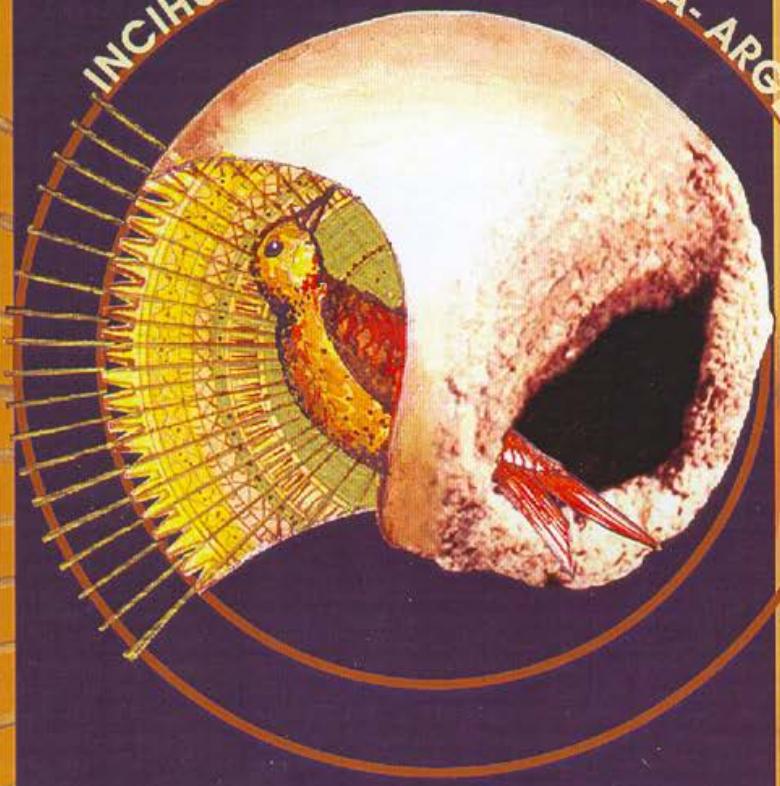
V SIACOT

V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra

INCIHUSA- CRICYT- MENDOZA- ARGENTINA



14 al 17 de junio de 2006

1º SAACT

I Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra

CONSTRUIR CON TIERRA
AYER Y HOY

Organizan:

FAU-UNT

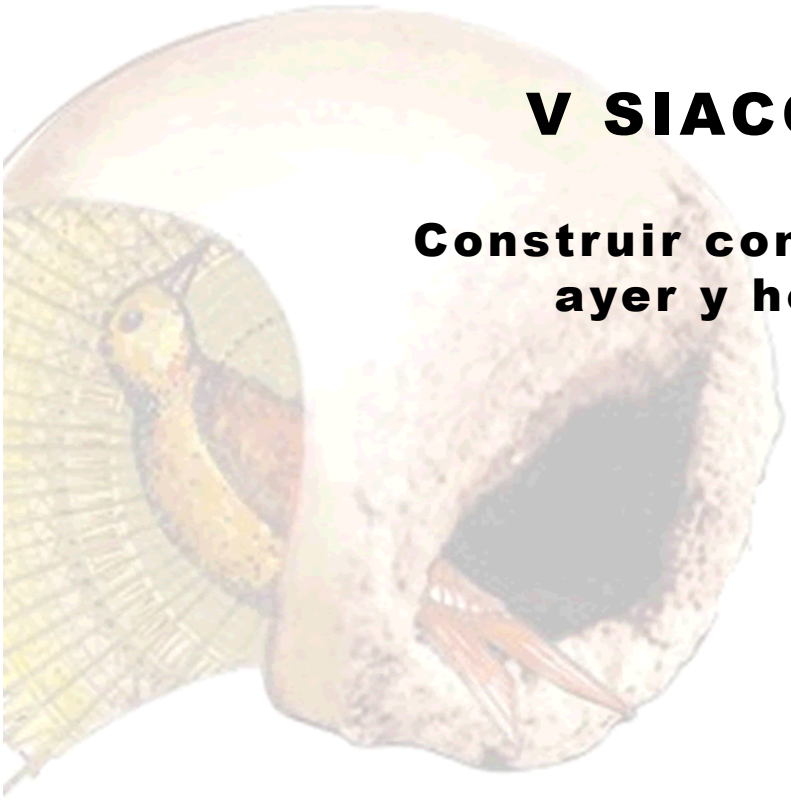
INCIHUSA
CONICET

Financian:

CONICET

AGENCIA

PROTERRA



V SIACOT

Construir con tierra
ayer y hoy

Trabajos presentados en el
5º Seminario Iberoamericano de
Arquitectura y Construcción con Tierra
Publicación digital inédita 2022

Mendoza, Argentina
2006

Red Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra

Rede Ibero-Americana de Arquitetura e Construção com Terra



Coordinación 2021 – 2025:	Arq. Camilo Giribas (UTEM – Chile)
Coordinación 2017 – 2021:	Ing. Rosa Delmy Núñez (FUNDASAL – El Salvador)
Coordinación 2014 – 2017:	Arq. Hugo Pereira Gigogne (UTM – Chile)
Coordinación 2011 – 2014:	Dra. Arq. Mariana Correia (ESG – Portugal)
Coordinación 2008 – 2011:	Dr. Arq. Luis Fernando Guerrero Baca (UAM-Xochimilco – México)
Coordinación 2001 – 2008:	M. Sc. Ing. Célia Neves (CEPED – Brasil)

Consejo Consultivo:
(2019 – 2022)

M. Sc. Ing. Célia Neves (Rede TerraBrasil – Brasil)
Dr. Arq. Luis Fernando G. Baca (UAM – México)
Arq. Alejandro Ferreiro (UDELAR, UY)
Dra. Arqueol. Annick Daneels (UNAM, MX)
Dr. Arq. Guillermo Rolón (UNT, Argentina)

Consejo Científico:
(2019 – 2022)

Dr. Arq. Jorge Tomasi (CONICET, Argentina)
Dra. Hist. Juana Font Arellano (Fund. Antonio Font de Bedoya – España)
Dra. Arq. Mariana Correia (ESG, Portugal)
M. Sc. Arq. Francisco Uviña (UNM, USA)
Arq. Bakonirina Rakotomamonjy, (CRAterre, Francia)

Red Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra

Rede Ibero-Americana de Arquitetura e Construção com Terra



Los criterios y opiniones expresados en los artículos de esta publicación son de exclusiva responsabilidad de cada uno de sus autores.

Sugerencia para referenciar a estas memorias:

a) Memorias como un todo:
CIRVINI, Silvia (Compiladora) (2006) CONSTRUIR CON TIERRA, AYER Y HOY, libro digital de las Conferencias, ponencias y pósters del V SIACOT (Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra) INCIHUSA, CONICET, Mendoza- Argentina, 2006. ISBN -10: 950-692-068-0 y ISBN – 13:978-950-692-068-5.844 pp.en memoria compaginada de 2022.

b) Articulo específico (un ejemplo):
Esteves, E.; Fernández, E.; Mercado, M.V. (2022). *Estudio térmico en taller construido en quincha tradicional*. En: CIRVINI, Silvia (Compiladora) (2006) CONSTRUIR CON TIERRA, AYER Y HOY, libro digital de las Conferencias, ponencias y pósters del V SIACOT (Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra) INCIHUSA, CONICET, Mendoza- Argentina, 2006. ISBN -10: 950-692-068-0 y ISBN – 13:978-950-692-068-5
pp. 224-231 en memoria compaginada de 2022.

5° SIACOT
Marco Institucional

Comisión Honoraria

J. Roberto Bárcena, Director INCIHUSA - CONICET
Juan C. Guevara, Director CRICYT - CONICET - UNCuyo - Gobierno de Mendoza
Rafael Mellace, Director del CRIATIC - FAU - UNTucumán

Comisión Científica y Editorial

Rafael Mellace
José A. Gómez Voltan
Silvia A. Cirvini
Graciela M. Viñuales
Celia Martins Neves
Rodolfo Rotondaro
Elma Montaña

Comisión Organizadora

Silvia A. Cirvini
Lorena Manzini
L. Susana Heinrich
José A. Gómez Voltan
Josefina Chaila
Franco Marcchioni
Javier Garro
Elma Montaña
Cecilia Raffa
Graciela Moretti

Coordinadora General

Silvia A. Cirvini

Secretaria General

Lorena Manzini

PRO TERRA

Presentación

Este Seminario se plantea como continuidad de los ya consolidados SIACOT, el último de los cuales se desarrolló en Monsaraz- Portugal, e inaugura los Seminarios argentinos de la especialidad. La organización ha estado a cargo de dos equipos nacionales que trabajan en el tema: el de AHTER en Mendoza, como anfitriones y el del CRIATiC en Tucumán como colaboradores.

La reunión recibió financiamiento del CONICET y de la ANPCYT – SECYT de Argentina. Cuenta con el auspicio del CRICYT (Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas) de Mendoza, en cuyo ámbito físico se desarrolla el encuentro.

Programa AHTER:
Arquitectura, Historia, Tecnología y Restauración

Este Programa se desarrolla dentro de la Unidad "Ciudad y Territorio" del INCIHUSA (Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales) y comprende proyectos que vinculan la historia de la arquitectura y la construcción con el desarrollo de investigación aplicada y transferencia en el campo de la restauración de edificios históricos y de valor patrimonial. El programa AHTER está dirigido por la Dra. Arq. Silvia Cirvini quien es secundada por el Ing. Civil José Gómez Voltan, y con un equipo compuesto por un técnico, tres becarios y pasantes. Los proyectos proponen avanzar en un campo del conocimiento de escaso desarrollo científico-tecnológico en el país, la restauración de edificios antiguos, a lo que hay que sumarle en el caso de Cuyo las condiciones que impone las características del clima y la alta sismicidad. El valioso patrimonio arquitectónico en tierra cruda de estas provincias se ubica en las zonas urbanizadas, o en los oasis periurbanos, con cabeceras en las ciudades de Mendoza y San Juan, emplazadas en la franja de más alto riesgo sísmico. Si sumamos las provincias de San Luis, Córdoba y las del Noroeste argentino que tienen un riesgo bajo pero no están exentas de los sismos, se impone considerar esta condicionante en los programas de manejo, conservación y restauración de todo este valioso patrimonio.

CRIATiC:
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda

El Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC), fue creado mediante Resolución del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán a propuesta del Director del Grupo Tierra Tucumán (GTT) y del Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME), organismos que desde 1992, venían desarrollando en colaboración con otras instituciones académicas de la Argentina, actividades de docencia, investigación y transferencia en el dominio de la Arquitectura de Tierra. Este Centro está conducido por el Arq. Rafael Mellace. Su objetivo es generar nuevos conocimientos sobre el uso de materiales no contaminantes y su aplicación en el diseño y construcción de viviendas y edificios de interés social y, al mismo tiempo, sistematizar y normalizar componentes básicos y elementos constructivos de tierra cruda en el marco de una acción sustentable en términos de cuidado y respeto del ambiente natural, de la riqueza cultural en el hábitat popular.

PROTERRA

Las metas propuestas

La formación de recursos humanos en el área, tanto dentro de los institutos del sistema científico como de las Universidades hará posible el fortalecimiento de líneas temáticas que vinculan el cuidado y la conservación del ambiente construido, la preservación del patrimonio cultural más antiguo de Iberoámerica y el desarrollo de tecnologías constructivas sustentables en áreas sísmicas.

Entre los resultados más importantes que se esperan del desarrollo de esta reunión deben señalarse:

• Estrategias para promover la formación de recursos humanos técnicos y artesanales, indispensables para
poder retomar dentro de las prácticas habituales de la construcción estas habilidades olvidadas que constituyen un patrimonio intangible.

• Valoración del patrimonio cultural de la región en referencia al hábitat construido con tierra

• Difusión y promoción de arquitecturas y tecnologías de construcción aplicables en el desarrollo de alternativas para el hábitat popular, la vivienda de interés social y las construcciones rurales en área sísmica.

• Avances en el conocimiento de las tecnologías, materiales y sistemas constructivos en tierra estabilizada para el diseño de edificios en zonas árido-sísmicas

• Tecnología de la restauración y de intervenciones apropiadas en edificios de tierra

• Diagnóstico de las patologías constructivas de edificios de tierra

• Modelos de gestión vinculados con los sistemas de arquitecturas de tierra

• Capacitación y formación de becarios y jóvenes investigadores de la región

• Puesta en valor del patrimonio edificado con tierra

• Fortalecimiento de Centros y redes de la región que participan del tema.

El aspecto más relevante y destacado de esta reunión es la vinculación que busca establecer entre especialistas que están trabajando en campos afines, de modo de formular un balance del estado del conocimiento sobre el tema, de las posibilidades de desarrollo en el país y trazar los lineamientos de programas en el futuro.

PROTERRA

Las Comisiones temáticas sobre las cuales se organizaron las ponencias fueron:

1- El presente de la Arquitectura en tierra: Creatividad y sustentabilidad.

2- La construcción con tierra: El estado del arte en problemas críticos.

3- Normalización: estado de la cuestión. Definición de materiales, cargas y procedimientos de cálculo. Procedimientos constructivos. Alcances de las normas y ámbito de aplicación.

4- Investigación y desarrollo tecnológico: Mantenimiento. Revoques. Humedad capilar y de escorrentías. Resolución de cubiertas. Estructuras sismorresistentes. Cimentación.

5- Patrimonio edilicio: Investigación e Intervención. Consolidación estructural. Puesta en valor. Grado de protección y vulnerabilidad. Conservación. Mantenimiento. Mejoramiento. Restauración. Inventarios. Procedimientos. Patrimonio y turismo. Gestión y gerenciamiento

6- Proyectos de vivienda social, individual y prototipos: Diseño, construcción. Gestión y gerenciamiento.

7- Educación, Formación y Capacitación: de recursos humanos profesionales, técnicos y artesanales.

Silvia A. Cirvini
Mendoza, mayo de 2006
Coordinadora Seminario

Contenido

CONFERENCIAS

16 **El tema de la tierra en iberoamérica en el siglo XX**
Graciela María Viñuales

25 **La construcción con tierra en el Ecuador y la propuesta de la norma**
Patricio Cevallos Salas

ARTÍCULOS

EL PRESENTE DE LA ARQUITECTURA EN TIERRA: CREATIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD

33 **Los valores y significados del patrimonio vernaculo en tierra: Su relación con la conservación y con la construcción de nuevas obras en la región de Cuyo- Argentina**
Silvia A. Cirvini, José A Gómez Voltan

48 **Bio-arquitetura - Arquitetura viva**
Flávio Pereia Dias Duarte, Antônio Ananias De Mendonça

55 **Arte, arquitectura y tecnología en el diseño de asentamientos humanos de la provincia de Misiones**
Eva Isabel Okulovich, Gilberto Haselstron, Graciela Anger, Jorge Senn

69 **Procesos de resignificación de la construcción con tierra: Los "falsos originales" como recurso turístico**
Gabriela Pastor, Elma Montaña

87 **El uso de la tierra en la vivienda rural venezolana: Diversidad en su tecnología y en su expresión.**
Nory Pereira Colls, Nelly Mejía Barrios

96 **Arquitectura híbrida: Nueve obras en arquitectura de tierra**
Ronald Rael

107 **Arquitectura oficial y arquitectura popular. Una relación conflictiva. El caso de Susques**
Jorge Tomasi

NORMALIZACIÓN: ESTADO DE LA CUESTIÓN

117 **Desarrollo y gestión para la homologación del sistema "muro monolítico con suelo estabilizado" desde un ámbito universitario**
Juan Carlos Patrone, Adriana García

123 **La lista de correo arqui-terra y la construcción con tierra en España**
Jose María Sastre Martín

137 **Protocolo de caracterización de cosntrucciones con tierra cruda: "la tapia"**
A. González Serrano, Mercedes Ponce Ortiz de Insagurbe

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

150 **Mampostería con tierra estabilizada comprimida**
Carlos Eduardo Alderete, Lucía Elizabeth Arias, Rafael Francisco Mellace, Stella Maris Latina, Mirta Eufemia Sosa, Irene Cecilia Ferreyra

159 **Diseño y análisis estructural de componentes constructivos con tierra cruda**
Lucía Elizabeth Arias, Carlos Eduardo Alderete, Rafael Francisco Mellace, Stella Maris Latina, Mirta Eufemia Sosa, Irene Cecilia Ferreyra

172 **Ladrillos de suelo cemento con suelos superficiales y barros de excavación de pilotes**
Hugo Begliardo, Mirta Sánchez, Cecilia Panigatti, Silvia Casenave, Gerardo Fornero

183 **Mediciones higrotérmicas y lumínicas en construcciones con tierra**
Irene Blasco Lucas

196 **Tipos estructurales y autoconstrucción con tierra en región árido-sísmica**
Irene Blasco Lucas, Laura Alicia Simón Gil

212 **Resultados parciales de monitoreo de muros de tiera**
Josefina del Huerto Chaila, Stella Maris Latina, Carlos Eduardo Alderete, Lucía Elizabeth Arias, Rodolfo Rotonador, Rafael Francisco Mellace

224 **Estudio térmico en taller construido en quincha tradicional**
Alfredo Esteves, Esteban Fernández, María Victoria Mercado

232 **Construcción de bóveda de cañón corrido con tierra estabilizada**
Irene Cecilia Ferreyra, Lucía Elizabeth Arias, Carlos Eduardo Alderete, Rafael Francisco Mellace, Stella Maris Latina, Mirta Eufemia Sosa

239 **Infraestructura de salud y formación de capacidades locales en construcción sismorresistente en tierra. Comportamiento sísmico de bóvedas nubicas reforzadas con geomallas.**
Alexander Fischer

259 **Comportamiento de las edificaciones con tierra cruda después del terremoto de septiembre del 2005 Ciudad de Lamas - Perú**
Luis Enrique Flores Bravo, Isabel Moromi Nakata

270 **Evaluación del confort higrotérmico en una vivienda rural de adobe aplicando un software de simulación**
Héctor Raul Girini Grimalt, Ricardo Navas, Ricardo Romarión

278 **Vivienda de tierra de la ciénaga de Zacapu, Michoacán, México**
Héctor Javier González Licón

288 **Muros monolíticos de tierra estabilizada en la construcción del Criatic**
Stella Maris Latina, Rafael Francisco Mellace, Carlos Eduardo Alderete, Lucía Elizabeth Arias, Irene Cecilia Ferreyra, Mirta Eufemia Sosa

296 **Construcción del centro regional de investigaciones de arquitectura de tierra cruda (Criatic) FAU-UNT**
Rafael Francisco Mellace, Carlos Eduardo Alderete, Stella Maris Latina, Lucía Elizabeth Arias, Mirta Eufemia Sosa, Irene Cecilia Ferreyra

306 **Viviendas antisísmicas de tierra. Resultados de Investigación y Ejecución en zonas sísmicas de Los Andes**
Gernot Minke

315 **O uso do solo-cimento em edificações a experiência do CEPED**
Célia María Martins Neves

327 **Evaluación térmica de una vivienda de suelo cemento comparada con simulaciones digitales**
Juan Carlos Patrone, John Martin Evans

336 **Reconstrucción del patrimonio arquitectónico religioso. En el norte de Chile a raíz del terremoto del 13 de junio de 2005**
Hugo Pereira

348 **Ensayo bajo cargas horizontales de muro construido con mampuestos de suelo cemento**
Mary Saldivar, José Luis Bustos, Osvaldo Albarracín, Arturo Pereyra

360 **Ensaios de caracterização do comportamento estrutural de construções existentes em adobe**
Humberto Varum, Aníbal Costa, Henrique Pereira, João Almeida

373 **Sistema autoconstructivo para muro compuesto a partir de tierra-Concreto, Tetrabrick**
Horacio H Villareal Márquez, Jorge L. Acevedo Davila, Mario Francisco Trejo Aguirre

PATRIMONIO EDILICIO: INVESTIGACIÓN E INTERVENCIÓN

381 **Caracterización analítica de la muralla tapial almohade de San Juan de Aznalfarache.**
Francisco Javier Alejandre, Juan José Martín del Río

389 **Construcción con tierra cruda en la región lacustre de Pátzcuaro, Michoacán, México**
María Gabriela Armani

402 **Análisis patológico de los paramentos de la muralla almohade de Sevilla: tramo comprendido entre la Puerta de la Macarena y el Jardín del Valle.**
José María Calama Rodríguez, Jacinto Canivell García de Paredes

421 **Las paredes de tapial con verdugadas y machones de ladrillo en la arquitectura religiosa de Valladolid**
María Soledad Camino Olea, Félix Jové Sandoval, Alfredo Llorente Álvarez

429 **Consolidación de una vivienda de adobe en la provincia de Salta**
Roberto Adolfo Caro

437 **Barriada minera de carbón y tierra**
Juana Font Arellano

445 **Fuentes documentales para la difusión, desarrollo e investigación en la construcción con tierra: Aportaciones del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torrojas**
Mercedes Ponce Ortiz de Insagurbe, Ana María González Serrano

459 **Casas señoriales en tapial de la Sevilla (España) del quinientos. Casa de Miguel de Mañara y de Calle San José 3.**
Amparo Graciani García

475 **Estructuras abovedadas de Quincha en el virreinato del Perú**
Pedro Hurtado Valdez

488 **Cobquecura zona típica primera declaración de monumento nacional para un casco histórico de la región del bío bío en Chile**
Carlos Inostroza Hernández

502 **Restauración de la casa de hermandad de la iglesia penitencial de Jesús Nazareno en Valladolid**
Félix Jové Sandoval, José Luis Sainz Guerra

511 **Patagonia antecedentes de arquitectura popular con tierra**
Liliana Lolich

529 **Tausa y sutatausa: Pédida y permanencia de dos templos doctrineros en Colombia**
Cecilia López Prez

538 **Molino harinero Reynaud Mendoza - Argentina: Aportes para la determinación de su valor cultural**
Lorena Manzini

551 **La conservación del patrimonio arquitectónico de tierra bajo tutela de la nación en Cuyo: Situación actual y perpectivas**
Juan Carlos Marinsalda

566 **Puesta en valor del molino Sardiña**
Estela Beatriz Márquez, Ricardo Ferreira Gómez, Myriam Romero

576 **Consolidação emergencial das estruturas em adobe das ruínas da antiga fábrica de tecidos Santa Bárbara**
Alexandre Mascarenhas

585 **Recuperación y puesta en valor de la casa molina, Guaymallén, Mendoza**
Fernando Jose Mazza, Jorge Ricardo Ponte

598 **Patrimonio cultural de mendoza: Programas de gestión, investigación y acción. Intervenciones en arquitectura de tierra (2004-2005)**
Edgardo Priori, Graciela Moretti, Viviana Ferreira

617 **Patrimonio Vernáculo Iglesiano: Rescate de tipologías como aporte al diseño**
María Rosa Plana, Luis Alberto Orellano

627 **Recuperación y puesta en valor de la ex Casa Mendoza: Conjunto Monumental Capilla del Rosario. Dpto de Guaymallén. Mendoza**
Jorge Ricardo Ponte, María Rodríguez, Lucia Genoud

635 **Estudo sobre a constituição e recuperação de construções antigas em taipa de pilão**
Marco Antonio Penido de Rezende, Raymundo Rodrigues Filho

643 **Arquitectura, patrimonio y turismo cultural en zonas rurales de San Juan y La Rioja, Argentina**
Rodolfo Rotondaro, Adolfo Rodrigo Ramos, Gabriela Guráieb, Diana Rolandi

656 **Arquitectura religiosa y tecnología: Patrimonio e identidad cultural del NOA**
Mirta Eufemia Sosa, Rafael Francisco Mellace, Lucía Elizabeth Arias, Carlos Eduardo Alderete, Stella Maris Latina, Irene Cecilia Ferreyra

PROYECTOS DE VIVIENDA SOCIAL, INDIVIDUAL Y PROTOTIPOS

665 **Sistema autoconstructivo sustentable para muros de tarima de madera rellenas con tierra aplicado en Ciudad Juárez, Chihuahua, México**
Jorge L. Acevedo Davila, Horacio H Villareal Márquez, Mario Francisco Trejo Aguirre

672 **Prototipo global de experimentación - Proyecto Hornero**
Alejandro Ferreiro

681 **Aportes a la tecnología para la fabricación del BTC**
Fernando Galíndez

693 **Experimentación tecnológica en aldeas rurales**
Ariel González, Carlos Mariano Pautasso, Santiago Seghesso, Fernando Benitez, Soledad Erpen

700 **Proyecto, diseño y construcción de componentes de viviendas con suelo-cemento monolítico en la provincia de Corrientes**
Francisco Luciano, Máximo Ramón Brade, Elvio Garay, Norberto Roque Mercanti, Jirina Cecilia Tirner

715 **Intervenciones del centro de investigaciones de la vivienda de la facultad de arquitectura y diseño de la universidad de los andes: Construcción con tierra en Venezuela**
Nory Pereira Colls, Nelly Mejía Barrios

726 **Evaluación de la construcción de una vivienda taller para puesteros de ganado caprino en el secano sanjuanino**
Arturo Pereyra, Norma Merino, Osvaldo Albarracin, Alejandra Dubos

735 **Análisis morfológico comparativo entre tipologías de viviendas rurales de suelocemento y tipologías de viviendas rurales espontáneas**
Alicia Pringles, Osvaldo Albarracin, Amelia Scognamillo

748 **Analisis de los costos en la vivienda rural de adobe**
Ricardo Romarión, Maria Rosa Ridl, Raúl Navas

755 **Construcción con tierra en el gran Buenos Aires: Diseño y gestión de pisos y revoques para la vivienda de Interés Social**
Rodolfo Rotondaro, Alex Schicht, Juan Carlos Patrone, Adolfo Rodrigo Ramos

EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

766 **Estrategias sociopedagógicas para la adopción de tecnologías alternativas en tierra cruda**
Beatriz S. Garzón, Luis Fernández Abregú

775 **Lecciones de la tradición constructiva en tierra: La experiencia en la UAM-X**
Luis Fernando Guerrero Baca, Leonardo Meraz Quintana, Francisco Javier Soria López

790 **Una experiencia de construcción con tierra en la enseñanza universitaria de grado**
Darío Medina, Gustavo Cremaschi, Luís Larroque, Santiago Pérez, Estanislao Simonetti

801 **Capacitación de profesionales, técnicos y auto constructores en talleres (cursos) intensivos**
Gernot Minke

807 **O aprendizado da arquitectura com terra crua: Uma experiência no canteiro experimental na fau usp**
Fernando Cesar Negrini Minto

815 **“La Verdecita” Un encuentro urbano entre la universidad y el pueblo**
Carlos Mariano Pautasso, Maria Julia Cavallero, Homero Ramírez

823 **Una década en la enseñanza de la construcción en tierra cruda**
Gabriela Polliotto, Fernando Galíndez

833 **Arquitectura de tierra en la educación superior.**
Ruben Salvador Roux Gutiérrez, José Adán Espuna Mújica, Francisco Javier Soria López

843 **Acerca del hornero**

CONFERENCIAS



1.1

EL TEMA DE LA TIERRA EN IBEROAMÉRICA EN EL SIGLO XX

Graciela María Viñuales
CEDODAL. CONICET
Montevideo 1053. 3º B
C1019ABU Buenos Aires
cenbarro@interserver.com.ar

Palabras claves: siglo XX, teoría, Iberoamérica

Resumen
Este trabajo se propone echar un vistazo al tema de las arquitecturas de tierra en el mundo latinoamericano y cómo ha sido tratado no sólo en la producción arquitectónica, sino también en los ámbitos de discusión teórica, estudio técnico y atención a sus significados.

Veremos entonces la posición tomada en nuestros países a medida que avanzaba la comercialización del cemento y su aplicación a obras públicas y privadas, y cómo la propaganda trató de instalar la idea de la necesidad imperiosa de su uso frente a problemas sanitarios, sísmicos y de “progreso”.

Se considerará también la desaparición del tema en los estudios técnicos y universitarios, tanto en los programas de enseñanza cuanto en los textos de apoyo. Con ello se lograría cortar la cadena de transmisión de conocimientos entre las generaciones de docentes y alumnos durante la primera mitad del siglo. Este hueco en la información tendría consecuencias nefastas en los planes de restauración de monumentos históricos y en los de reconstrucción que debieran encararse después de algunos sismos importantes.

Sin embargo, algunos autores locales y ciertas entidades volvieron sobre el tema. Lo hacían -sobre todo- basándose en la aplicación del suelo-cemento y tomando como ejemplo lo que estaba realizándose en países del hemisferio norte, que habían conservado ciertas tradiciones y las habían modernizado, pero sin tergiversarlas. A ello contribuían algunas experiencias europeas de la segunda posguerra.

Pero sería en la década de 1970 en la que, por diversos caminos, se retomaría el tema de la tierra. Como ya hemos expuesto en trabajos anteriores, la restauración de monumentos, la vivienda económica y la conservación ambiental, fueron algunas de estas aproximaciones. Entidades como la UNESCO y el ICOMOS, y centros como el ICCROM, llegaron a involucrarse en el asunto tanto en la zona andina cuanto en los países árabes. El Proyecto PER 39 de la UNESCO, orientado al sur peruano, llevaría a desarrollar el asunto, sobre todo en lo vinculado con la restauración de sitios prehispánicos y coloniales. En tal sentido, la creación de cursos de posgrado en el Cusco sería de fundamental importancia.

Durante la década del 80 irían apareciendo publicaciones sobre construcción y restauración y el tema tendría un creciente sitio en publicaciones periódicas, congresos de historia arquitectónica y patrimonio. Si bien quienes trabajaban con las arquitecturas de tierra participaran en las reuniones que habían comenzado a producirse en los países árabes desde 1972, fue la reunión de Perú de 1983, organizada por la UNESCO, la que reunió por primera vez a una gran cantidad de profesionales latinoamericanos. Luego Adobe 90 (EEUU) y Terra 93 (Portugal) repetirían la experiencia. La fundación de la Red Habiterra en 1991 y el posterior Proyecto Proterra pudieron crearse basándose en los grupos de trabajo existentes en cada país y en los intercambios afianzados desde los años 70.

Mucho es lo que se ha avanzado desde entonces en estudios, mediciones, construcción y restauración. Queda aun mucho por hacer en los ámbitos de enseñanza, legislación y normativa. La ponencia planteará el estado del arte en la actualidad y sus perspectivas.

Desarrollo

En el mundo latinoamericano, las arquitecturas de tierra tuvieron una historia diferente según fueran los países y las regiones. Pero también su tratamiento recibió distinta consideración si se lo trabajaba en las grandes capitales o en las zonas más distanciadas de las modas imperantes. Porque, si bien en los pequeños poblados y aun en las ciudades menos enfrentadas con el llamado “progreso”, el uso de la tierra siguió adelante hasta las últimas décadas del siglo XX, en otros sitios los choques entre la arquitectura tradicional y la moderna se dieron muy temprano, aun dentro de la centuria anterior.

Por lo general, se toma a la fuerte comercialización del cemento como el detonante de la caída del uso de la tierra, pero debe pensarse que ya en el siglo XIX la aparición de otros materiales industrializados, especialmente los metálicos, había comenzado a hacer ver las cosas de otro modo. Esto se dio especialmente en las zonas portuarias y en las que se relacionaban con ellas a través de los ferrocarriles y los establecimientos fabriles. Las corrientes migratorias europeas agregarían otros ingredientes, por lo que los países de acogida recibieron muchos impactos.

Sin embargo, no debemos dejar de lado los cambios operados en la enseñanza de la construcción. Además de las ya existentes escuelas de ingeniería, en algunos países se abrieron las de arquitectura buscando retener a sus propios jóvenes que, hasta entonces, se formaban en Europa. Los programas copiaban los de Francia e Italia principalmente, lugares de donde también provenían algunos profesores. Así, la arquitectura tradicional de provincias no tenía cabida en los planes de estudio. Lo mismo sucedía con los textos que se manejaban y los que poco a poco se fueron traduciendo y editando en América. Aunque curiosamente, algunos que llegaban de España, como el Manual del Ingeniero -Hütte- traducido del alemán, sí hablaban algo de la tierra e inclusive de sus estabilizantes naturales. También había libros clásicos -como el Vasari- que daban cuenta del uso de materiales térreos entre los grandes maestros, pero esos capítulos parece que no se trataban en clase y así los alumnos se perdían la oportunidad de saber cómo había hecho Miguel Ángel para conseguir la aislación hidrófuga de las tapias con las que defendió Florencia. En las décadas sucesivas, nadie se enteró en nuestras aulas que Gaudí también trabajó con tapiales ni que algunas de las obras que los arquitectos vemos embelesados en sus libros y tratamos de visitar en Barcelona están hechas de tierra.

Tal vez sólo en algunas escuelas técnicas se hablaba de la posibilidad de su utilización, se hacían mediciones y se estudiaba a la tierra en pie de igualdad con otros materiales. Porque en las escuelas de arquitectura -y posiblemente también en las de ingeniería civil- la mención no pasaba de una página dentro de un libro de 400 o 500, y las más de las veces no se hacía ninguna. Los arquitectos terminaban la carrera sin saber cuál era la diferencia entre adobes y tapias, o entre quincha y chorizo, lógicamente teniendo siempre como idea que una construcción con tales sistemas era insalubre y estaba destinada a la pronta ruina. Yo misma me acuerdo de haberlo dicho en alguna reunión estudiantil cuando se hablaba de la falta de vivienda digna.

Porque tanto se la combatía desde el punto de vista sanitario como de la seguridad. En el primer tema, la tierra era encadenada a la proliferación de alimañas e insectos vectores de enfermedades, entre los que se destacaba la vinchuca y el contagio del mal de Chagas. En el otro asunto, se mencionaba principalmente la cuestión sísmica. En ninguno de los casos se iba al fondo: el aseo, la higiene y el mantenimiento en el primero, y la calidad de la edificación y las equivocadas intervenciones en el segundo.

Si esto pasaba con las obras privadas, mucho más fuerte era el cambio de criterios para la obra pública. A fines del siglo XIX, en muchos países ya era de rigor el uso de ladrillo y cal, aunque en otros aun se trabajaba con tierra o bien se asentaban los mampuestos cocidos en barro. Pero los concursos y licitaciones tuvieron un vuelco decisivo en la primera década

del XX. Un caso típico fue el del Capitolio de Caracas, levantado en tapia y terminado justo un par de años antes de que se comenzara a comercializar el cemento. El prestigio del edificio público no impidió la difusión masiva del nuevo material que apelaba también a las ideas de “progreso”. Ni la casa natal de Bolívar se salvó más adelante de deformaciones para quitarle el carácter “pobre” que tenía. (fig.1)



Fig. 1. ¡Hecho en tapia! Capitolio, Caracas, Venezuela

En este panorama, no sólo la tierra dejó de usarse en la obra nueva, sino que se cortó la cadena de aprendizaje práctico que llevaba a transferir conocimiento del arquitecto al maestro de obra y de él a obreros y aprendices. Quienes manejaban bien estos sistemas constructivos debieron reconvertirse en albañiles “de lo moderno” para no perder oportunidades laborales y, lo que es peor, ocultaron sus saberes tradicionales temiendo ser mal vistos. Una generación después, esos saberes que no estaban escritos, se perdieron. Ello sucedía también con otros trabajos artesanales que algunos planes de estudio buscaron rescatar. La creación de las escuelas de artes y oficios a finales del XIX y su transformación en escuelas técnicas y universidades laborales o tecnológicas en el XX frenaron un poco el desalentador panorama, pero eso no fue suficiente.

De todos modos, el hueco en la información tendría consecuencias nefastas en los planes de restauración de monumentos históricos y en los de reconstrucción que debieran encararse después de algunos sismos importantes. En tales casos, hubo profesionales bien intencionados que, pensando en dar más fortaleza a los edificios históricos, les agregaron columnas y vigas de hormigón, que fueron las que décadas después hicieron peligrar las estructuras o directamente ayudaron a su ruina. Pero muchos de los edificios sencillos, no monumentales, muchos de los conjuntos de pueblos y de casas rurales fueron deteriorándose sin recibir el mantenimiento adecuado, desgastándose con las lluvias, los vientos y las instalaciones agregadas de mal modo. Porque si los sismos hacían sus estragos, muchas veces la ruina estaba señalada por la mala atención anterior. Eso quedó en claro en Popayán 1983, Cusco 1986, La Rioja 2002, Chile 2005, por nombrar sólo algunos. (fig.2)



Fig. 2. Falta de mantenimiento

Parecía que la atención que se le daba a la tierra se vinculaba sobre todo con relevamientos antropológicos o arqueológicos, que no hacían más que presentar el tema, describirlo latamente y graficarlo. Al releer esas publicaciones, nos damos cuenta que faltan muchos datos técnicos y consideraciones más profundas del material, del sistema constructivo en su conjunto, de su temporalidad e historia y, por supuesto, de su comportamiento estructural. De todos modos, no se estaba ante libros o tratados, sino ante artículos que, entre otros asuntos, hablaban del tema como un aspecto más de la arquitectura de una región o de una de las expresiones culturales de una época o, en poquísimas ocasiones, describían un monumento. En la bibliografía que anotamos al pie hay unos ejemplos que dan cuenta de ello.

Pero si hablamos de bibliografía, vemos que en la segunda mitad del XIX y buena parte del XX, la arquitectura de tierra tuvo cabida en los manuales que manejaban los agrónomos, llegando su difusión también a las aulas universitarias y de escuelas agrícolas. Lo que sucedía era que en el campo aun se levantaban -o se refaccionaban- edificios hechos en barro. No sólo eran construcciones de adobe, sino también de tapia, entramados, así como de terrones y tepes. Por eso, los libros que manejaban quienes se movían en el medio rural incluían nociones básicas para levantar un pequeño galpón, un depósito y hasta una casa de dos o tres habitaciones con estos sistemas. En algunos países en que el riesgo sísmico era importante, esas indicaciones agregaban medidas de refuerzo, sencillas pero efectivas, mediante el uso de elementos fáciles de conseguir en el campo, como maderas, alambres de púas o simples rollizos. Construcciones que han seguido estas características aun pueden encontrarse en lugares insospechados.

Ciertamente, en otros países la tradición no había sido cortada y se seguía construyendo en tierra aun hasta pasada la mitad del siglo XX, inclusive se utilizaban modelos novedosos, como el art nouveau, el neogótico y el art déco, levantándolos en adobe, en tapial y hasta con partes en bahareque. Hasta en ciertos lugares llegaron a construirse edificios racionalistas con sus esquinas curvas, ventanas apaisadas y otros diseños propios de mediados del siglo XX. Una recorrida por el interior de cualquiera de nuestros países puede darnos gratas sorpresas en esto, si es que sabemos mirar con cierta agudeza. (fig. 3)



Fig. 3. Uso de tapias para arquitectura neogótica

Pero las necesidades funcionales atentaban contra los sistemas tradicionales, no tanto cuando se construía algo nuevo, sino más bien cuando se intervenían edificaciones existentes. Los casos típicos fueron los vanos que se agrandaban para dar entrada a vehículos o para insertar vidrieras comerciales, algo que sucedió en lugares tan distantes entre sí como Guatemala y Perú, por nombrar sólo dos. A ello se agregó la búsqueda de diseños “modernos” que llevaban las aberturas hacia las esquinas, cuando la tradición indicaba que ello era incorrecto, especialmente en zonas sísmicas. Otros temas de presunta puesta al día en los proyectos hacían abandonar las reglas del arte como las proporciones de las habitaciones, la cantidad de pisos, el implante en el terreno, la protección hidrófuga y tantos detalles, pretendiendo que el material tierra tuviera un comportamiento que no era el propio. Sin embargo, profesionales de prestigio, como Luis Barragán, construían en tierra

respetando las características propias del sistema sin buscar espectacularidades. Su ejemplo serviría para que en Guadalajara y otros estados mexicanos se tuviera al adobe como mampuesto de base para multiplicar las escuelas y las viviendas de los maestros en todo el territorio del país a través de CONESCAL.

Porque algunos autores locales y ciertas entidades volvieron sobre el tema, aunque varios lo hacían -sobre todo- basándose en la aplicación del suelo-cemento y tomando como ejemplo lo que estaba realizándose en países del hemisferio norte, que habían conservado ciertas tradiciones y las habían modernizado, pero sin tergiversarlas. A ello contribuían algunas experiencias europeas de la segunda posguerra. Ingenieros como el peruano Héctor Velarde comenzaron a escribir pequeños artículos llamando la atención sobre el material, después de ver que en otras latitudes lo valoraban y que en su propio país era menospreciado a pesar de continuar en uso en zonas rurales y urbanas del interior. Pero curiosamente, la propuesta del suelocemento llegó de la mano de los institutos del cemento que se habían formado en varios países como la Argentina y Brasil. En los años 30 y 40 se habían hecho obras privadas e importantes obras públicas con adobes estabilizados y esas edificaciones estaban siendo difundidas en revistas y en libros, y a través de prototipos levantados en exposiciones. Por lo general esto se hacía con el apoyo complementario de traducciones de libros de origen norteamericano y, en menor medida, europeo. Pero esa bibliografía no dejaba de tener una cierta rareza y no llegaba a ser tenida como material de enseñanza.

Pero sería en la década de 1970 en la que, por diversos caminos, se retomaría el tema de la tierra. Como ya hemos expuesto en trabajos anteriores, la restauración de monumentos, la vivienda económica y la conservación ambiental, fueron algunas de estas aproximaciones. Nuevamente, la traducción de algunos libros que tuvieran su origen en el mundo árabe, abrieron nuevas puertas, aunque algunos profesionales los leyeran casi como un exotismo o un tema pintoresco, sin pretender usarlo de momento. En Perú, por ejemplo, el Proyecto PER 39 de la UNESCO, que tuviera su aplicación en el sur peruano, llevaría a desarrollar el asunto, sobre todo en lo vinculado con la restauración de sitios prehispánicos y coloniales. En tal sentido, la creación de cursos de posgrado en el Cusco sería de fundamental importancia, ya que a ellos concurrieron profesionales de toda Latinoamérica, provenientes de las áreas de arquitectura, arqueología y bienes muebles. Entre estos últimos, los que se dedicaban a pintura mural debieron encarar un panorama de pintura sobre paredes de adobe, tapia y quincha que justamente adquiriría importancia en aquellos años. Allí se vería que esa técnica pictórica había continuado en época independiente y llegaba hasta la segunda mitad del siglo XX.

A la UNESCO se sumaban el ICOMOS y el ICCROM. ICOMOS, al encargarse de los monumentos, fue encontrando que en ciertas áreas había un gran patrimonio hecho en tierra, con lo que en cierto momento formó un Comité Internacional sobre Arquitectura de Tierra. En 1972 se reunió el primer Simposio en Yazd (Irán), al que se seguirían otros dos simposios en Irán y en Turquía, a los que algunos latinoamericanos tuvieron oportunidad de asistir. Pero fue la reunión de Perú de 1983, organizada por la UNESCO, la que congregó por primera vez a una gran cantidad de profesionales de nuestra región. Luego Adobe 90 (EEUU) y Terra 93 (Portugal) repetirían la experiencia. Para ese momento ya en Latinoamérica había libros sobre el tema específico y poco a poco las revistas daban cabida a artículos sobre la construcción y la restauración con tierra. Las entidades de investigación de nuestros países podían no apoyar claramente el asunto, pero tampoco lo rehuían como unas décadas atrás. Los particulares comenzaban a interesarse por los edificios de adobe, muchas veces heredados de sus mayores. Pero a la par seguía en pie el tema del mal de Chagas y aparecían los planes como el de “Erradicación de las Escuelas Rancho” que aun tiene vigencia en la Argentina en la búsqueda de dotar de “edificios dignos” a alumnos y maestros (que cuando vienen las temperaturas extremas son abandonados para retornar al confortable “rancho”).

Durante la década del 80 irían apareciendo publicaciones sobre construcción y restauración y el tema tendría un creciente sitio en publicaciones periódicas, congresos de historia arquitectónica y patrimonio. Por ejemplo, en los Congresos de Patrimonio organizados por el Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de la Arquitectura y el Urbanismo, el tema de la tecnología de materiales tradicionales sólo apareció en el segundo -Paraná, 1984- y ponencias sobre patrimonio en tierra se concretaron recién en el cuarto -Corrientes, 1988- pero siguieron en el quinto -Mar del Plata, 1990- cuando ya había también muchos participantes interesados en el asunto, aunque no fueran ponentes.

Las principales revistas de arquitectura de varios países no solamente incluían el tema, sino que hasta le dedicaban números especiales monográficos, en donde se apreciaban los aspectos patrimoniales, de investigación histórica y algunas obras recién hechas en adobe, tapia o entramados. Una veta especial por ese entonces fue la consideración ambiental y la conservación de la energía, por lo que el tema también tuvo una cierta cabida en congresos y publicaciones propias de otros ámbitos. Ciertamente, el auge del tema llevó a algunas derivaciones más románticas que científicas, al amparo de las teorías del "buen salvaje" o a los restos de la cultura "hippie". Asimismo, hubo firmas comerciales que aprovecharon el tema en su favor, banalizando al adobe y a la población que lo manejaba. Pero los profesionales serios lograron mostrar la cara técnica y su verdadera viabilidad. (fig.4)



Fig. 4. Abuso comercial: el adobe y los chicos de los Andes

La organización iberoamericana del CyTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) que tuviera un fuerte impacto hacia 1992 cuando estaba recordándose el Quinto Centenario de la llegada de Colón a América, dio cabida a la Red Habiterra dentro de su Subprograma XIV. La fundación de esa Red en abril de 1991 en Quito y el posterior Proyecto Proterra, pudieron crearse basándose en los grupos de trabajo existentes en cada país y en los intercambios afianzados desde los años 70. Habiterra tuvo un fecundo camino a lo largo de seis años, con reuniones generales anuales a ambos lados del Atlántico, reuniones regionales, cursos de formación, exposiciones itinerantes, publicaciones propias y una fuerte vitalidad que cada día se amplía, como lo demuestran los mismos SIACOT. Proterra ha sido de algún modo su heredera dentro del CyTED y, desde este año, ya ha perdido su "apellido" pues ha madurado teniendo vida propia y presencia cada vez mayor en el mundo ibérico. Más allá de ampliar la red anterior, los miembros de Proterra están construyendo conjuntos de casas y otras edificaciones, dando formación técnica, investigando, publicando y dando buen uso a las herramientas de comunicación que hoy se nos ofrecen, tan distintas a las que tenía Habiterra en sus comienzos.

A las entidades antes señaladas se unieron algunas ajenas al área -como Craterre y la fundación Getty- para dar lugar a dos importantes cursos dictados en el sitio arqueológico de Chan Chan. El Pat 96 y el Pat 99 convocaron a muchos miembros de Habiterra a sumarse como alumnos y como profesores, para conocer el material tierra y para aprender a gestionar el patrimonio.

Esta creciente cantidad de profesionales formados a lo largo de estas tres décadas han sido los multiplicadores de la difusión de las arquitecturas de tierra. Algunos de ellos han incorporado el asunto dentro de materias de las carreras de arquitectura y de ingeniería, sea en el área tecnológica, sea en la de diseño, sea en la de patrimonio. En algunos casos esto se ha hecho como talleres temporales o materias optativas, aunque también hay quienes han conseguido una ubicación más estable dentro de los programas. Hay que hacer notar que cada vez que se plantea hacer un aprestamiento, los alumnos responden de manera muy positiva, especialmente si la formación tiene un sentido práctico. Prueba de ello son las ofertas de cursos y talleres que hoy encontramos en internet y que nos llegan casi a diario a través del correo electrónico. Sin embargo, sigue viéndose a las arquitecturas de tierra como algo “de adorno” en las carreras de arquitectura, tan de adorno como se ven otros temas conexos como el cuidado ambiental o la conservación energética.

No quisiera cerrar estas reflexiones sin echar una ojeada al asunto legal. Nuestros países han tenido un comportamiento muy disímil en esto. Además, no siempre se ha seguido una línea de trabajo ni se ha perseverado en una idea. Ha habido muchas idas y venidas, que se notan más en países federales que pueden manejar leyes provinciales particulares que no siempre coinciden con las nacionales. Aunque también es cierto, que los países unitarios suelen desconocer las identidades de sus regiones. Por eso, las leyes que dan cabida al uso de la tierra como material de construcción y las que lo prohíben se superponen a lo largo del tiempo, moviéndose por oleadas a la par de catástrofes, decisiones políticas e influencias comerciales, casi siempre sin haber estudiado el problema en su faz técnica y sin proponer una normativa seria y eficaz. Las disposiciones suelen ser muy contraproducentes pues no consideran de manera precisa las circunstancias particulares de edificación nueva, restauración de monumentos y toda la gama intermedia en la que no es cuestión de prohibir, sino de reforzar, consolidar y, las más de las veces, mantener en buen estado constructivo e higiénico.

Como se ve, mucho es lo que se ha avanzado durante el pasado siglo en estudios, mediciones, construcción y restauración. Pero queda aun mucho por hacer en los ámbitos de enseñanza, legislación y normativa. Esperamos que estos días de reflexión en este SIACOT nos permita un nuevo avance en el conocimiento, pero también la apertura de nuevos compromisos.

Bibliografía

ADOBE 90. *6th International Conference on Conservation of Earthen Architecture, Preprints,* Marina del Rey, 1990.

ÁLVAREZ, Raúl J., “Las Bóvedas de Uspallata”, *Revista de Arquitectura*, 32, Buenos Aires, agosto de 1923.

APARICIO, Francisco de, *La vivienda natural en la provincia de La Rioja. Noticia preliminar*, Separata de Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, tomo V, Buenos Aires, Coni, 1937. pp.429-433.

“Aporte contra la vinchuca”, *La Nación*, Buenos Aires, 23 de marzo de 1980.

ARGENTINA, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, *Tipos predominantes de vivienda natural en la República Argentina*, Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, sin fecha [1969].

BRASIL, Centro de Pesquisas e Desenvolvimiento, *Construção con solo-cimento*, Bahia, sin fecha.

--- *Manual práctico de construção con solo-cimento*, Salvador, Bureau, sin fecha.

CHALON, Pablo F., *El arte de construir de los antiguos peruanos*, Lima, Galland y Henriod, 1982.

Construcción con tierra, 1, Buenos Aires, Centro de Investigación de Hábitat y Energía, FADU, UBA, 2005.

DI LULLO, Orestes, GARAY, Luis G.B., *La vivienda popular de Santiago del Estero*. Cuadernos de Humanitas. Facultad de Filosofía y Letras. San Miguel de Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, 1969.
FATHY, Hassan, *Arquitectura para los pobres*, México, Extemporáneos, 1975.
FIORETTI, Teófilo, *Arequipa y sus ruinas. Apuntes sobre los efectos del terremoto*..., Lima, Imp. del Estado, 1868.
HABITERRA, *Catálogo de la Exposición Iberoamericana de Construcciones de Tierra*, Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Bogotá, Escala, 1995.
HARTH-TERRÉ, Emilio, "Adobes...", *La Crónica*, Lima, 20 de junio de 1952.
HÜTTE, *Manual del ingeniero*, Barcelona, Gili, 1936.
MERRILL, Anthony F., *Casas de tierra apisonada y suelo-cemento*, Buenos Aires, Windsor, 1949.
NEVES, Célia M. y SANTIAGO, Cybèle C. (eds.), *I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra, Salvador (Bahia, Brasil). 16 a 18 de setembro de 2002, Anais,* Salvador, Projeto Proterra, Cyted, 2002.
OTTAZZI PASINO, Gianfranco, NEVES, Célia M., *Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificación de adobe, tapial, ladrillos y bloques de suelo-cemento*, La Paz, Habiterra, 1995.
PERÚ, Ministerio de Vivienda y Construcción, *Diseño y construcción con adobe estabilizado*. Lima, 1977
--- *El adobe estabilizado*, Lima, Industrial gráfica, 1978.
--- *Fabricación del adobe estabilizado*, Lima, 1977.
--- *Mejores viviendas de adobe*, Lima, Industrial gráfica, 1978.
--- *Normas para núcleo básico de vivienda unifamiliar*, Lima, 1978
--- *Vivienda y construcción. Plan de acción del sector. 1977-1980*, Lima, 1977.
PROTERRA, *Técnicas de construcción con tierra*, Salvador, Habyted, Cyted, setiembre del 2003, formato CD.
PROTERRA, *Técnicas mixtas de construcción con tierra*, [Salvador], Proyecto XIV.6 de Habyted, Cyted, julio del 2003.
Summa, Colección Temática, 19, Buenos Aires, Junio 1987.
Summarios, 19, Todos somos arquitectos, Buenos Aires, mayo de 1978.
SUTTER, Patrick de, *Ensayo de manual de materiales y métodos constructivos para la restauración en la región andina.* Cusco, Instituto Nacional de Cultura, 1978. Mimeógrafo.
TERRA 93. *7ª Conferência internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra, Comunicações,* Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, Lisboa, 1993.
UNESCO, *El adobe. Simposio Internacional y Curso Taller sobre Conservación del Adobe. Lima, septiembre 1983, Informe final y ponencias principales*, 1985.
VASARI, Giorgio, *Vidas de pintores...*, Buenos Aires, El Ateneo, 1945.
VELARDE, Héctor, "The 'adobe'", *El Arquitecto Peruano*, 15, Lima, diciembre de 1937.
VIÑUALES, Graciela María (comp.), *Arquitecturas de Tierra en Iberoamérica*, Buenos Aires, Habiterra, CYTED, 1994.

Graciela María Viñuales

Nacida en Buenos Aires, 1940.
Arquitecta por la Universidad de Buenos Aires, 1966.
Especializada en Restauración de Monumentos. UNESCO. Cusco, 1975.
Doctora en Arquitectura por la Universidad Nacional de Tucumán, 2002.
Temas de trabajo: Historia de la Arquitectura, Conservación del Patrimonio Arquitectónico, Arquitecturas de Tierra y Léxico de la Edificación.
Docencia regular en las Universidades de Buenos Aires, del Nordeste y Mar del Plata (Argentina), Pablo de Olavide (España), así como en diversas universidades de América y Europa. Desde 1964.
Más de ciento cincuenta publicaciones de América y Europa.

ACTUALMENTE:
Investigadora Principal del CONICET.
Asesora Emérita de la Comisión Nacional de Museos, Monumentos y Lugares Históricos de la Argentina.
Fundadora y Vicedirectora del Centro de Documentación de Arquitectura Latinoamericana, CEDODAL. Buenos Aires.
Representante Argentina en el Proyecto Proterra, dedicado a las Arquitecturas de Tierra.
Miembro del Comité Científico de las Maestrías en Gestión e Intervención del Patrimonio de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Mar del Plata.
Coordinadora del Doctorado en Gestión del Patrimonio. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla.
Presidenta del TICCIH Argentina (Comité Internacional de Patrimonio Industrial).

1.2

LA CONSTRUCCION CON TIERRA EN EL ECUADOR

Patricio Cevallos Salas
TECNOVIVA - INGENIERIA ALTERNATIVA
patriciocevallos@andinanet.net

Palabras clave: efectos del sismo - viviendas de tierra

Introducción

Hasta fines de la década de los sesenta, la tecnología tradicional de construcción de viviendas urbanas y rurales era de “muros portantes” de adobe, tapial, ladrillo, bahareque, con entrepisos de madera o losa y cubiertas de losa o madera y teja. La vieja ciudad de Quito y aquellos barrios que crecieron hasta fines de aquella década y parte de los setenta, conservan y mantienen “muros portantes”. Con el surgimiento de la época petrolera (1972) se inicia un proceso de modernización y de crecimiento de las principales ciudades que desencadenan la migración campo-ciudad.
El importante flujo externo de capitales y en especial el requerimiento de mano de obra para la construcción posibilitan la realización de programas de vivienda para distintos sectores sociales y, en la línea política de entonces, los llamados programas de vivienda de interés social. Para esos años la tecnología cambia en pro del hormigón armado que incide en los costos de construcción. Algunos técnicos proponen reducir costos con el uso de terro-cemento, iniciativa apoyada por el sector privado y las ONG’s.

En 1987, el sismo que afecta al norte de la Provincia de Pichincha, da la oportunidad de aplicar e investigar tecnologías en la construcción de aproximadamente 7.000 viviendas en su mayoría de tapial y adobe. En el área rural renace la efervescencia por el uso de la tierra y en la urbana se fortalece la construcción de residencias para sectores de clase media. Los argumentos económicos, ecologistas y de “casa sana” empiezan a tomar importancia y así se amplia un sector de la construcción, mirado con mucho recelo. En la actualidad, la construcción de viviendas rurales se ejecuta, como tradicionalmente se lo ha realizado, mediante mingas y uso de la tierra como material principal y, en general, sin mejoras tecnológicas de sismo resistencia.
En el espacio urbano se incursiona en el uso de esta tecnología orientándola hacia el servicio de clientes de clase media. En el Centro Histórico de Quito, Patrimonio de la Humanidad -declarada hace 25 años por la UNESCO-, se desarrolla un proceso de recuperación con el aporte de técnicos nacionales e internacionales que generan una importante escuela en la restauración de los distintos monumentos históricos.
En los primeros casos, los de la vivienda de clase media, es evidente la necesidad de capacitar y normar el uso de estas tecnologías y en el segundo, referido al patrimonio histórico de la ciudad, cabe el aprovechamiento de los avances logrados.



Fig. 1- Fig.2: Vista del centro histórico de Quito y de un ejemplo de arquitectura religiosa, se puede apreciar la presencia de construcción en muros portantes, típica de la época.

El Gobierno Nacional por intermedio del Fondo de Solidaridad Social (FISE), pretende llevar adelante un programa de infraestructura social con el uso de materiales locales y por consiguiente de la tierra, este proyecto que cuenta con fondos del BID se ha visto limitado en su ejecución por la falta de técnicos capacitados en el manejo de este tipo de tecnologías.

El sector rural

En el área rural las construcciones que se han mantenido en pie han sido las de "mayor edad", aquellas construidas con criterios adecuados al uso de de la tierra. En las viviendas "nuevas" donde los constructores han tratado de simular viviendas modernas y urbanas, se han suprimido varios elementos vitales de permanencia constructiva como la cimentación, las soleras y todos aquellos que, en su criterio, son innecesarios y evidentemente consumen recursos económicos que casi siempre resultan escasos e insuficientes.



Fig.3 - Fig.4: Estas viviendas son un ejemplo de construcciones que pese a no tener ningún servicio de mantenimiento, se han conservado.

En todo caso, las experiencias vividas a raíz de los sismos de 1987 y de 1996, durante los cuales vastas áreas rurales fueron fuertemente afectadas, han propiciado la conciencia de revisar errores y la necesidad de reforzar muros y demás elementos, lográndose un uso más adecuado de la tierra en especial dentro del sistema de autoconstrucción en lo que respecta al diseño de la planta arquitectónica y a los refuerzos utilizados.

La presencia de técnicos no siempre ha sido provechosa, la falta de conocimientos y de rigurosidad constructiva en los proyectos por ellos asistidos, han dado lugar a mantener errores que venían arrastrándose, de manera reiterativa en los procesos de autoconstrucción como lo evidencian los daños ocasionados a programas de viviendas.



Fig.5: Vivienda auto construida en la zona andina del Ecuador

Fig.6: Viviendas debidamente conservadas, cuya condición de estabilidad es adecuada.

El sector urbano

En el sector urbano, la construcción con tierra está siendo aceptada por los técnicos. Por la presión existente en el mercado (de altos costos y pocos recursos financieros), el cliente solicita la construcción de una vivienda con tal o cual material, viéndose los

profesionales obligados a incursionar en el manejo de estas tecnologías y, varios carentes de la capacitación requerida, se han aventurado a “copiar” elementos constructivos en tierra sin considerar el planteamiento general de una estructuración sismorresistente de muros portantes.



Fig.7 -8 : Vivienda de construcción mixta (madera/adobe) y vista de una vivienda de tapial

Existen ejemplos de un buen manejo de tecnologías con tierra, sin embargo, la realidad permite constatar que se cometen errores de concepto, pues prima la formación académica en hormigón y acero. Por ello es importante propiciar la capacitación a nivel de universidades y colegios profesionales.
La poca capacitación iniciada en algunas ciudades se caracteriza por ser parcial, temporal y dispersa y de la dictada no se puede derivar la existencia de un verdadero y sistemático interés por la temática.
Pese a lo señalado, la tierra es considerada como parte importante del sector de la construcción y los técnicos conocedores del tema son invitados a dictar conferencias, seminarios y cursos en distintas universidades, bienales de arquitectura, colegios profesionales y, en general, en foros donde el tema de la construcción es aludido.
De ahí la necesidad de sistematizar y organizar de manera sostenida y consistente la capacitación profesional en el uso de la tierra.

Las patologías
Es evidente que si una estructura de tierra, madera u hormigón armado no está debidamente capacitada para soportar un sismo, ésta se daña severamente y colapsa. El material utilizado en la construcción no es sinónimo de seguridad.
Los errores patológicos encontrados en la construcción en tierra se ubican generalmente en las fases y en los elementos que tienen relación con la implantación, la cimentación, la elaboración de adobes, muros, esquinas, encuentros de paredes, vanos, diseño y construcción de la cubierta y, evidentemente, las características de la mano de obra.



Fig.9: Estructura colapsada por mal diseño y errores los tijerales constructivos. Cubierta liviana de asbesto cemento mal diseñada.



Fig.10: Cubierta liviana mal diseñada, con colapso en el encuentro de hormigón armado, falló la unión y el anclaje a las vigas-solera de la cubierta



Fig.11: La falta de mantenimiento de la madera, especialmente de la expuesta a la intemperie causa su pudrición, se fractura y ocasiona colapsos en parte o toda la estructura.

La ubicación o implantación de la vivienda es de vital importancia. La vivienda debe estar retirada de taludes, ríos y cualquier accidente geográfico que pudiere, en algún momento, afectar su estabilidad.
Las viviendas que se adosan a otra deben tener una junta mínima de 10 centímetros, de manera que en la presencia de un sismo, los muros de adosamiento no se golpeen entre sí, pues los muros tienen o pueden tener diferentes períodos de vibración y diferentes tipos de rigidez, lo que provoca que uno de ellos martille al vecino.



Fig. 12: Vivienda implantada muy cerca del talud. Su en el muro correspondiente al talud fue debido al iento del suelo. La vivienda de hormigón construida de adobe golpeó y fracturó el muro de adobe.

Como se conoce la cimentación es el elemento que permite que la vivienda se sujete contra el suelo y que las cargas sean transferidas de manera eficiente. El cimiento, en consecuencia, tiene especial importancia para evitar que las viviendas “caminen”.
Esto ocurrió -por ejemplo- en la comunidad de La Gloria en Pujilí – Ecuador, donde las viviendas por efecto del sismo no resistieron el deslizamiento y destruyéndose todas las existentes en el área.
En toda vivienda es necesaria y debe existir una cimentación implantada sobre un suelo duro o medianamente duro y estable.
La cimentación debe tener una profundidad mínima de 60 centímetros y un ancho 40 centímetros.
Debe estar construida con hormigón ciclópeo o con mampostería de piedra, dejando un sobrecimiento mínimo de 20 centímetros sobre el nivel natural del terreno, para evitar el ascenso de agua por capilaridad y el deterioro respectivo de la base del muro de tierra.
Los muros deben estar construidos con adobes estabilizados o no, pero que necesariamente cumplan los requisitos de una elaboración adecuada.
Deberán tener la suficiente capacidad para soportar los esfuerzos de tracción que se producen en un sismo, por lo que para ello deben tener algún tipo de refuerzos, sean de caña, madera, acero, malla exterior, etc.
Estos refuerzos deben anclarse en el cimiento y llegar hasta la viga solera, los verticales y los horizontales se colocarán cada 3 ó 4 hiladas, de manera que el muro tenga la capacidad requerida para disipar los esfuerzos de tracción y su

comportamiento sismorresistente mejora de manera sustancial, evitando la disgregación de los elementos constitutivos del muro y el colapso total de la vivienda.
Las esquinas y encuentros de paredes son los sitios donde se concentran los esfuerzos y por lo tanto deben tener suficientes refuerzos, de forma que éstos funcionen como “costura” de las paredes.



Fig.13: Nótese la esquina de 30 x 30 ¿resistirá a empuje lateral?



Fig.14: Trabe esquinero mal elaborado

Los contrafuertes deben ser lo suficientemente resistentes para evitar el desplazamiento lateral del muro, deben convertirse en un verdadero apoyo con la debida resistencia. De no ser así, los contrafuertes son despedidos o se fisuran con mucha facilidad, quedando el muro expuesto a esfuerzos de flexión.
En la construcción de los muros en especial, la mano de obra debe ser debidamente calificada. Los errores en la elaboración del mortero y de la colocación de los adobes, son causas muy comunes para la fisuración y colapso de paredes de adobe. En las fotografías se observan como la falla es potenciada debido a errores constructivos.



Esquinas con defectos por trabajos de albañilería.

Mala calidad del mortero, las juntas no están debidamente selladas. Varios adobes presentan las caras limpias, eso indica que no existía ninguna vinculación entre hiladas.
Las puertas y ventanas deberán llegar, de preferencia, hasta la solera y si se requiere dinteles, éstos deben rebasar a cada lado del vano 40 centímetros, de lo contrario los dinteles romperán las esquinas de los vanos. Esta fisura es a 45°.
Cuando los vanos son mayores que la tercera parte de la longitud del muro, se concentran muchos esfuerzos y la rotura es casi inevitable, transformándose este vano en un posible plano de falla.
Es recomendable que se coloque algún tipo de refuerzo en el antepecho.
Las soleras o cadenas de cubierta que pueden ser de madera o de hormigón armado deben estar debidamente ancladas a las paredes, así se logra que se consolide y

sujete la cubierta contra el muro y que la transmisión de los esfuerzos sea más uniforme, ala vez que la solera actúe como un collar superior que evite la fisuración de las esquinas y encuentros de muros.



La cubierta mal diseñada, las soleras sin anclaje a los muros, los muros de mala calidad y con mucha altura.

En el caso de los muros con un extremo libre, la solera tiene una vital importancia. Si el anclaje no es adecuado el muro flamea y colapsa.
La cubierta debe ser diseñada de manera que no produzca empujes laterales en los muros que pueden desestabilizarlos.

Este elemento, tradicionalmente pesado ya sea porque se lo construye con madera y teja de barro y, en muchos casos, se lo usa en la cumbrera como bodega de granos, produce importantes fuerzas de tracción que en ausencia de un elemento que las equilibre, expulsan al muro y colaboran con la fisuración de las esquinas, provocando en muchos casos que la cubierta se precipite al interior de la vivienda.
Las fotografías son elocuentes, en especial, respecto de cómo la cubierta mal diseñada provoca la expulsión de los muros y como éstos se desplazan fuera de su plano y colapsan.
Cabe en especial señalar que los muros colapsados corresponden a los que soportan la estructura de la cubierta y por su mal diseño no permiten absorber los esfuerzos de tracción que desplazan finalmente a los muros.
Por lo tanto en las cubiertas que usan el sistema de tijerales, es conveniente y necesario que “el sistema estructural del techado garantice la estabilidad lateral de los tijerales”.
Los muros de adobe o de bloques de terro-cemento (BTC) tienen la particularidad de fisurarse por las juntas de albañilería, por lo que es importante que los morteros tengan como mínimo la misma calidad que la de los adobes o BTC.
La mala calidad de trabes en el muro produjo una falla tipo sandwich y colapsó la mitad de éste.
Actualmente y pese a las dolorosas experiencias en los sismos pasados, la calidad de construcción, no en todos los casos, se mantiene con errores que antes se han señalado, como se puede observar en las fotografías siguientes.



Nótese como la construcción tiene poca mampostería y las esquinas son poco estables.

La Norma Ecuatoriana de construcción con Tierra

Por lo señalado varias instituciones nos hemos reunido con el propósito de elaborar una propuesta de Norma Ecuatoriana de Construcción con Tierra y, para tal fin hemos integrado el grupo **NORMATIERRA** conformado por:

- Escuela Politécnica Nacional
- ECOSUR
- FUNHABIT
- Ingeniería Alternativa/PROTERRA
- Markahábitat

El grupo debidamente reconocido por el Código Ecuatoriano de la Construcción dentro del "Capítulo de Norma para viviendas de uno y dos pisos" ha trabajado desde fines del año anterior y cuenta para la fecha con un borrador de Norma.

Esperamos lograr el debido aporte económico para realizar varios ensayos y simulaciones en el muro de reacción del laboratorio de la Politécnica, para verificar lo mandante mediante la Norma.

Se pretende que la Norma regule la construcción con adobe, tapial y mixta al igual que la restauración y recuperación de monumentos históricos.

Conclusiones y recomendaciones

El análisis de los casos observados, con frecuencia lamentablemente, torna necesario advertir sobre la importancia de que las construcciones en y con tierra se ajusten a normas técnicas y, en caso de no existir recomendaciones expresas, se rijan por lo menos a los criterios fundamentales de sismo resistencia en la construcción.

Es importante e imperativo –por responsabilidad con la comunidad- que se logre normar la construcción con tierra y en general con materiales alternativos y de esta manera "formalizar" el uso de estos materiales y exigir la capacitación de los técnicos en todas las instancias de formación.

El trabajo comunitario debe ser debido y responsablemente organizado. No cabe la improvisación cándida o audaz, ni la presencia de trabajos de obreros no calificados que ejecuten tareas para las que no están capacitados.

Esto sucede con frecuencia en la construcción de viviendas generalmente promovidas por organizaciones que en el afán de reducir los costos utilizan mano de obra comunitaria no capacitada, carente de supervisión, cuyos resultados, en algunos casos, son expuestos en este documento.

La construcción en tierra debidamente ejecutada, es estable. Lamentablemente la carencia de normas hace que se omita mucha información existente sobre criterios adecuados para su construcción.

En la modalidad muy común de la minga en el área rural, donde las tareas de construcción se hacen de manera comunitaria y en el caso de las viviendas, todos hacen las casas de todos, es necesaria la capacitación a los líderes o jefes de construcción de las comunidades. Las experiencias personales de estas acciones han sido satisfactorias.

En el trabajo comunitario, la organización de tareas debe ser hecha técnica, y profesionalmente a conciencia, ya que éste garantiza la calidad de la construcción.

Quito, 20 de mayo de 2006

COMISIONES



El presente de la Arquitectura en tierra: Creatividad y sustentabilidad

2.1

LOS VALORES Y SIGNIFICADOS DEL PATRIMONIO VERNACULO EN TIERRA

Su relación con la conservación y con la construcción de nuevas obras en la región de Cuyo - Argentina

Silvia A. Cirvini* - José A. Gómez Voltan
Programa AHTER – Unidad Ciudad y Territorio – INCIHUSA – CONICET
CRICYT – Mendoza – Avda. Adrián Ruiz Leal s/n Parque Gral. San Martín -Mendoza
scirvini@lab.cricyt.edu.ar - gvoltan@lab.cricyt.edu.ar

Palabras clave: valores - significados - patrimonio vernáculo

Resumen
En nuestra región, particularmente en Mendoza (Cuyo - Argentina), el patrimonio vernáculo en tierra ha quedado aislado como elemento *arcaico* dentro del proceso cultural. Es decir es algo que pertenece al pasado, ya no está vinculado a un *"modo de construir emanado de la propia comunidad*", en tanto arquitectura tradicional o espontánea sin mediación profesional o especializada. Ha contribuido en esta ruptura tanto el efecto destructivo de los sismos sobre las construcciones antiguas de tierra cruda como el hiato cultural producido por el abandono y desprestigio del material y los sistemas de tierra. Hoy la arquitectura de tierra vuelve como una novedad impuesta por la moda.

Nuestra ponencia propone plantear en forma preliminar las hipótesis acerca de la determinación de valor y significado, enmarcado en el PICT "Bienes Culturales y Desarrollo local", en este caso particularmente dirigido al patrimonio de tierra cruda y los problemas que presenta su conservación, mantenimiento o restauración.
Buscaremos identificar los nudos de la problemática que liga la conservación del patrimonio vernáculo, y el desarrollo de arquitectura actual con material de tierra cruda.
Asimismo intentaremos explicarnos cómo se vinculan entre sí, los diferentes bienes identificados como "arquitectura de tierra", tanto en cuanto a los significados como en cuanto a las prácticas. Podemos identificar (según la categorización de Raymond Williams) los elementos ***arcaicos*** (patrimonio museístico), los ***residuales*** (originados en el pasado y resignificados en el presente) y los ***emergentes*** (nueva arquitectura en tierra).

Nuestro trabajo en investigación histórica y tecnológica se ha centrado en la consideración y estudio de los elementos residuales, como componentes "activos" en el presente, capaces de admitir y alimentar nuevos significados. Si entendemos que los saberes y prácticas tradicionales vinculados a los sistemas de tierra fueron desplazados a un ámbito desvalorizado de la cultura, su reinstalación productiva en el presente dependerá de los procesos de resignificación (en lo simbólico) de sus valores, considerándolos precisamente elementos residuales factibles de ser reformulados como un capital cultural en la actualidad. Este proceso es paralelo al necesario y esperable mejoramiento técnico que el desarrollo científico – tecnológico del presente puede aportar al uso de la tierra como material de construcción.
Los enfoques culturales aferrados a lo arcaico son ineficaces con relación al uso social del patrimonio histórico por cuanto lo convierten en objeto de contemplación y sacralizan la relación con el pasado, proponiendo un consumo pasivo, distante, ritualizado. Aquellos otros que se asientan exclusivamente en lo emergente olvidan y desvalorizan el capital cultural del pasado. El camino más comprometido y responsable parece orientarse a propuestas que apunten a articular el pasado con el presente a partir de los elementos residuales y se apoyen en la resignificación de los mismos dentro del proceso social actual.

Introducción

El tema que proponemos plantear es un desarrollo preliminar enmarcado en un proyecto trienal que llevamos a cabo sobre "Bienes culturales y desarrollo local…" [1](2005-2008). Nuestro objetivo en esta ponencia es plantear las hipótesis y exponer algunos avances sobre el tema y en particular dejar abierto el debate para el caso del patrimonio vernáculo de tierra en la región de Cuyo. La pregunta de la que partimos es: cómo interviene el **valor y el significado** en la conservación de estos bienes patrimoniales y de qué manera determina el desarrollo en la actualidad de la construcción con tierra.

Diversas razones confluyeron para motivarnos a traer este tema, apenas esbozado a este Seminario. El desarrollo del mencionado proyecto nos enfrentó con un doble problema, teórico o conceptual y metodológico: el de la valoración de los bienes. Esto nos obligó a una revisión de nociones y conceptos que se utilizan en forma automática, o mejor dicho no-conciente, dentro del campo de la preservación pero que desde nuestra perspectiva presentaba dificultades en la interpretación de los alcances en los procedimientos de valoración.

Por otro lado, el tema – problema de la construcción con tierra, objeto de estos seminarios, nos ha llevado a reflexionar desde hace tiempo en las dificultades que presenta en nuestra provincia en particular y en la región de Cuyo en general la construcción con tierra, no sólo por razones de índole técnica vinculadas a la condicionante sísmica, sino por la desvalorización y el desprestigio del material en el plano cultural y simbólico. De allí surgieron los interrogantes que fueron vinculando los conceptos de valor, significado, identidad, memoria, patrimonio, etc.

¿Cuándo uno se pregunta sobre algo? ¿Cómo surge la pregunta? Es probable que esto suceda cuando la explicación del problema no satisface, no convence, es más introduce una cierta incertidumbre acerca de que en ese punto hay algo no resuelto, o al menos del modo cómo lo estamos viendo. Por ello nos propusimos darle forma a estas inquietudes y plantear las hipótesis que guiarán la continuación del presente trabajo.

- **Por qué ligar valores y significados.**

Tres motivos principales podemos señalar:

a) La evidencia de que la valoración como proceso tiene una importancia clave en la preservación patrimonial y el escaso tratamiento sistemático y científico que el tema ha tenido.

b) La "homologación" o "equivalencia" entre significado y valor tanto en la literatura específica como en las Cartas y Recomendaciones de organismos internacionales o de Congresos y Seminarios del tema patrimonial.

c) La fuerte imbricación que tanto la valoración como el significado tienen en los procesos de integración cultural del patrimonio a la vida del presente, procesos que no casualmente se denominan: resignificación, revalorización, resemantización.

- **Definiendo conceptos**

Valor: *(Del lat. valor, -ōris).Grado de utilidad o aptitud de las cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite. Cualidad que poseen algunas realidades, consideradas bienes, por lo cual son estimables.*

Significado: *Significación o sentido de una palabra o de una frase. Cosa que se significa de algún modo. Contenido semántico de cualquier tipo de signo, condicionado por el sistema y por el contexto.*

Sentido: *Modo particular de entender algo, o juicio que se hace de ello. Inteligencia o conocimiento con que se ejecutan algunas cosas. Razón de ser, finalidad. Significación cabal de una proposición o cláusula.* [2]

En términos muy generales podemos entender como ***valor*** *cada una de las cualidades por las cuales un bien es estimable.*

El significado es una noción diferente:
Los bienes arquitectónicos pueden ser considerados signos que tienen una cara material: el significante y una inmaterial: el ***significado.*** *En tanto producto cultural, un edificio tiene un significado arquitectónico inicial que proviene tanto de la función que satisface (hospital, vivienda, escuela) como del modo formal y expresivo (morfología, composición, estructura) con que resuelve su función primaria. Estos significados pueden ir cambiando, mutando a lo largo de la vida del bien. El significado puede perderse o tornarse muy débil con el transcurso el tiempo, cambian las necesidades y el edificio puede convertirse en obsoleto e inútil desde el punto de vista práctico. Es entonces donde podemos decir que el significado inicial ha devenido en* ***significado cultural.***
La pérdida de significado puede conducir a la desvalorización pero son conceptos y procesos diferentes.
Los valores tienen polaridad en cuanto son positivos o negativos, y jerarquía en cuanto son superiores o inferiores.
Los significados no tienen polaridad ni jerarquía, son más o menos intensos o débiles, son acumulativos con relación a la vida histórica de los bienes y relacionan las distintas dimensiones del contexto en el que se insertan.

La valoración de los bienes arquitectónicos
En la conservación de Bienes Culturales, la asignación de valor (en forma explícita o tácita) es un factor determinante de la serie de acciones que sobre ellos se puede aplicar y condiciona ya sea su integración a la vida del presente, o su abandono o pérdida.
La valoración es un aspecto básico pero a la vez controversial por cuanto es una operación que deriva en una diacrisis: valioso/no valioso, que establece agrupamientos con consecuencias legales y prácticas sobre los bienes.
Es decir, determinar el "valor" de un bien implica aplicar categorías, criterios, parámetros, sean estos explícitos o implícitos, se usen en forma expresa y conciente o de modo tácito y no-conciente para el actor.

- **La valoración de los "expertos"**

La valoración puede desarrollarse en diferentes ámbitos: de especialistas, de las instituciones o actores que tienen decisión sobre los bienes, y la sociedad en general, que de acuerdo a los diferentes casos comprende sectores como usuarios directos, público en general, potenciales usuarios o públicos posibles. Son también diferentes los mecanismos, las categorías y los instrumentos que en cada uno de esos ámbitos los actores disponen y utilizan para valorar. Las disímiles "visiones" que desde diferentes posiciones en el campo social despliegan los diferentes actores se explican en los intereses que poseen en torno a los bienes, que no sólo son distintos sino a veces hasta contrapuestos.
Nos interesa particularmente la valoración en el ámbito de los especialistas porque condiciona las valoraciones sociales, porque contribuyen a modelar el imaginario social en torno a los bienes, porque inciden y legitiman las valoraciones desde el ámbito de lo político y tienen, en general, el peso adicional que implica provenir del discurso científico técnico, como voz autorizada en la materia.
También es importante que analicemos la valoración en este ámbito por cuanto es desde la voz de los especialistas que en nuestras sociedades modernas se fundamenta el por qué hay que preservar, qué hay que preservar y cómo. El discurso científico técnico es un discurso rector y sostén de todo el proceso social que implica la conservación en nuestros días. Esto no significa que siempre se escuche la voz de los especialistas, que se proceda tal cual lo indican; es más es frecuente que sean desoídos, relegados e ignorados particularmente por los grupos de decisión, pero es en general la voz "legítima", aquélla que señala el "deber ser", la que representa "los intereses generales" y señala el objetivo al que la sociedad debe apuntar.
Pero los ámbitos académicos, científicos y técnicos no presentan una posición homogénea respecto de la valoración de los bienes, aún desde una misma disciplina. No siempre existe consenso entre los expertos para establecer estos criterios, ni cómo cuantificar, medir o

ponderar las diferentes dimensiones valorativas, así como tampoco si se ubican en un orden de importancia entre sí. El debate teórico en desarrollo en torno al tema tiene implicancias en lo metodológico y lo instrumental y se articula a diferentes enfoques de la vida cultural del presente y su vinculación con la sustentabilidad económica social y ambiental del espacio urbano y territorial.
Tanto desde la historia del arte como desde la de la arquitectura el proceso de formulación de un juicio de valor puede parecer un hecho bastante subjetivo y que depende, en gran medida de la destreza del experto que valora.[3] Pero no es destreza sino que quien mira tiene la mirada entrenada por su formación, porque su mirada está ya estructurada. En el proceso de valoración se deslizan juicios de valor que implican actos de imaginación, en la medida que ve más allá de lo aparente. Sin embargo una lectura sociológica del fenómeno permite advertir cómo el experto posee internalizado el "habitus" profesional el que, de manera no conciente lo lleva a aplicar las categorías, a operar esa distinción o diacrisis para separar lo valioso de lo que no lo es, aplicando criterios propios de su posición dentro del campo artístico o arquitectónico.

- **Valores y Patrimonio en el siglo XX**

El campo de la conservación patrimonial se ha ido definiendo como campo disciplinar y práctica especializada desde fines del siglo XVIII (si bien la conservación monumental se retrotrae a Roma y la reutilización de edificios es casi tan antigua como la civilización). Este proceso se desarrollará en coincidencia con la conformación y consolidación de los estados nacionales.
La conservación adquirió una función netamente política e identitaria que justificaba hasta las reconstrucciones que alimentaban el relato histórico estructurante de la identidad de las nacientes naciones. Ya en el siglo XIX se plantearán las dos posiciones básicas de esta disciplina que se vincula en un momento coincidente con el auge de la arqueología, el desarrollo del romanticismo y de los historicismos que validaban todos los lenguajes históricos del pasado. Estas dos posiciones básicas eran: conservar o restaurar. Hasta el presente estos modos de ver el problema tienen implicancias en la práctica patrimonial.

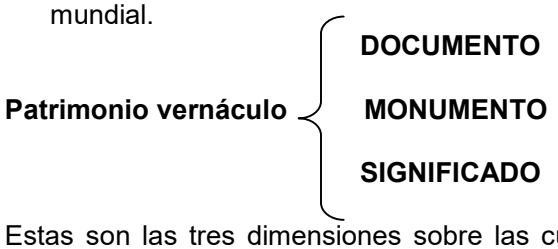
Pero quien habrá de revolucionar el concepto de la valoración será el historiador y crítico austriaco Alois Riegl en su trabajo "El culto moderno de los monumentos" (1903)

Riegl formaliza la diferencia entre lo que es un monumento intencional (conmemorativo) y lo que es un monumento histórico artístico. El primero es aquél que tiene la función de recordar un evento o un personaje del pasado; tiene la función de conmemorar, de recordar, los monumentos históricos y artísticos, en cambio, son aquellos que testimonian la cultura del pasado en sentido general. También analiza y recorre el sentido de los conceptos "valor artístico" y " valor histórico", a lo largo del tiempo.
La noción de valor histórico que utiliza Riegl es netamente contemporánea, ya que está asociada a la cultura, al concepto de testimonio del desarrollo cultural que permite traer el pasado al presente
El valor artístico es entendido como "voluntad artística" lo cual también indica su vanguardismo en cuanto no se sujeta a las jerarquías de una estética normativa que ubica una parte de la producción por encima del resto, es decir, Riegl plantea que no existe ningún momento de la producción artística del pasado que prevalezca sobre otro.
Asimismo introduce una serie de nuevos valores, el más importante desde su perspectiva lo llama el "valor de lo antiguo", o "valor de antigüedad". De modo anticipatorio advierte el peso que este valor adquirirá en la sociedad de masas. Las marcas del tiempo sobre los monumentos suscitan en el público sentimientos "vagamente estéticos". Mientras el valor histórico remite a un saber (que es necesario poseer para poder decodificar) el valor de antigüedad es perceptible por todos, es captado con facilidad por el público masivo, es más produce una seducción particular que será premonitoriamente anunciada por Riegl como el valor dominante en los monumentos del siglo XX.[4]

Define dos importantes grupos o categorías de los valores: de “rememoración” y de “contemporaneidad”. El primero articulado al pasado hace intervenir la memoria (que relaciona el pasado a través de los valores artísticos, históricos y valores de lo antiguo); otro grupo se relaciona con los valores "contemporáneos" y se articula con el presente, estos son "valor de uso", "valor de novedad" y "valor artístico relativo" (positivo o negativo)

¿Qué sentido poseen los bienes culturales en nuestro mundo actual? La respuesta a esta pregunta estará vinculada a la delimitación de lo que consideramos que es patrimonial y lo que no lo es. El siglo XX nos hizo transitar del monumento aislado a los conjuntos, de la historia como clave exclusiva de legitimación a la cultura como nuevo eje de valoración de un universo enriquecido de bienes.
Este camino insinuado en los años 60 y que alcanzó un desarrollo inusitado en las dos décadas siguientes enriqueció pero también problematizó el panorama de conservación. Diversos factores han incidido en este fenómeno desde nuestro enfoque:

a) Ampliación de los ámbitos de consideración del Patrimonio Cultural: Con una progresiva evolución durante la segunda mitad del siglo XX se transitó desde la conservación de monumentos históricos a la preservación de conjuntos, áreas, paisajes, etc. Se ligó la conservación de los bienes inmuebles con los objetos y bienes inmateriales o intangibles, formando redes complejas en la diversidad cultural. En este proceso se transitó hacia una visión antropológica del problema donde se liga, en lo cultural lo tangible y lo intangible, se incorpora el patrimonio vernáculo, el industrial, el rural, etc.
b) Mutación de los puntos de vista eurocéntricos en los criterios de valoración y en la consideración de lo que es recomendable “conservar”. Reconocimiento de la pluralidad y la diversidad cultural y étnica. Desde 1972 la UNESCO apunta con sus recomendaciones, cartas y proyectos a la mundialización de la noción de Patrimonio, evidencia del tránsito hacia un mundo cada vez más ligado e interdependiente.
c) Consenso en promover un uso activo e integrado a la vida del presente. El Patrimonio es progresivamente integrado a las políticas públicas de todos los países como recurso socio-económico. Este fenómeno se ha acrecentado en la última década con la difusión del uso turístico, que apunta a desarrollarse como una industria poderosa a escala mundial.



Estas son las tres dimensiones sobre las cuales se puede valorar un bien del patrimonio arquitectónico, aplicable tanto a las obras “monumentales” como al patrimonio modesto.
La primera condición del monumento es su carácter de documento, de una época, acontecimientos, como memoria del pasado. Esta capacidad documental es la que le permite brindar información, no sólo del monumento mismo sino de la sociedad que lo produjo. Todo edificio patrimonial brinda información rica y valiosa de la arquitectura, el arte y la técnica del pasado y en muchas ocasiones es la única fuente documental disponible para su estudio.
Junto a la condición documental es necesario identificar los valores específicamente arquitectónicos: por su uso, la presencia activa de valores artísticos, constructivos y espaciales propios de la arquitectura. La valoración específica del monumento como obra de arquitectura radica en el grado de eficacia con que responde a la función (entendida como utilidad y como significación), en la racionalidad y creatividad con que se han utilizado en él los materiales y sistemas constructivos que permiten darle forma y definir el espacio.
Un tercer aspecto a tener en cuenta en el análisis del bien construido para poder determinar su condición patrimonial es su valor significativo, es decir, lo que significa mas allá de lo funcional y práctico, lo que supone para las personas o la comunidad que se relacionan con él, desde un punto de vista emblemático o simbólico.

La activación social de los "discursos patrimoniales"

Desde 1975 (Declaración de Ámsterdam) con la "conservación integrada" hasta el 2000 con el cuidado ambiental y el desarrollo sustentable, los Bienes culturales (un universo cada vez más amplio y más diverso) están disponibles para ser valorados como recursos económicos además de culturales.

La experiencia acumulada y la reflexión teórica, han alimentado el desarrollo de un campo pluridisciplinar en torno del patrimonio, que no sólo abarca a los arquitectos e ingenieros vinculados a la conservación material y a la restauración sino a toda una serie de profesionales y técnicos que abordan la articulación con lo social. Este desarrollo en los ´90 se liga a la sustentabilidad ambiental y el mejoramiento de la calidad de vida, e impacta en un doble sentido en el proceso de valoración del patrimonio.

Por un lado ha tenido un efecto sobre lo social: la progresiva democratización en el uso y disfrute de los bienes, con un consumo más igualitario y un acceso al patrimonio a sectores marginados de la vida cultural pocas décadas atrás de este proceso. Los discursos acerca de lo patrimonial ya no están dirigidos a núcleos estrechos de las elites, a los especialistas o a un público erudito.

Por otro lado la teoría social del patrimonio ha contribuido, en consonancia con un consenso acerca de una visión antropológica de la cultura, a recoger las voces del pasado que anteriormente no tenían entidad significativa: la de sectores subalternos, la de actores no reconocidos o no visualizados en los discursos oficiales de la cultura. La gente "común" y la vida de la "gente común" entraron en el escenario. Esta situación amplía el espectro de consideración de bienes y actualiza la formulación de juicios de valor: "lo valioso" / "no valioso", para quién /quienes, desde qué lugar, en un marco de pluri-multiculturalidad o diversidad cultural.

Veamos entonces cómo este abanico de situaciones, enfoques, campos, bienes de diferente tipo e índole. ¿Qué valores, criterios, categorías podemos entonces aplicar cuando el conjunto cambiante, provisorio de bienes puede estar siempre sujeto a revisión, a nueva consideración?

El valor artístico y el valor histórico tienen ejes de definición claros, definidos, desde el campo artístico (o arquitectónico en particular) o desde la ciencia histórica. La aplicación de criterios vinculados al valor cultural introdujo inestabilidad e incertidumbre; el aporte de la antropología a un universo ya heterogéneo de bienes de naturaleza y tipologías diversas, contribuyó a vincular los bienes al complejo mundo de lo inmaterial, las tradiciones, las prácticas con toda la riqueza que ello supone pero también contribuyó a hacer visible la capacidad del patrimonio de convertirse en escenario de la conflictividad social. Hoy el tema patrimonial se ha ido configurando como ciencia social, más allá del círculo de los especialistas.

La selección de elementos para determinar que es y que no es patrimonio lleva implícito la pugna por imponer o activar un determinado proyecto social cultural y hasta político. Esto ha sido elaborado desde distintas posiciones que vinculan los aspectos técnicos con los culturales, sociales y políticos.[5]

El debate sobre la autenticidad "es un falso debate", afirman algunos autores.

> *"El verdadero problema es dilucidar cuándo un elemento "material" o un elemento mal llamado "inmaterial" pasa a ser etiquetado como bien, qué intereses y qué grupos sociales están interesados en materializar con determinados bienes una "historia" entre varias posibles. Si partimos de que los bienes no tienen un valor en sí mismos el debate patrimonial se desplaza de forma inevitable, en diversos aspectos, del nivel "técnico" o "científico" al campo de la política. No podemos definir previamente qué es el patrimonio sin antes haber definido para qué nos sirve la patrimonialización en un contexto histórico determinado, cómo y quién capitaliza dicho proceso"*[6]

En las construcciones monumentales propiamente dichas, además de su autenticidad, desde las cartas y recomendaciones se insiste con fuerza en la necesidad de conservar su integridad, entendida como resultado de todos los testimonios del pasado que están presentes en el edificio. Esto tiene que ver con la dinamicidad de lo cultural, de lo móvil que puede ser el tema de las "identidades" y por ende los cambios en la selección que hacemos del pasado.

Veamos que sucede con la vigencia o permanencia de los valores. Cada sociedad, para cada tipo de bienes pone en juego los valores que expresa el bien para ese presente. Pero estos valores no son inalterables e inmutables, cambian con el transcurso del tiempo. Ahora bien el cambio de los valores del presente conduce, por consiguiente, a una distinta elección de los valores del pasado entre todos aquellos que pueden identificarse en el monumento. De allí la importancia de conservar la integridad del bien, si los valores cambian, y por consiguiente también las modalidades de las identidades, algo debería permanecer inalterado para que las identidades mismas puedan realizarse con referentes seguros e incontrovertibles. Ese algo, afirman los especialistas que elaboraron la Carta de Cracovia, no puede ser otra cosa que el elemento de permanencia de cada uno de los elementos del patrimonio, que condensan en su materialidad el entretejido de significados
El patrimonio, en tanto construcción pone en juego distintos proyectos de sociedad, por ello también es espacio de conflicto. Como referentes concretos de la identidad los bienes culturales son espacios de "tensión" donde pueden condensarse significados y por lo tanto leerse los conflictos sociales. El Patrimonio Cultural es un conjunto de bienes materiales y simbólicos que cohesionan una identidad, nacional o regional, social o étnica. García Canclini dice que "lo que cada época y cada sociedad definen como patrimonio, como cultura propia no es (...) sino la metáfora de una alianza social". Y esto es así porque el patrimonio es también un espacio de lucha material y simbólica entre los diferentes grupos que constituyen una sociedad. En este sentido, el Patrimonio Cultural puede funcionar como un recurso para reproducir las diferencias sociales y sostener una apropiación desigual de la herencia cultural. La sociología y la antropología han producido teorías que explican este fenómeno y los mecanismos invisibilizados que operan en la sociedad moderna en la formación y apropiación desigual de estos bienes.
Son los grupos dominantes en una sociedad quienes tienen el vínculo más estrecho con el conjunto de bienes identificado como "patrimonio cultural", porque han sido ellos quienes han participado en su construcción, selección y acumulación a través del tiempo, porque en suma, han detentado los recursos económicos, intelectuales y técnicos para autoconferirse el privilegio de administrar ese patrimonio, en nombre de todos. Esta relación desigual de los diferentes grupos sociales con el patrimonio heredado es de esperarse que se vaya atenuando a través, por una parte de políticas culturales tendientes a la democratización y por la otra, al consenso y difusión de una noción antropológica de cultura, que permita terminar en la práctica con una distribución jerárquica de las expresiones culturales.

Construir con tierra en la región: Significados y valores
La mayoría de los edificios de valor patrimonial público más antiguo que posee Argentina, están construidos en mampostería de adobe o tapia. En algunas regiones, como el Noroeste y Cuyo, este patrimonio alcanza cifras muy altas, entre el 75 y el 90% del total de los Monumentos Históricos declarados como tales. Este patrimonio, por lo general de la época colonial, es el más vulnerable a erróneas intervenciones, el más afectado por la irrupción de técnicas y materiales modernos, agresivos y contradictorios al mensaje histórico de autenticidad que atesoran las obras en sus componentes materiales y tecnológicos.
El valioso patrimonio arquitectónico de estas provincias se ubican en las zonas urbanizadas, o en los oasis periurbanos, con cabeceras en las ciudades de Mendoza y San Juan, emplazadas en la franja de más alto riesgo sísmico. La restauración de arquitecturas de tierra en área sísmica expone y plantea los problemas más difíciles y más críticos de estos sistemas y materiales. Pero no es un problema técnico o tecnológico solamente, es un problema cultural y social. Hay factores locales que inciden en la conservación de las obras

como los materiales empleados, las tecnologías, el emplazamiento, el clima y los desastres naturales a los que pueden estar sometidas. Pero también están los significados y los valores y disvalores que la tierra tiene en el imaginario colectivo de nuestras sociedades. La fuerza de ciertos conceptos, la inercia que mantienen las mentalidades en el tiempo, atentan contra el desarrollo de las arquitecturas de tierra y ponen en peligro el patrimonio comprometido.

En el caso de la provincia de Mendoza, hay dos tipos fundamentales de edificios de este patrimonio vernáculo en tierra: uno de escala monumental (molinos, bodegas, capillas, casas patronales), por lo general con declaratorias de MHN (Monumento Histórico Nacional) y todo un vasto conjunto de obras menores, de arquitectura doméstica rural y urbana, que incluye un importante conjunto de edificios de bodegas que carecen completamente de protección y de atención.

Tanto unos como otros padecen la situación de subordinación y de desvalorización de las construcciones con tierra. En el caso de los edificios monumentos no tienen un tratamiento particular y planes de manejo adecuado. Por ejemplo, no tienen mantenimiento periódico y eso es fatal para las construcciones de tierra. Si bien son los monumentos más "económicos" en tanto las obras necesarias para su cuidado y mantenimiento son por lo general los que en peor estado se encuentran.

Los bienes menores de la arquitectura doméstica y el llamado "patrimonio modesto" no tienen mejor suerte. Son víctimas de la mixtura de materiales y sistemas y padecen de intervenciones adecuadas y antirreglamentarias ya que como toda intervención en edificios de adobes está prohibida las obras de reforma se hace de manera clandestina.

Entre las principales dificultades que plantea el desarrollo de la construcción con tierra hemos podido identificar:

- **Desprestigio en el plano simbólico:** La modernización de Argentina como proceso temprano y generalizado a lo largo del siglo XX, impactó notablemente en los hábitos y prácticas de la construcción. En Mendoza, la prohibición del uso y las limitaciones impuestas desde la reglamentación municipal a obras en edificios de adobes contribuyó a incrementar progresivamente el desprestigio del material y los sistemas. La pérdida de valor y de significado del patrimonio vernáculo en tierra "arrastra" a la construcción actual con tierra a un anticipado desprestigio, le imprime un dis-valor inicial que dificulta su desarrollo.
- **Recursos humanos artesanales, técnicos y profesionales:** Son escasos los recursos técnicos especializados en el manejo de estas tecnologías, tanto en el plano artesanal como profesional ya que ni la formación de los actuales arquitectos e ingenieros, ni la demanda de mano de obra artesanal, contemplan la formación para la construcción con tierra y menos aún la conservación y restauración de las arquitecturas de tierra, ni desde lo conceptual ni desde la práctica.
- **Marginación de ámbitos académicos y científicos:** No ha sido posible conservar estas tecnologías en ámbitos rurales, encuadradas dentro de los mecanismos y los procedimientos de transmisión de los saberes tradicionales. Dentro de la cultura popular tradicional, se produjo una suerte de hiato, un quiebre de la memoria histórica por la fuerte incidencia que en las prácticas de la construcción tuvo del efecto modernizador y por el desprestigio que le fue impreso a la tierra como material. Es decir, las tecnologías asociadas al uso de la tierra no pudieron conservarse como saberes tradicionales dentro de la cultura popular, ni tampoco alcanzaron status científico ni sistematización racional moderna por haber sido y ser marginales a los ámbitos institucionales académicos. Las prácticas de construcción con tierra han quedado tanto en el discurso oficial, como en el imaginario colectivo, ligadas a situaciones de pobreza y marginalidad económico - social y por lo tanto profundamente desprestigiadas.
- **Prohibición del uso del material y de los sistemas en el territorio provincial:** Una dificultad adicional que deben enfrentar las construcciones tanto en la provincia de Mendoza como en San Juan es la alta sismicidad de la región, donde el área de mayor peligrosidad coincide con las zonas pobladas de los oasis cultivados.

Al descrédito habitual que sufrieron en general las arquitecturas de tierra hay que sumarle en nuestro caso el argumento de la *inseguridad* del edificio y de su virtual *ilegalidad* en cuanto el adobe y la tierra en general es un material prohibido por la reglamentación vigente. Hemos señalado como un punto crucial de la problemática, la articulación entre la revalorización cultural[7] y la revalorización técnica[8] de las tecnologías tradicionales y de la tierra como material de construcción.

- **Las representaciones imaginarias del "adobe" en la sociedad actual:** Las casas de adobe remiten a nuestros orígenes como comunidad mediterránea, a la morada de nuestros abuelos, la frescura en el tórrido verano, la penumbra de las siestas con postigos cerrados, la altura de los ambientes, están grabados en la memoria colectiva. Elementos perceptuales y vivenciales asociados a las construcciones de tierra perduran en el imaginario de nuestra sociedad actual. Es necesario ahondar en estudios de corte antropológico que permitan descubrir y potenciar el patrimonio intangible asociado a este patrimonio vernáculo, ligado en nuestro caso a la cultura de oasis. Este es un factor positivo que hay que alimentar y no perder.

Si buscamos que la tarea de investigación no quede restringida a una función meramente instrumental y técnica en relación a la restauración de monumentos históricos, es necesario incluir en los programas de conservación y puesta en valor los **aspectos significativos y simbólicos**, y encuadrar la preservación del Patrimonio Cultural dentro de una teoría amplia de la producción cultural que contemple la inserción dinámica de la problemática en el presente.

García Canclini plantea al patrimonio cultural como un proceso de construcción social cuya transformación en las sociedades contemporáneas podría organizarse más que por oposición entre *tradicional* y *moderno*, según la diferencia propuesta por Raymond Williams entre lo *arcaico*, lo *residual* y lo *emergente.*[9]

En cuanto a las arquitecturas de tierra y las tecnologías tradicionales no podemos limitarnos a la consideración de lo *arcaico* (aquello que pertenece al pasado), sino que es necesario contemplar lo *residual*, es decir aquello que si bien se formó en el pasado todavía se halla en actividad en los procesos culturales del presente. Aquí es donde podemos identificar la riqueza y variedad de este patrimonio. La pregunta que podemos formular respecto de lo "residual" es: ¿qué elementos de ese patrimonio (saberes, prácticas y obras) tienen una correspondencia, una co-relación con valores actuales, de nuestro presente? ¿Cuáles de esos elementos, que perviven en un ámbito desvalorizado de la cultura, son pasibles y factibles de ser reformulados como un capital cultural en la actualidad?

Los enfoques culturales con los que se ha manejado el patrimonio monumental en tierra se aferran a lo arcaico y son ineficaces en relación al uso social del patrimonio histórico por cuanto lo convierten en objeto de contemplación y sacralizan la relación con el pasado. Las modas que están imponiendo imágenes remozadas de construcciones de tierra completamente ajenas a las "auténticas" e "históricas" del patrimonio local, se asientan exclusivamente en lo emergente (lo nuevo), desconocen y desvalorizan el capital cultural del pasado. Nuestra propuesta en relación a lo cultural apunta a articular el pasado con el presente a partir de los elementos residuales y en la resignificación de los mismos dentro del proceso social.

Las cartas internacionales y el patrimonio vernáculo

Las Cartas internacionales fueron señalando los cambios en las posiciones teóricas y prácticas del campo de la conservación patrimonial por lo cual constituyen los elementos más significativos para rastrear la evolución o los cambios en las nociones de valor y significado. Solo apuntaremos algunas observaciones en lo que respecta al tipo de obras del patrimonio vernáculo en tierra.

- **La incorporación del "patrimonio modesto"**

Ya la Carta de Venecia en 1964 incorpora este patrimonio menor a través de la noción de significado cultural:

> **"***La noción de monumento histórico comprende tanto la creación arquitectónica aislada, como el ambiente urbano o paisajístico que constituya el testimonio de una civilización particular, de una evolución significativa o de un acontecimiento histórico. Esta noción se aplica no sólo a las grandes obras, sino también a* ***las obras modestas que con el tiempo hayan adquirido un significado cultural."***[10]

- **El patrimonio en tierra en la Carta de ICOMOS (México 1999)**
  "El Patrimonio Tradicional o Vernáculo construido es la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo."

  "Si el Patrimonio Vernáculo construido constituye el modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat, la arquitectura en tierra cruda representa el más amplio espectro de variantes de este rico patrimonio en el planeta. Este vasto conjunto de obras padecen procesos de transformación en una continua adaptación como respuesta a los requerimientos sociales y ambientales. La continuidad de esa tradición se ve amenazada en todo el mundo por las fuerzas de la homogeneización cultural y arquitectónica y por la globalización socio-económica. De allí que tanto las estructuras como las técnicas vernáculas son, en todo el mundo, extremadamente vulnerables y se enfrentan a serios problemas de obsolescencia, equilibrio interno e integración" [11].

Esta Carta establece los principios para el cuidado y protección del Patrimonio Vernáculo, para aquellos sitios donde aun perduran las tradiciones constructivas, y donde no se han quebrado las cadenas de transmisión de conocimiento, oficio y técnicas.
En nuestra región, particularmente en Mendoza (Cuyo - Argentina) el patrimonio vernáculo en tierra ha quedado aislado como elemento arcaico dentro del proceso cultural. Esto es, ya no es "un modo de construir emanado de la propia comunidad", en tanto arquitectura espontánea sin mediación profesional o especializada. Ha contribuido en esta ruptura tanto el efecto destructivo de los sismos sobre las construcciones de tierra cruda como el hiato cultural producido por el abandono y desprestigio del material y los sistemas de tierra.

Esta carta establece asimismo la relación entre el Patrimonio Vernáculo y paisaje cultural, relación que debe ser tenida en consideración en el transcurso de los programas de conservación y desarrollo. También puntualiza los valores patrimoniales de los sistemas constructivos tradicionales, como patrimonio intangible y como saber y práctica necesaria para la conservación del patrimonio vernáculo:

> *"La continuidad de los sistemas tradicionales de construcción, así como de los oficios y técnicas asociados con el Patrimonio Vernáculo, son fundamentales como expresión del mismo y esenciales para la restauración de dichas estructuras. Tales técnicas deben ser conservadas y legadas a las futuras generaciones, mediante la educación y formación de artesanos y constructores"*[12].

- **El patrimonio y la memoria**

La carta de Cracovia (2000) produce un desplazamiento hacia la visión antropológica de la conservación, no ya como un problema técnico o tecnológico, sino en vinculación con el tema de la identidad y la memoria, es decir considera la conservación como un tema social y cultural.
Esta carta aborda el porqué de la conservación de los bienes patrimoniales, en su relación con la memoria, que opera por identificación.
Es decir la memoria necesita referentes, cosas: materiales o inmateriales que remitan a la memoria. Estas referencias son cada uno de los elementos del patrimonio construido que pueden ser legítimamente denominados *monumentos* (del latín ad monire) en el sentido de que éstos son portadores de valores que son elegidos por la memoria para ser conservados

en el imaginario social y cultural. En este proceso de selección hay un *reconocerse* es decir, una *identificación*. En cada monumento del pasado se elige un valor porque se lo reconoce igual (idéntico) a un valor que vivimos en nuestro presente, o mejor dicho que actualizamos en el presente. De ese modo se crea una identidad entre valores de un colectivo en el tiempo presente y aquellos que se reconocen en el monumento portador de valores del tiempo pasado.
Los edificios y espacios actúan como referentes de la memoria y como eje de evocación de bienes inmateriales ligados a historia del lugar, a la vida cotidiana de quienes los habitaron. Un monumento "habla" más allá de la materialidad que muestra, en él "habla" lo que está presente pero también lo que está ausente. En todo monumento la materialidad perdida es evocada a partir de lo existente, a partir de marcas y huellas, hay componentes, elementos que están presentes, aunque ya no existan, el monumento no es "lo que fue" sino "lo que queda", como mensaje inacabado del pasado al presente. Todo edificio del pasado, como referente material puede servir como punto de apoyo para explicaciones más amplias del proceso histórico vivido, proceso que lo excede tanto en lo material como en lo intangible.

- **El tema de la autenticidad**

El adjetivo auténtico, según el diccionario de la RAE: "acreditado de cierto", puede admitir diversas acepciones en referencia a los bienes patrimoniales arquitectónicos. Una primera lectura, la más habitual, que proviene de su homologación con las obras de arte, la autenticidad del monumento se identifica con su originalidad material.[13]
Para admitir la **sinonimia entre autenticidad y originalidad**, deben formularse dos señalamientos:
a) *entender como original no sólo lo concerniente al primer estado del monumento, sino también a los sucesivos actos creativos que lo han enriquecido*, incluyendo las restauraciones, e independientemente del grado de deterioro en que han llegado hasta nosotros o, incluso, aunque hubieran desaparecido.
b) sería necesario *no limitar el concepto de autenticidad sólo a los aspectos materiales, sino extenderlo también -y este punto es muy importante para el planteamiento de las acciones protectoras- a toda la esencia del monumento, en sus tres aspectos, el documental, el arquitectónico y el significativo.* [14]

Esta conceptualización del tema de la autenticidad es particularmente útil y productiva para la evaluación del patrimonio vernáculo por cuanto permite considerar la autenticidad material del monumento, más que desde su originalidad, desde su capacidad de autentificar ("acreditar de cierto"), de comunicar y transmitir "con toda la riqueza de su autenticidad", un conjunto de valores y mensajes específicos.

***Autenticidad e identidad**

El tema de la Autenticidad, existe consenso en esto, está estrechamente vinculado con el de la identidad, que es cambiante y dinámica y que puede adaptar, valorizar, desvalorizar y revalorizar los aspectos formales y los contenidos simbólicos de nuestros patrimonios.
Como la identidad no es algo estático, sino algo construido e históricamente situado, la determinación de lo que es o no auténtico es también relativa y cambiante.
En un mismo país, en una misma localidad, ciudad o población no existe una única identidad y, es más existen identidades que entran en conflicto, identidades en procesos de conformación, o en procesos de reconfiguración, por lo que se hace muy difícil, y esto queda expresado en las cartas internacionales, establecer criterios únicos e invariables para definir de manera unívoca que es lo "auténtico."[15]

*** Autenticidad y mensaje**

Como ya se dijo, y lo afirma la Carta de Brasilia, el significado de la palabra autenticidad está íntimamente ligado a la idea de verdad, es auténtico aquello que es verdadero, que se da por cierto, que no ofrece dudas. Los edificios y sitios son objetos materiales portadores de un mensaje o argumento cuya validez, en un marco de contexto social y cultural determinado y de su comprensión y aceptación por parte de la comunidad, los convierte en

patrimonio. Nos hallamos ante un bien auténtico cuando existe una correspondencia entre el objeto material y su significado.
Es interesante insistir en el tema del significado y del mensaje cultural del bien. El objetivo de la preservación de la memoria y de sus referentes culturales debe plantearse en función de servir al enriquecimiento espiritual del hombre más allá de lo material. El soporte tangible no debe ser el único objetivo de la conservación. En las últimas dos décadas se ha producido un desplazamiento del valor del monumento como objeto, al valor del monumento como mensaje.

*** Autenticidad y materialidad**

La carta de Brasilia reconoce que una parte importante de nuestro patrimonio, en general la arquitectura vernácula y tradicional, está conformada por materiales que son efímeros por naturaleza, como la tierra, los elementos vegetales, la madera, etc. Para esos casos, *"la renovación de prácticas evolutivas en continuidad cultural como la sustitución de algunos elementos con las técnicas tradicionales, resulta una respuesta auténtica".*[16]
Con relación al patrimonio vernáculo en tierra se torna perentorio repensar el tema de la autenticidad. ¿Por qué seguir sosteniendo que la autenticidad reside en la preservación de lo material, del desgaste del tiempo y con materiales que exigen un periódico mantenimiento? Merece una reflexión el caso de Japón, en donde el pasado tiene una gran presencia pero opera de otro modo que en occidente. Desde 1950 que en este país poseen protección reconocida los bienes inmateriales, un país que tiene estipulado por ley la reconstrucción periódica de ciertos monumentos religiosos que son de una madera especial. Es obvio que el dilema de "conservar o restaurar" no existe para ellos, el monumento reconstruido cada 20 años tiene el mismo peso y valor de testimonio y mensaje que si tuviera 500 o 1000 años.
También Japón desde 1950 designa anualmente como "Tesoro nacional viviente" al artista o artesano depositario de un patrimonio cultural inmaterial importante. Se premia a alguien para que pueda transmitir un saber, una habilidad que de otro modo la humanidad va a perder. Es decir, aquí puede verse como la actualización de lo patrimonial es más importante que la conservación, el presente es el que rige el pasado. Además puede visualizarse la primacía de la comunidad por sobre el individuo. Recién hace un par de décadas occidente incorporó esta categoría dentro del Patrimonio de la Humanidad. Para la UNESCO, los "Tesoros Humanos Vivientes"... *"son personas que encarnan, que poseen en su grado más alto, las habilidades y técnicas necesarias para la producción de los aspectos seleccionados de la vida cultural de un pueblo y para la existencia continua de su patrimonio cultural material".* Valdría preguntarse si no estamos perdiendo a nuestros tesoros vivientes.

A modo de conclusión

La capacidad de evocación y las vivencias perceptuales del ambiente son insustituibles. La identificación con el lugar y el reconocimiento en una historia común son los puntales de toda acción sobre la memoria colectiva. Así como los bienes culturales no tienen un significado estable, neutro y único, entendemos la identidad como un proyecto en marcha, abierto y en permanente construcción, reformulación y concreción a la vez. Tan importante como darle significado a lo heredado de generaciones pasadas, es el hecho de enriquecerlo con lo nuevo que cada generación produce. De allí que en lo patrimonial es tan importante como conservar los bienes, **conservar** las habilidades que hicieron posible esa producción.

En lo conceptual también el patrimonio vernáculo puede constituir un punto de apoyo en la formulación del diseño actual de la arquitectura del presente, no como modelo en la copia del pasado sino como "actualización" o "activación" de aquellos elementos que pueden (porque son residuales en el sentido ya expresado) adoptar un sentido en el presente, tanto en lo tecnológico constructivo, en lo morfológico, lo estético, como en la inserción de la obra en el paisaje.
Tal como en el caso de obras patrimoniales, la nueva arquitectura puede contemplar:

1. Un reconocible carácter local o regional ligado al territorio y al paisaje.

2. La aplicación de sistemas, oficios y técnicas tradicionales de construcción, procesados a través de los nuevos conocimientos producidos.
3. La revalorización cultural de los materiales y tecnologías de tierra ha de ser el soporte de la apreciación de estos sistemas en la comunidad, de la continuidad de uso de los bienes patrimoniales, de su correcto mantenimiento y de su utilización en obra nueva.
4. La integración al paisaje y la atención en la conservación sustentable del ambiente y las condiciones bio climáticas del lugar.

Los procesos de resignificación o resemantización necesitan enmarcarse en un discurso social donde el **pasado tenga valor**. La conservación patrimonial puede entenderse como un proceso, una construcción social, donde los especialistas podemos describir, catalogar, ponderar y avalar la conservación de los bienes pero es indispensable, con la participación de otros actores, pasar a una "activación patrimonial" como modo de llegar a lo social. Sólo de ese modo podremos dar respuesta a preguntas como:
¿Por qué nos preocupa preservar, para qué y para quién? ¿Cómo necesitamos y cómo resolvemos la presencia el pasado en el presente?
El patrimonio debe entenderse y analizarse no desde el pasado sino desde el presente, como un recurso y una posibilidad de acción desde el hoy.

Citas y notas

[1] Este Proyecto que lleva a cabo nuestro equipo se denomina *"BIENES CULTURALES Y DESARROLLO LOCAL. Bases para un plan de manejo del patrimonio cultural ambiental del Área metropolitana de Mendoza, con vistas al aprovechamiento turístico sustentable y la rehabilitación integral de sus localidades*", está financiado por la ANPCyT y tiene una duración de tres años.
[2] Definiciones extractadas del Diccionario RAE (Real Academia Española)
[3] Así describe Nicolini el proceso:
"*Toda valoración se inicia en el momento del descubrimiento, es decir, de la percepción que se tiene de la calidad del bien al fijar la atención en él por primera vez. Pero para llegar a explicitar la valoración y verificar la intuición primera, se hace necesario realizar previamente un prolijo análisis que enumere todos los datos posibles de la obra y de su contexto. El análisis tiene como finalidad inmediata lograr una experiencia profunda de la obra y realizar un diagnóstico que describa al conjunto de esos datos como una estructura significativa, estableciendo las relaciones necesarias entre ellos y así, lograr la máxima comprensión de la obra como un todo. En rigor, tanto en el análisis como en el diagnóstico, aunque no nos lo propongamos, se deslizarán inevitablemente selecciones de datos y esquemas de comprensión que implicarán, necesariamente, decisiones selectivas, esto es, valorativas. El paso final de la valoración destacará aquellos aspectos relevantes de la obra en sí, para mí y en mi sociedad hoy. Aquí, el experto, poniendo en juego toda su madura experiencia y su conocimiento de la historia y de la teoría de la arquitectura y aún sus afectos, ejercitará su intuición y descubrirá los valores esenciales en un típico proceso de caja negra. Toda la información proveniente del análisis y del diagnóstico previos constituyen las cajas transparentes que, junto con la experiencia del experto en el interior de la caja negra, le otorgan la máxima seguridad de decisión que es posible en este campo, el campo de los valores, en el que es posible mostrar pero no demostrar". (fuente: Alberto Nicolini. La valoración de bienes arquitectónicos (documento digital- inédito- Tucumán 2004)*
[4] Cf. Françoise Choay. L'Allégorie du patrimoine, Editions du Seuil, Paris, 1992 pp. 128 y ss.
[5] Probablemente el primero en plantear el campo patrimonial con un escenario de conflicto y de identidades en pugna fue García Canclini. Cf. La bibliografía mencionada de este autor.
[6] José María Valcuende del Río."Algunas paradojas en torno a la vinculación entre patrimonio cultural y turismo", en **Cuadernos Técnicos del IAPH**, Antropología y Patrimonio, 2003
[7] En entendemos por **revalorización o recuperación cultural**, un proceso social realizado con el aporte de distintas perspectivas disciplinares que contribuya a revisar y reformular significados y valores respecto del tema.
[8] La **revalorización técnica** es un resultado a alcanzar a través del estudio científico y sistemático del material y las tecnologías, lo cual permitirá la elaboración de propuestas de mejoramiento de la calidad del material tierra en relación a su resistencia, durabilidad y mantenimiento, tanto para el campo de la restauración como para obras nuevas. Seminarios, investigación básica y aplicada, cursos de formación y capacitación, sirven y servirán para producir y difundir conocimientos y mejorar las prácticas.
[9] Cf. Raymond WILLIAMS. **Marxismo y Literatura**, Península, Barcelona, 1980, pp.143/146.
[10] Art. 1 **CARTA INTERNACIONAL SOBRE LA CONSERVACIÓN Y LA RESTAURACIÓN DE LOS MONUMENTOS Y DE LOS SITIOS (VENECIA 1964). Del texto de la página web de ICOMOS.com.org**
[11] CARTA DEL PATRIMONIO VERNÁCULO CONSTRUIDO (Icomos - México*1999*)
[12] Ibídem

[13] Antoni González Moreno-Navarro, PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO: LO QUE EL VIENTO NO SE LLEVÓ, documento digital, publicado en Cuadernos IAPH, p.28. Dice el autor: *"Según esta interpretación, cuando la Carta de Venecia de 1964 nos llama a transmitir esas obras monumentales "con toda la riqueza de su autenticidad", se referiría a transmitir la materia y la forma originales, entendidas como tales, bien las heredadas por nosotros, bien -en una lectura aún más estricta- las que resultaran ser primitivas, presentes en el monumento desde que fue creado".*

[14] Ibídem, p.29

[15] Carta de Brasilia , Documento Regional del Cono Sur Sobre Autenticidad, V ENCUENTRO REGIONAL DO ICOMOS , BRASIL Dezembro -1995

[16]Cf: Carta de Brasilia (1995)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Patrimonio Cultural

AAVV. Antropología y Patrimonio, Cuadernos Técnicos del IAPH, Sevilla España.

AUGÉ, M. El Viaje imposible. Editorial Gedisa. Barcelona.1998.

Boletín del IAPH. Junta de Andalucía, Nº 57 y 58, Sevilla España, 2006.

cultural y turismo", en Antropología y Patrimonio, Cuadernos Técnicos del IAPH, Sevilla España.

CIRVINI, Silvia. *"La preservación del Patrimonio Cultural Ambiental en relación al Ordenamiento Territorial"*, en AA.VV, Mendoza en el 2000 (Proyecto de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Mendoza), Ministerio de Medio Ambiente - Gobierno de Mendoza, Inca editorial, Mendoza, 1994, pp.253-260.

CIRVINI, Silvia. *"La preservación del patrimonio arquitectónico en Mendoza durante la última década"*. Publicado en Horacio TORRENT- Elina HEREDIA (Compiladores) El Patrimonio de las ciudades - Experiencias y posibilidades de la preservación del Patrimonio urbano en Argentina 1980-1990, CURDIUR, Universidad Nacional de Rosario, 1994, pp.91-94.

GÓMEZ, José. *"La ingeniería estructural y la restauración de edificios históricos",* en: Actas del 1º Congreso Nacional de Arqueología Histórica, Centro de Arqueología Urbana- ANPCyT, Ed. Corregidor, Buenos Aires, 2003.

CIRVINI, Silvia *"Patrimonio, Identidad e Historia. Reflexiones en torno a la preservación de bienes culturales en Argentina"* en: Actas del 1º Congreso Nacional de Arqueología Histórica, Centro de Arqueología Urbana- ANPCyT, Ed. Corregidor, Buenos Aires, 2003

CIRVINI, Silvia A. - GÓMEZ V. José A. "Patrimonio arquitectónico de tierra en área sísmica. El caso de la región de Cuyo – Argentina", en: TERRA EM SEMINARIO, IV Seminario Iberoamericano de Construçao com Terra, Monsaraz, Portugal, octubre 2005, pp.245 y ss

GARCIA CANCLINI, Néstor. Culturas Híbridas. Estrategias para entrar y salir de la modernidad, México, Grijalbo, 1989.

GONZÁLEZ MORENO-NAVARRO, Antoni, "Patrimonio arquitectónico: lo que el viento no se llevó", documento digital, publicado en Cuadernos IAPH, www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph

LECUONA, D. "La arquitectura y la identidad cultural americana", En: Sumarios Nº 132.

NICOLINI, A. "Preservación del Patrimonio arquitectónico rural, de la arquitectura vernácula popular". En: Ponencias de base, V Congreso Nacional de Preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano, Mar del Plata, octubre de 1990.

NICOLINI, Alberto. Preservación del patrimonio arquitectónico y urbanístico de los centros intermedios y pequeños de la Argentina, Tucumán, 1986.

PRATS, LLORENÇ Antropología y Turismo. Editorial Ariel Antropología. Barcelona.1997.

VALCUENDE DEL RÍO, José María. "Algunas paradojas en torno a la vinculación entre patrimonio", Cuadernos Técnicos Nº 7, IAPH, 2003, p.96 a 110.

Documentos, Cartas e Informes

Leyes Nacionales y Provinciales sobre Patrimonio.

Carta de Brasilia. Documento Regional del Cono Sur sobre autenticidad. Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. Icomos, 1995.

XXVI Jornadas del IAIHAU, II Jornadas para la preservación del Patrimonio arquitectónico y urbanístico de la región de Cuyo, Tomo I y Tomo II, EDIUM, Universidad de Mendoza, Mendoza, 1992.

Declaración de Ámsterdam, 1975.

Carta de Burra, Australia, ICOMOS, 1984- 1988.

ICOMOS International. Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage. Guidelines, Documento digital accessible desde la página principal de ICOMOS

Silvia Cirvini

Arquitecta (UM 1978), Doctora en Arquitectura (UNT 2003), Investigadora Conicet, Directora Programa AHTER – Unidad Ciudad y Territorio – INCIHUSA – CRICYT – Mendoza.
Su línea de investigación articula la investigación histórica con la conservación patrimonial y la restauración de edificios históricos en área sísmica.
Directora de los proyectos PIP Conicet 5946 y PICT 13-14022, ANPCyT.

José A. Gómez Voltan

Ingeniero Civil (UNCuyo 1990), Profesional Adjunto Conicet, Responsable Área Experimental e Ingeniería del Programa AHTER- INCIHUSA – CONICET. Su especialización dentro de la ingeniería estructural es la consolidación y reparación estructural de edificios de valor patrimonial. Tiene a su cargo la tarea de transferencia tecnológica y asesoramiento que brinda el Programa AHTER.
Miembro del grupo responsable de los proyectos PIP Conicet 5946 y PICT 13-14022, ANPCyT.

2.2

BIO-ARQUITETURA – ARQUITETURA VIVA

Flávio Pereira Dias Duarte*- Antônio Ananias De Mendonça
Centro Universitário Izabela Hendrix
Instituto Brasileiro de Geobiologia, Biologia da Construção e Arte Zahori – Minas Gerais – Brasil
+55 (31) 3227 5259 e 9776 5259 - phavio21@yahoo.com.br
+55 (31) 3330 7241 – geoestruturar@uol.com.br - aam@fe.up.pt

Palabras clave: arquitetura de terra - geobiologia -arquitetura viva

Resumen
Todo espaço, natural ou construído, têm potencial para catalisar ou minimizar determinado processo de vida, (biológico e energético). Ou seja, cada ambiente pode criar condições favoráveis ou desfavoráveis para que a vida se manifeste. Uma edificação, por exemplo, pode nutrir ou deteriorar um ser biológico que nele desenvolve determinada atividade.
Assim, considerando que a arquitetura é a criação e organização espacial para abrigar uma específica atividade, ela deve, no mínimo, manter e gerar o bem estar físico, mental e social, quando essa atividade for desenvolvida por um ser vivo.
A Arquitetura de Terra, a Geometria Sagrada, a Geobiologia e a Permacultura, são instrumentos para projetar uma Bio-Arquitetura ou Arquitetura viva, que interaja com o lugar onde se assenta, e com os seres a que esse espaço se destina.
O presente trabalho é referente a um projeto de Bio-Arquitetura para uma casa na área rural da micro-região de Rio Manso, no estado de Minas Gerais no Brasil.
O conceito e o pré-requisito para viabilizar a materialização do projeto referente a este artigo, foi a utilização da terra crua como material construtivo, que garantissem a redução do custo da obra, a salubridade dos ambientes criados e a integração do conjunto com ambiente natural que o abriga e nutre.
O uso da arquitetura de terra permitiu a produção artezanal de tijolos, feitos em obra com o solo local estabilizado com cal-hidratada, na proporção de um de cal para dez de solo.
Todo o processo, para determinar o traço da massa usada e o uso da cal como estabilizante, foi feito a partir de analises físicas e químicas do solo disponível no local a ser construído o projeto.
Através desse processo conseguimos revelar o grande potencial de se atingir altos níveis de sustentabilidade e salubridade em uma edificação que utilize a Arquitetura de Terra como principal sistema construtivo. Alem de comprovar, através de testes em laboratório e em loco, as vantagens econômicas, térmicas, de resistência e de flexibilidade formal desse sistema construtivo em relação aos sistemas e materiais industriais que normalmente encontramos padronizados no mercado.

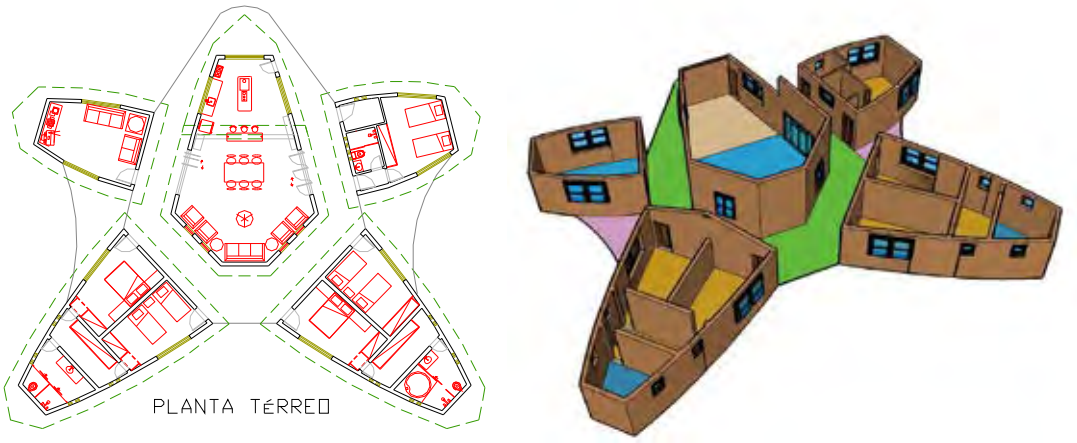
Desarrollo
Todo espaço, natural ou construído, têm potencial para catalisar ou minimizar determinado processo de vida biológico e ou energético. Ou seja, cada ambiente, natural ou construído, pode criar condições favoráveis ou desfavoráveis para que a vida se manifeste. Uma edificação, por exemplo, pode nutrir ou deteriorar um ser biológico que nele desenvolve determinada atividade.
Considerando que a arquitetura é a criação e organização espacial para abrigar uma específica atividade, ela deve, no mínimo, manter e gerar o bem estar físico, mental e social, quando essa atividade for desenvolvida por um ser vivo.
Toda edificação está inserida em um ecossistema e por si só é consumidora de materiais, energia água e ar, alem de gerar dejetos que na maioria das vezes são contaminantes e não são recicláveis.
Assim o arquiteto deve arquitetar de modo a minimizar ao máximo os impactos causados ao ambiente natural; considerando que a arquitetura é como um ser vivo, e deve estar diretamente ligada aos ciclos naturais, de maneira a gerar, manter e restaurar a saúde e

ordem natural dos acontecimentos biológicos e energéticos na terra e principalmente dos seres que nela habitam.
Para tanto, podemos dispor de diversos instrumentos que podemos utilizar para viabilizar uma construção saudável, com baixo custo e com um bom nível de sustentabilidade. A Arquitetura de Terra, a Geobiologia, a Geometria Sagrada e a Permacultura são instrumentos essências para se projetar um espaço vivo, que interaja com o lugar onde se assenta e com os seres a que este espaço se destina.
O presente trabalho se refere ao projeto de Bio-Arquitetura criado e desenvolvido pelo estudante de arquitetura Flávio Pereira Dias Duarte para uma casa de campo na micro região de Rio-Manso no estado de Minas Gerais, Brasil.



(Fig. 1) Vista geral do perímetro da casa, com os muros de cantaria prontos para receberem os tijolos de solo-cal.

O conceito e o pré-requisito para viabilizar a materialização do projeto, foi a utilização de técnicas e materiais construtivos sustentáveis, especialmente a arquitetura de terra, que garantissem a redução do custo final da obra, a salubridade dos ambientes criados e a integração do conjunto arquitetônico com o ambiente natural que o abriga e nutre.
Para implantação da casa foram considerados vários fatores técnicos projetuais referentes à topografia, aos ciclos naturais, à direção cardeal, ao entorno e ao sitio onde a edificação se assenta. Uma avaliação da paisagem foi feita com toda família, onde cada futuro morador percorria a área possível para a implantação da futura residência, e com o levantamento topográfico em mãos registravam as sensações percebidas em cada lugar percorrido. As sensações eram representadas no mapa por cores e foram determinantes na escolha da locação das atividades e espaços da edificação.
A disposição dos espaços da residência se relaciona diretamente com a forma predominante na manifestação da vida, sendo que a organização espacial do conjunto arquitetônico sugere uma planta baixa pentagonal que representa o homem com seus cinco sentidos, nascendo e se relacionando com o mundo terra e seus cinco elementais, Água, Madeira, Fogo, Terra e Metal.



(Fig. 2) Vista do croqui da planta baixa e da perspectiva das alvenarias a serem feitas de solo-cal.

A residência possui cinco módulos construídos, sendo que cada um deles possui estrutura física independente dos demais, abrigando assim, atividades diversas no decorrer do dia sem que uma interfira indesejavelmente com a outra.
A união dos módulos se faz por um avarandado, com cobertura independente de bambu e telha translúcida, que filtra o sol e permite que a luz passe, criando uma ótima ambiência nessa área de circulação, transição entre os ambientes da casa e entre a própria casa e o meio externo. Além disso, o avarandado é a área de confluência de todas as atividades e a ligação dos usos com o centro geométrico e social da casa.
No centro social está a área de convivência familiar com sala de jantar e de estar, onde o encontro em roda em torno do fogo da lareira baixa, atirantada na clarabóia do telhado, representa o axis-mundi como a ligação dos três elementos básicos para a arquitetura existir; a Terra, com seus condicionantes físicos e energéticos, o Homem, com seus desejos e necessidade e o Céu, com seus ciclos naturais permitindo a existência de vida em nosso planeta.

O pentagrama central (estar e jantar) foi integrado fisicamente com a cozinha, uma das pontas da estrela, que é um importante ambiente de convivência familiar na cultura mineira.
A separação física desse ambientes é marcada apenas por uma bancada de bambu atirantada nas peças do telhado.
No projeto toda a estrutura do telhado é feita de bambus, tratados sem substancias tóxicas ou poluentes e plantados através de manejo sustentável. A ligação entre as peças de bambu será feita com tabiques do próprio bambu, encaixes e amarrações feitas com fibras naturais.
O uso da terra crua (sem queima), como principal material construtivo, foi decisivo para aprovação do projeto, possibilitando uma redução do custo final da obra em torno de 30%.
A alvenaria está sendo executada com tijolos de solo-cal produzidos artesanalmente com solo disponível na obra. Com isso não se gasta com o deslocamento de materiais e nem com cimento e areia para executar o revestimento das paredes, pois a base principal dessa massa é a terra do próprio lugar estabilizada com a cal.
O processo utilizado na fabricação dos tijolos foi feito em conjunto com o geotécnico Antonio Ananias, que fez ensaios do solo para determinar suas características físicas e químicas, e com isso propor a quantidade exata de cal e terra a ser utilizada na massa do tijolo de solo-cal.

O solo utilizado para fabricação dos tijolos foi retirado do movimento de terraplanagem, com o devido cuidado de selecionar e peneirar o solo que estava à pelo menos um metro de profundidade. Esse cuidado evita que quantidades indesejáveis de matéria orgânica se agreguem a massa e prejudiquem a estabilização do solo para o uso requerido.



(Fig. 3) Vista da execução da massa que dá origem aos tijolos de solo-cal.

O processo artesanal de execução dos tijolos, apesar de simples, foi padronizado para que todas as peças tenham as mesmas propriedades físicas e químicas para resistir aos esforços solicitados. A terra selecionada vai para o masseiro, espécie de buraco usado para pisar no barro, em seguida se adiciona a pasta feita com cal- hidratada e água na proporção de 10% em relação à quantidade de terra. A mistura é pisada até que se consiga obter uma mistura homogênea e com a liga necessária para a que não haja formação de bolhas de ar no interior da massa (para isso é necessário um controle da quantidade de água adicionada à cal e consequentemente à massa).

Quando está coesa e com a consistência necessária, a massa é atirada (e não colocada) na forma que não possui fundo nem tampa. Com oito horas de cura na sombra a forma pode ser retirada e reutilizada na confecção de outro tijolo, e com 20 dias de cura na sombra o tijolo pode ser assentado.

A técnica de estabilização de solo, utilizando a cal para o solo local que possui mais de 70% de material argiloso, garantiu ao tijolo de terra crua produzido um gasto energético menor do que aquele estabilizado com cimento, além de, o ganho de resistência do solo-cal ser progressivo.

Com apenas 20 dias de cura conseguimos obter um tijolo de solo-cal com no mínimo 5,0 MPA de resistência, número superior ao que a norma brasileira exige para alvenaria, que é de 4,5 MPA para alvenaria estrutural e de 2,5 MPA para alvenaria de fechamento.



(Fig.4) Tijolos já desenformados e curando à sombra.

A lógica geométrica de crescimento dos seres vivos foi aplicada à confecção artesanal dos tijolos de solo-cal, que possuem a proporção áurea entre suas dimensões, 20x20x 32,4cm. Assim os tijolos, ou as células da casa, brotam da terra oriunda do próprio lugar, e da maneira mais natural e harmônica, possibilita o nascimento da casa, seguindo o mesmo padrão de crescimento de todos os seres, inclusive do homem.

O uso da arquitetura de terra possibilita estreita relação com o lugar uma vez que o solo do próprio local dá origem à moradia e que a terra não é queimada, permitindo assim, a manutenção da vida existente no solo usado para construção; alem disso é preservada a vida de varias árvores, usadas nas fornalhas das olarias que dispersam gases poluentes na atmosfera.
A terra crua como material construtivo permite um grande conforto ambiental aos espaços criados e grande liberdade formal na execução do projeto, uma vez que o barro permite facilmente sua modelagem ou entalhe.
O barro, cru e maciço, supera a alvenaria convencional de ladrilho furado e queimado em relação à resistência à penetração de umidade. Devido suas características físicas a condutividade térmica do barro é duas vezes menor do que a do tijolo comum, por conseqüência precisaríamos, de uma parede de tijolos comuns furados e queimados, duas vezes mais espessa do que uma mesma parede de terra crua para conseguirmos o mesmo isolamento térmico entre ambiente externo e interno.
A geobiologia é a ciência que estuda a relação entre o Planeta Terra e os seres vivos que nele habitam no intuito de determinar o grau de salubridade de lugares específicos; assim como as formas, naturais e artificiais, de contaminação ambiental que afetam diretamente os seres que habitam e que desenvolvem determinadas atividades nesses locais.
As influências naturais provenientes do subsolo, geradas pelos veios subterrâneos de água, pelas falhas geológicas e linhas do campo magnético terrestre (como as linhas Hartman, Curry e Peyre), foram mapeadas no terreno através de técnicas radiestésicas antes da conclusão do projeto e inicio da obra.
Todos os cuidados em relação às influencias, acima citadas, foram tomados, inclusive a localização dos espaços no terreno e o tratamento do centro geométrico e do Ponto Nordeste com minerais brutos de freqüência vibratória especificas para tal fim.
Um trabalho de geo-puntura, com a fixação de uma pedra de compensação em um ponto especifico de cruzamentos de linhas do campo magnético terrestre, iniciou o processo de

construção da casa. O principal papel dessa pedra foi informar e pedir permissão ao planeta terra para podermos intervir no meio natural.
Mais quatro pontos foram marcados no terreno, para que neles seja feita a geopuntura. Um deles é um ponto estrela, que receberá a Pedra de Compesação definitiva, os outros três receberam varas de bambu, que minimizaram a influencia gerado pela fricção da água nas paredes de um veio subterrâneo, que passa sob o modulo da sala de televisão.
Em relação às influencias artificiais do ambiente construído no seu morador, estudos foram feitos levando-se em conta, especialmente: a poluição eletromagnética (gerada pela fiação elétrica da casa, equipamentos eletroeletrônicos e pela proximidade à transformadores de energia e fios de alta tensão) e o uso de materiais e sistemas construtivos naturais e sustentáveis com o mínimo possível de processamento industrial.
Contudo a maioria dos materiais usados na obra segue padrões que permitem maiores níveis de sustentabilidade e salubridade do conjunto. As tintas usadas serão ecológicas, a base de cola branca, pigmento mineral, resina natural e água. Ainda teremos o tratamento biológico para reaproveitamento das águas cinzas, a captação das águas pluviais e o aquecimento solar como alternativas para minimizar o impacto do conjunto arquitetônico no entorno próximo e no ecossistema como um todo.

Bibliografia

*COSTA, Irio Barbosa e MESQUITA, Helena Maria - *"Tipos de habitação Rural no Brasil"*-Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.1978.
*CARNREIRO, Hélio Carneiro. *A arte Milenar da construção com terra*. Bloch. Rio de Janeiro.1982.
*VASCONCELOS, S. Arquitetura no Brasil: Sistemas Construtivos. UFMG. Minas Gerais. 1979.
*DOAT, Patrice . *"Construire en Terre"* . CRATerre. 1979.
*GERARD, Edde. *La salud por el habitat* Indico. Barcelona. 1991.
*NICOLAS, Pierre-Alexandre. *O Segredo das Catedrais* .Triom. São Paulo. 2001.
*BUENO , Mariano. *O Grande Livro da Casa Saudável.* Roca. São Paulo. 1995.
*RAUL, de La Rosa. *Contaminacion electromagnetica* Terapion. 1994.
*ZEVI, Bruno. *Saber Ver a Arquitetura* Martins Fontes. São Paulo. 2002.
*BACHELARD, Gaston. *A Poética do Espaço* Martins Fontes. São Paulo. 2000.
*DOCZI , Gyorgy. *O Poder dos Limites.* Mercuryo. São Paulo. 1990.

Flávio Duarte

Flávio Pereira Dias Duarte é geobiologo e diretor do departamento de arquitetura do Instituto Brasileiro de Geobiologia, Biologia da Construção e Arte Zahori (I.B.G.). Além disso, ele é estudante de Arquitetura e Urbanismo e está cursando o último período da Faculdade do Centro Universitário Izabela Hendrix situado na cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais no Brasil.
Estudioso, também de Arquitetura de Terra, Permacultura, Geometria Sagrada e Feng-Shui, Flávio trabalha não só com a execução de projetos de Bio-Arquitetura, mas também como consultor ambiental e professor de oficinas e cursos voltados principalmente para a Arquitetura de Terra e para a Geobiologia.

Antônio Ananias

Antonio Ananias é professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Izabela Hendrix situado na cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais no Brasil.
Antonio é engenheiro de solos e mestre em geotecnía pela Universidade Federal de Viçosa e vem desenvolvendo estudos e pesquisas referentes ao uso da cal como estabilizante para solos.

2.3

ARTE, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA EN EL DISEÑO DE ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA PROVINCIA DE MISIONES

Eva Isabel Okulovich*, Gilberto Haselstron, Graciela Anger, Jorge Senn, Silvia Okulovich, Lorena Do Santos
Facultad de Artes. Carhue 832, Oberá, Misiones, Te (03755) 401150. Email evaoku@arnet.com.ar

Palabras clave: construcción - adobes troquelados

Resumen
Se trata de la integración de aspectos en la composición de un asentamiento sostenible de "oleros", desde la perspectiva del arte, la arquitectura y la tecnología, en el departamento de Oberá de la provincia de Misiones, aplicando el concepto de "permacultura"; con recursos disponibles por el sector (viviendas de los oleros y aspectos socioculturales relacionados; sus tendencias en prácticas artísticas, aspectos ambientales, recursos naturales y tecnológicos) y, por la universidad; (máquina troqueladora de adobes, conocimientos tecnológicos, arquitectónicos y artísticos). Mediante realización de trabajo de campo como metodología principal.

El objetivo fue obtener un diseño experimental de asentamiento humano sostenible con la condición de máxima relación de los elementos disponibles, para lo cual se realizaron estudios de las viviendas de los oleros y de las prácticas artísticas en base a una muestra y casos representativos en la localidad de Guaraní y un caso en Oberá, para el diseño del prototipo.

Se analizó la forma, estructura y función de las viviendas de los casos seleccionados, se dio participación a los futuros habitantes, se consideraron aspectos económicos, ecológicos, sociales y estéticos, se diseñó una tipología de vivienda "a dos aguas" y tecnologías de servicio (agua potable, energía y sanitarios) para la construcción de un prototipo experimental en Oberá.
Se desarrollaron en forma conjunta, procedimientos técnicos para su producción y manejo, (técnicas de troquelación de adobes, construcción, acabado y ornamentación) proporcionados por docentes investigadores de la Facultad de Artes, con la colaboración de prácticos y oleros.
El estudio de las prácticas artísticas de los oleros de Guaraní, permitió la identificación de las características de las mismas para el desarrollo experimental de la terminación y ornamentación de muros del prototipo- en base a la aplicación de engobes- en otra investigación ya iniciada que representa una segunda etapa, y se constituye en insumos para otras acciones académicas relacionadas.

Introducción

El presente estudio constituye un trabajo de investigación en el marco del programa de Incentivos de la Secretaría de investigación "APOAVA" de la Facultad de Artes de la UNaM[i]
En la misma intentamos recortar como objeto los elementos factibles de integrar en la composición de un asentamiento sostenible[ii] de "oleros"[iii] en el departamento de Oberá de la provincia de Misiones, aplicando el concepto de "permacultura"[iv]

Nuestra formación de grado (profesora en Cerámica) y de post-grado, como nuestro desempeño profesional artístico y docente, nos permitió, no solo realizar tareas de investigación, creación y docencia en el ámbito académico, sino también actividades de extensión en la comunidad, relacionadas con el uso de la tierra en sus facetas; productiva, educativa y artística, lo que nos permitió acceder a "otras perspectivas de conocimiento", y a revalorar las Ciencias Sociales, y dentro de ellas a otras disciplinas como la "Educación artística" y "tecnológica", en tanto pone el énfasis en el proceso de humanización.

Al interactuar cotidianamente con personas de diferentes sectores de la sociedad, fueron surgiendo cuestionamientos que nos fueron aproximando cada vez con más fuerza a la idea de la acción en relación con nuestra práctica profesional y el medio. De esta forma se fueron generando cuestionamientos, que nos llevaron a la formulación del **problema.**

- ¿Cómo mejorar las condiciones de vida de los oleros a partir de la utilización de los recursos disponibles tanto en su contexto espacio-temporal, como en la universidad?, reconociendo a su vez que una de las dificultades más evidentes es la precariedad de la vivienda, lo que se traduce en deficiencias de higiene y salubridad, así como también su imposibilidad de superar esta situación por vías tradicionales (disponibilidad de medios económicos que les permitan la tenencia de la tierra y la adquisición de materiales de construcción convencionales para la construcción de sus viviendas), por otro lado, nos encontramos con otra dificultad; la disponibilidad de informaciones acerca de estudios sobre permacultura en la región no es suficiente.

  De esta manera se fue produciendo la configuración de lo que sería después la **temática** elegida para este trabajo de investigación: indagar acerca de la posibilidad de relacionar: tecnologías artísticas (dibujo, pintura y engobes), tecnología productiva (máquina troqueladora[v] de adobes) disponibles en la Universidad, y prácticas artísticas plásticas populares, sistema de olería, recursos disponibles por los oleros, además de: clima, plantas, animales, agua, suelo y las necesidades de las familias campesinas oleras, en una estrecha conexión. Cuya finalidad es Implementar el desarrollo de proyectos de asentamientos humanos sostenibles en la provincia de Misiones, que protejan los recursos naturales existentes. Para lo cual nos propusimos los siguientes objetivos: general y particulares.

- Obtener un diseño experimental de asentamiento humano sostenible que reúna la condición de máxima relación de los elementos disponibles en la región, como ser: el uso intensivo de la tierra (adobes), el sistema de olería, las prácticas estéticas populares plásticas y visuales, el clima, las plantas anuales y perennes, los animales, el suelo, el manejo del agua y las necesidades humanas en una estrecha conexión. Desde la perspectiva del arte, la Arquitectura y la Tecnología.

Para lo que será necesario:

- Diseñar una tipología de vivienda y construcción de un prototipo que aproveche al máximo la disponibilidad de materiales existentes en el asentamiento de oleros de Guaraní, entre ellos el adobe, y los procedimientos técnicos para su producción y manejo.
- Obtener un diseño experimental de tecnologías apropiadas factibles de integrar al asentamiento sostenible de oleros de la localidad de Guaraní.
- Promover el desarrollo y aplicación de prácticas estéticas plásticas y visuales a partir del uso de tecnologías del barro por parte de los oleros de Guaraní, factibles de integrar al asentamiento sostenible de oleros de la localidad de Guaraní.

La búsqueda de antecedentes sobre el tema, nos llevó a descubrir que la disponibilidad de informaciones acerca de investigaciones de Permacultura en la región no es suficiente, solo existen algunos antecedentes de aplicación de diseño bioclimático a proyectos de Salud Pública[vi] en la provincia de Misiones. En cambio, se tiene conocimiento, de la participación de un argentino: Gustavo Ramírez en diversos proyectos de vida silvestre y desarrollo de sistemas agroecológicos, entre otros proyectos, es además fundador de la Asociación Gaia y diseñador general de los sistemas del proyecto de Ecovilla en Navarro (España), posee una amplia formación en cursos avanzados de permacultura, ha asesorado proyectos sustentables en Argentina, Uruguay, Perú, Chile y USA. (Ídem), lo que constituye un importante referente para nuestro proyecto.

Investigaciones en relación con la construcción con tierra, en Argentina, han sido publicadas en el año 2005 en **Construcción con Tierra** por el Centro de Investigación Hábitat y Energía FADU-UBA[vii]**.** Las mismas se destacan por el interés en incorporar la *construcción con tierra* relacionando los *aspectos ambientales y las condiciones de habitabilidad en vivienda social*, reconociendo que la misma *potencia y capacita la posibilidad de contribuir a la sustentabilidad del hábitat construido, en sus tres dimensiones base, social, ambiental y económica*. Nosotros agregamos la estética. El núcleo de atención de la mayoría de los estudios consultados, reside en la búsqueda de obtención de bloques de tierra cruda, incorporando diversos tipos de aglutinantes. Nosotros poseemos un avance importante en este sentido, puesto que utilizamos un sistema de troquelación de adobes sin incorporación de materiales de ningún tipo (100% tierra cruda). Los organismos involucrados en dichas búsquedas son: CONICET[viii], IAA-FADU-UBA[ix], CRIATIC- FAU - UNT PROTERRA-CYTED[x].

La importancia de nuestra investigación reside en determinar cuales son las condiciones necesarias y suficientes para la concreción de diseños de asentamientos humanos sostenibles, en este caso, se trata de los oleros de Guaraní, con quienes hemos tenido permanente contacto durante los últimos cinco años , a raíz de los proyectos de investigación desarrollados en relación al sistema de olerías (fábricas de producción de ladrillos artesanales para la construcción), se trata de un sector social totalmente excluido del sistema de protección del Estado y cuyas necesidades son importantes, comenzando por la imposibilidad de acceso a una vivienda digna, que de acuerdo al Art. 14 bis de la Constitución Nacional, el Estado debe garantir.
Con éste trabajo se pretende colaborar en la búsqueda de conocimientos que ayuden a garantizar además el cumplimiento del Art. 41 de la mencionada Constitución, que expresa:

"*Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. Las autoridades proveerán a la protección de éste derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural, cultural y de la diversidad biológica, y a la información y a la educación ambientales".*

Lo que intentamos con este trabajo es un compromiso solidario y subsidiario desde la comunidad de investigadores de la Universidad Nacional de Misiones con la comunidad de oleros de Guaraní.
Para ello, en primer término observamos los patrones naturales de la región y las características del lugar particular, a fin de discernir los métodos óptimos para integrar la vivienda en sus aspectos culturales, económicos, ecológicos y estéticos con la transferencia de tecnologías para el desarrollo de prácticas productivas y artísticas, asumiendo una posición atenta a la dimensión social de la propuesta.
Ambicionamos a contribuir en la elaboración de un diseño, y construcción de un prototipo de vivienda económica, ecológica y estética que puedan aportar tanto a la intervención de las instituciones estatales y/o ONG que pretenden acompañar a estas familias en sus proyectos de vida como así también a la elaboración de las políticas educativas y culturales para la zona.

La situación de insolvencia económica, y la ausencia de prácticas artísticas plásticas en relación con los materiales de que disponen, detectadas en estudios anteriores, nos animó a emprender esta investigación en el área de arquitectura, artes plásticas, tecnología y medio ambiente, situándonos en el concepto de permacultura, con una metodología predominantemente cualitativa, basada en el trabajo de campo con rasgos experimentales.

En relación con las prácticas artísticas plásticas de los campesinos oleros, aspiramos a la vigencia de una actitud de **respeto,** inherente a la vocación de todo trabajador del arte. Además del respeto, aspiramos a asumir un sistemático trabajo de **rescate y revalorización** de esos conocimientos y técnicas; no como una simple curiosidad para construir objetos de análisis desde nuestros marcos teóricos preestablecidos**,** sino como contenidos valiosos de los cuales partir en futuras transferencias.
El esquema de presentación del trabajo tiene una lógica secuencial distribuida como sigue. Luego de los aspectos preliminares de esta introducción referidos al problema, los objetivos, la metodología y la relevancia – se presenta en el capítulo primero, las formulaciones metodológicas. En el segundo; la construcción del marco conceptual que nos ha permitido ampliar nuestros esquemas interpretativos, en relación con: permacultura, cultura y arte; tecnología y arquitectura, ecología, aspectos educativos desde la línea teórica de la pedagogía crítica de Freire enriquecida por las conceptualizaciones de la teoría sociológica de Bourdieu, cultural de Tylor, de la filosofía del arte de Cassirer y de la educación artística de Gardner.

A partir del capítulo tercero se describe el trabajo de campo, que comienza con la presentación del **marco geográfico natural** de la provincia, del departamento y del lugar particular donde se construye el prototipo. En el capítulo cuarto, presentamos las características de la **práctica productiva**[xi], **del sujeto** de estudio, y de **las viviendas** de los oleros. Los datos fueron obtenidos de una encuesta y entrevistas provenientes de otro estudio[xii], que nos permitió incorporar **la mirada que los oleros tienen** hacia sus propias prácticas.
En el quinto capítulo presentamos el desarrollo experimental de viviendas sustentables: diseños de tipología de vivienda en adobes troquelados, de funciones sanitarias, y construcción de un prototipo. Para cerrar en el sexto capítulo con un panorama de las tendencias y **prácticas artísticas plásticas**[xiii] de los oleros de la región, resultante de otra investigación[xiv] y del caso particular relacionado con la construcción del prototipo. Finalizamos el recorrido textual en el capítulo séptimo enunciando las **conclusiones**; consideraciones varias acerca de los objetivos que se propusieron, los interrogantes que se fueron gestando y los aportes para realizar.

Aspectos preliminares
En la introducción del trabajo habíamos compartido la construcción del problema de cómo mejorar las condiciones de vida de los oleros de la localidad de Guaraní a partir de la utilización de los recursos disponibles; tanto en su contexto espacio-temporal, como en la universidad, y la configuración de la **temática** para este trabajo de investigación: los elementos factibles de integrar (arte, arquitectura y tecnología, entre otros) en la composición de un asentamiento sostenible de oleros en el departamento de Oberá de la provincia de Misiones.

En relación con dicha posibilidad consideramos que el conocimiento de: tecnologías alternativas (máquina troqueladora de adobes) para la producción de materiales de construcción; viviendas de los oleros y sus aspectos socioculturales relacionados; tendencias en prácticas artísticas de los oleros, aspectos ambientales, recursos naturales y tecnológicos disponibles, favorecerían el diseño de viviendas sostenibles que promuevan la mejora de condiciones de vida física y espiritual de este sector.
En cuanto a los objetivos que funcionaron como rectores de nuestra búsqueda, nos propusimos:

- Obtener un diseño experimental de asentamiento humano sostenible que reúna la condición de máxima relación de los elementos disponibles en la región, como ser: el uso intensivo de la tierra (adobes), el sistema de olería, las prácticas estéticas populares plásticas y visuales, el clima, las plantas anuales y perennes, los animales, el suelo, el manejo del agua y las necesidades humanas en una estrecha conexión. Desde la perspectiva del arte, la Arquitectura y la Tecnología.

Para lo que se realizó:

- El diseño de una tipología de vivienda “a dos aguas” y construcción en adobes troquelados, ladrillos, maderas y tejas, de un prototipo de carácter experimental, aprovechando al máximo la disponibilidad de: una familia de oleros con necesidades habitacionales en Oberá, materiales existentes en el asentamiento; entre ellos, adobes, maderas de descarte de los aserraderos, agua de vertiente, electricidad, leña obtenida del monte para producir energía calórica, plantas ornamentales silvestres, hábitos socioculturales de los oleros (usos de la vivienda, de la energía, del agua, de los sanitarios, huerta, plantíos, animales domésticos) como así también los procedimientos técnicos para su producción y manejo, (técnica de troquelación de adobes, técnicas de construcción, técnicas de acabado y ornamentación) proporcionados por docentes investigadores de la Facultad de Artes.
- El diseño de tecnologías de servicio (agua potable, energía eléctrica y sanitaria) para integrar al prototipo en desarrollo del asentamiento sostenible de oleros de la localidad de Oberá.
- El inicio de construcción de un prototipo de vivienda en adobe para el desarrollo y aplicación experimental de prácticas estéticas plásticas y visuales a partir del uso de tecnologías del barro (terminación de muros, ornamentación en base a la aplicación de engobes con los oleros del asentamiento), a la cual se le dará continuidad en la segunda etapa de la investigación.
- Por otra parte intentamos relevar en carácter de diagnóstico las prácticas artísticas de los oleros, a partir de la identificación de las características de las mismas. La sistematización de tales conocimientos nos permite contar con cierto bagaje teórico y metodológico para diseñar nuevas propuestas de transferencia de tecnologías a los oleros de la zona para la producción artística, a la vez de constituirse en insumos para otras acciones académicas relacionadas.

Ideas punto de partida

Para la comprensión de la complejidad de la problemática, consideramos en la construcción del marco referencial, los conceptos teóricos de *permacultura* desde la perspectiva de Mollison, de *sustentabilidad*, sostenido por el Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente y por el Foro Mundial para la naturaleza, de *ecología,* legislado y promulgado por el Senado y la Cámara de Diputados de la Nación Argentina, de *cultura* y *arte* desde distintas perspectivas, así como el de *imagen visual* desde una perspectiva artística.

Marco geográfico natural y sociocultural

Ingresamos al terreno empírico con una caracterización del marco geográfico de la provincia de Misiones; sus aspectos topográfico, hídricos, climáticos, y suelos. De los sitios de asentamientos: Guaraní y Oberá o contexto de producción, los sujetos y las viviendas, las producciones artísticas como así también una percepción del valor y sentido que el mismo olero le da a sus prácticas. Aspectos que consideramos esenciales para comprender y pensar actividades de extensión situadas.

En relación con nuestra indagación podemos sintetizar algunos hallazgos logrados del trabajo en terreno, compartiendo las experiencias de observación de las viviendas de Guaraní y de Oberá; sus aspectos formales, estructurales, y funcionales, la producción artística.

Las viviendas

Fuimos observadores en distintos momentos de la investigación, en los cuales observamos: 1) las viviendas de los oleros de Guaraní: aspectos formales, estructurales, funcionales y estéticos. 2) La vivienda del olero de Oberá: aspectos formales, estructurales, funcionales, estéticos, socio- cultural y ambiental.

Realizamos el análisis de las viviendas atendiendo a: las interacciones de los sujetos y el objeto; la relación dialógica construida entre el artesano y su ambiente; el modo de apropiación del entorno de los oleros; las tecnologías de subsistencia. El análisis exhaustivo de los registros nos permitió detectar los modos de organización de la vivienda, y cada uno de los componentes del asentamiento.

Aspectos permaculturales

En síntesis podemos establecer los aspectos nodales detectados, como vías disponibles para aprender conductas permaculturales, pues consideramos que la situación observada ha sido un hecho cultural constructivo debido a algunos aspectos que rescatamos en estas conclusiones:

- La centralidad de la **vivienda del olero** en torno a la cual se realizan las actividades: de olería, patio de estar, huerta, gallinero, plantaciones, agua y sanitarios.

- En tanto sujeto que porta saberes, el olero lleva a cabo **estrategias constructivas** que colaboran con la conservación del ambiente, como ser: el cuidado y preservación del entorno natural (plantas y animales), utilización de ningún tipo de componentes químicos, tanto para la higiene, como para el abono de los cultivos, puesto que usa el soleado como antiséptico principal de las prendas y, fertilizantes naturales; producto de la descomposición de las hojas de los árboles, para las verduras y plantíos. Desde su estado previo de saberes prácticos, puede apropiarse de los nuevos saberes e incorporarlos a su red de sentidos.

Aspectos de la transferencia tecnológica

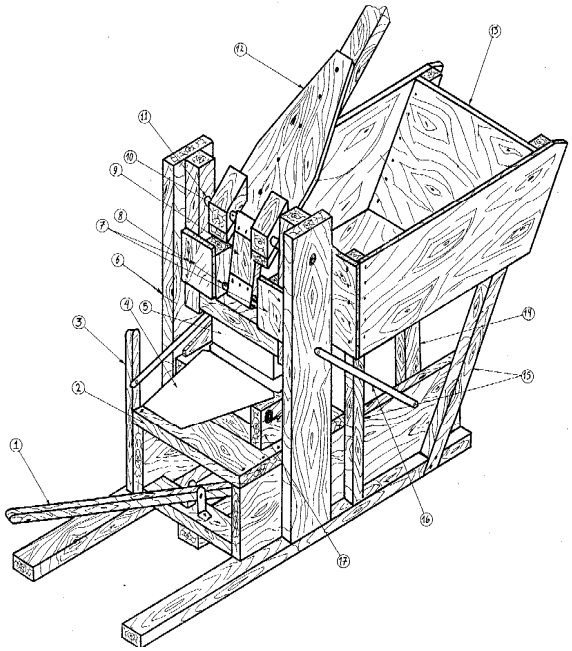
La nueva propuesta de tecnología productiva transferida a los oleros; una máquina troqueladora de adobes; la cual aporta cambios tecnológicos al proceso manual tradicional, introduciendo menor esfuerzo y maximización de uso del tiempo, representando una aceleración del proceso que redunda en una ventaja productiva y un beneficio importante para la salud de los trabajadores.

Comparativamente con el sistema tradicional, esta tecnología opera reemplazando dentro del proceso manual: las etapas de malacateado, cortado y canteado; incorpora la rotación de tareas, y permite la producción con todo tipo de arcillas puras o en mezclas, sin agua adicional.

Máquina troqueladora de adobes[xv]

La estructura formal se compone de 6 partes significativas:

1- Tolva (13): contenedor de forma tronco piramidal, con una profundidad de 35 cm. cuya base en forma de paralelogramo, posee un lado vertical se encuentra en contacto con la cara anterior próxima a la palanca de accionamiento, sobre este lado y en la base se encuentra una abertura cuadrada que permite el pasaje del material hacia el dosificador y por intermedio de éste, hacia el molde.
2- Molde (17): es una pieza en forma de prisma rectangular, con una profundidad de 5 cm. Sus lados rebatibles, se unen a los soportes principales (6), cuya base está unida a la palanca de extracción (1).
3- Sistema de alimentación: compuesto por una palanca de alimentación (3), de forma prismática rectangular de cantos redondeados, unida a un bastidor dosificador.
4- Palanca de accionamiento (12): objeto laminar plano compuesto por dos partes unidas, cuyo largo total es de 220cm. Esta palanca se encuentra unida a un sistema de manivela-biela, en cuyo extremo inferior se sujeta el troquel (5).
5- Palanca de extracción (1): objeto de forma prismática rectangular de cantos redondeados, unida a la base del molde a través de un eje.



1- PALANCA DE EXTRACCIÓN
2- BASE DEL MOLDE
PALANCA DE ALIMENTACIÓN
PLATAFORMA DE DESCARGA
5- TROQUEL
6- SOPORTE PRINCIPAL
7- GUIAS
8- EJE MOVIL INFERIOR
9- BIELA
10- EJE MÓVIL SUPERIOR
EJE PRINCIPAL PTO DE APOYO
12- PALANCA MANIVELA-BIELA
13- TOLVA
SOPORTE PLATAFORMA DE ALIMENTADOR
15- SOPORTES DE TOLBA
16- PLANCHUELA REFUERZO
17- MOLDE DE TROQUELADO

Imag. 1 Maquina troqueladora de adobe

Esta máquina troqueladora de adobes aporta ventajas a la productividad actual de los oleros, y entre esas ventajas, nosotros reconocimos, la virtud de producir adobes muy resistentes, dado que la técnica de troquelación implica la aplicación de una tonelada de presión sobre el molde con material provisto de humedad natural, no incorporada mecánicamente.

La resistencia del adobe troquelado, observada por nosotros y probada por el autor de la máquina, nos permitió pensar en la hipótesis de su aplicación en la construcción de muros y posterior revoque, utilizando la tierra como materia prima principal. Reconocimos aquí la oportunidad de producir materiales crudos para la construcción de viviendas a muy bajo costo.

Construcción del prototipo

Para el diseño y construcción del prototipo de vivienda sostenible se contó con las apreciaciones y sugerencias del olero, además del enfoque disciplinar proporcionado por los profesionales de la arquitectura e ingeniería, como integrantes del equipo de trabajo, cuyo apoyo técnico fue muy importante.

Se consideraron los siguientes aspectos:

1) Ubicación e implantación.
2) Funcionales.
3) Técnicos constructivos.
4) Económicos.
5) Ecológicos.
6) Sociales.
7) Estéticos.

En este sentido:
1) La vivienda está **ubicada** en la parte más alta del terreno, para evitar problemas de anegamiento por lluvias. Se estudió que la vivienda tenga buen soleamiento y buena ventilación, por lo que la implantación responde a estos principios:

Circulación de aire y asoleamiento:
- Habitaciones cruzadas N/S.
- Galería al N.
- Árboles que la protegen de las lluvias y vientos provenientes del sur; y la resguardan del sol de la tarde al oeste.



Imag. 2 Diseño prototipo de vivienda. Vista Frontal



Imag. 3 Corte frontal del prototipo

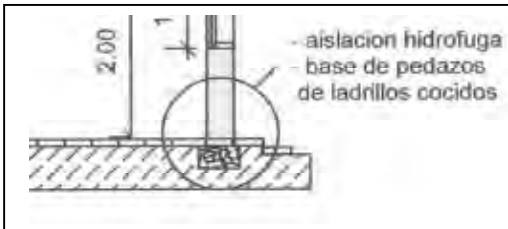
La vivienda **funciona** con una circulación central semicubierta que distribuye el ingreso a los distintos locales en forma independiente, área dormir (dormitorio), área aseo (baño), área cocinar (cocina) y área estar (galería). Esta circulación central funciona también como conector de éstas actividades con el exterior.

2) Se plantea una **estructura** autoportante de horcones de rollizos y cabreadas realizadas con rollizos y costaneros (forma tradicional de construcciones de la zona). Los rollizos de los horcones se protegen con aceites en desuso para evitar la descomposición por la humedad al enterrarlos en la tierra.
Las bases, son zapatas construidas con pedazos de ladrillos cocidos (sobrantes de la producción de la olería). Se realiza una aislación hidrófuga con un manto de agropol sobre las bases de las zapatas y solado.

A nivel del suelo se realiza una hilada de ladrillos para luego asentar la pared de adobes de 0.30 m de espesor en los espacios entre horcones.
Los vanos de las aberturas se realizan utilizando las mismas como soporte de la pared.
El solado se realiza con una capa de ladrillos.



Imag. 4 hilada de ladrillos



Imag.5 Vista de la base

3) Desde el punto de vista económico, los **materiales** de construcción tienen un costo muy bajo, dada la abundante disponibilidad de materia prima (barro y madera) y componentes productivos para la producción del material para muros, techos, cabreadas, solados y revoques.
   En cuanto al equipamiento para producir los adobes, se requiere de una máquina troqueladora manual o automática, cuyos costos de fabricación oscilan desde $1500 la primera y hasta $ 6.000 la segunda aproximadamente, dichos costos pueden variar en relación con; la posibilidad de fabricación propia o la contratación de terceros (taller metalúrgico o de carpintería). En nuestro caso, los costos son cubiertos por el presupuesto adjudicado al proyecto. Se trabajó con una máquina troqueladora manual que funcionó con la asistencia de dos operarios.

   La fuerza de trabajo, incluyó un equipo de cuatro personas, dos de ellas abocadas al proceso de producción de adobes con la máquina y las dos restantes al proceso de construcción de la vivienda. Se requiere que alguno de los obreros tenga conocimientos básicos de construcción, albañilería y carpintería.

   El aspecto energético del proceso de producción del material, **en relación con la máquina** no demandó consumo de agua ni de combustibles.
   En relación con la preparación del material, el proceso requirió para la obtención de **adobes**, el 100% de barro “ñaú” (suelo arcilloso), disponible en forma abundante en la olería y el 0% de agua. La preparación del **revoque,** requiere: 90% de tierra + 10% de cemento (la incorporación de cal es optativa). Los **engobes** para el proceso de terminación se conforman con: 100% de agua + 60% de tierra + 10 % de óxidos para colorear.

4) En cuanto a las **características ecológicas** del proceso de producción, podemos señalar que cualquier tipo de suelo es apto para la troquelación de adobes, incluidas las toscas o suelos muy magros, no aptos para el cultivo.
   En caso de abandono o deterioro de la vivienda construida, los materiales son totalmente asimilables por el biosistema y no contaminantes, puesto que se trata de tierra mayoritariamente cruda y maderas.
   Los aspectos funcionales de la misma responden a criterios bioclimáticos de soleado y ventilación.

5) La construcción del prototipo de vivienda se realizó a partir de un diseño que buscó atender el comportamiento **sociocultural** de sus habitantes, en este caso, la practicidad para acceder a los distintos ambientes de la misma. Esto es visible también en los aspectos funcionales, dado que la circulación central y el corredor externo, responden a la costumbre de permanecer más en el exterior que en el interior de la vivienda.
   La participación de los habitantes durante todo el proceso intensificó el sentimiento de apropiación del nuevo espacio, desde la preparación del ambiente, limpieza de malezas, preparación del terreno y colaboración en el proceso de construcción.

6) El acabado de los muros conlleva la aplicación de color a las paredes y/o diseños ornamentales, según la opción de los habitantes de la vivienda y su voluntad de participación en actividades plásticas relacionadas al embellecimiento del hogar de distintas maneras. Esta etapa queda incompleta a la hora de redactar este informe dado la etapa constructiva en que se encuentra la vivienda.

- Por otra parte, en la dinámica de la dialéctica generada durante la transferencia, por los docentes universitarios y los prácticos intervinientes en la experiencia de troquelación de adobes y construcción del prototipo observamos cómo el teórico reacomodó sus saberes y reformuló su posición teórica a partir del intercambio con los prácticos.

- El punto de partida de los integrantes de la investigación se instaló en el reconocimiento, respeto y valorización de **los saberes de los oleros**; como lo dice Freire: *"saberes socialmente construidos en la práctica comunitaria"* (2002: 31), actitud -al igual que otras características de nuestra práctica investigativa- señala nuestro posicionamiento en el paradigma Freireano. Los conocimientos de los oleros pertenecen al mundo de la experiencia práctica, y en ellos se basan las estrategias planteadas para el diseño de la vivienda, logrando mantener durante todo el proceso un clima de interés y atención participativa.

- Durante el desarrollo del proceso, se mantiene el **centro en la actividad** de troquelación, en la tarea, en torno a la cual se va planteando un acercamiento sobre la base de observación, fundamentalmente en la primera etapa, explicaciones, manipulaciones de la máquina, pruebas, ensayos, errores, nuevas pruebas, producto y evaluación. Las situaciones de aproximación y participación se plantean desde la **problematización,** la **inducción a través de la duda metódica y la ejercitación mediante el ensayo y el error.**

- La **actitud** de los investigadores, en tanto vía disponible para el dialogo se caracteriza por la paciencia, la humildad, la predisposición, sustentadas en el conocimiento de su ciencia y en la valoración del saber del olero.

- El esfuerzo crítico de los oleros estuvo puesto en la comprensión de las situaciones problemáticas y la posibilidad de transferencia de aprendizajes prácticos anteriores.

- La curiosidad de las dos partes, al servicio del objetivo compartido produjo hallazgos cada vez más certeros en relación al perfeccionamiento del mecanismo, la producción de los adobes y la construcción del prototipo.

La vivienda como escenario de comportamientos estéticos

La posibilidad de operar con estas configuraciones en el terreno de las expresiones artísticas plásticas nos llevaron a buscar tales tendencias en las prácticas, no de género –como los intentos habituales en las investigaciones de nuestro campo- sino en relación con los intereses de aprender arte y con las fachadas y los interiores de las **viviendas** consideradas como escenario de comportamientos estéticos (artístico plástico).

Nuestra aproximación a estas expresiones y manifestaciones nos permitieron sistematizar tendencias en relación con las **prácticas artísticas** de los oleros NP de Guaraní, tales como:

- Las metas de toda actividad son en primer lugar **prácticas** y en segundo lugar se puede vislumbrar una función estética determinada por el **gusto** y lo que les parece *lindo*, dentro de los principios de la necesidad.

- Existe una disposición estética en la estructura formal y material del exterior de las viviendas, fundamentada en los gustos por la elección de los materiales y en la organización de los colores dominantes (gama de grises y tierras) y las texturas predominantemente formales (superposición y yuxtaposición). Se destaca la simetría, puesto que es una constante la combinación de direcciones verticales, horizontales y oblicuas, con predominio de la verticalidad en el diseño de las viviendas, ostentosamente visibles en los cercos de madera y corredores; elementos todos que están determinados por la *necesidad* y la naturaleza de los materiales disponibles.

- La tendencia a lo decorativo en el interior de las viviendas se resuelve en una preferencia por las imágenes figurativas y naturales. Hay una tendencia a contrarrestar el gris y opaco del exterior con imágenes brillantes y coloridas en el decorado interior, donde además se observa una manera particular de cultivar lo estético fundada en la familia, la religión, los cultos paganos y los elementos de la naturaleza animal y vegetal a través de

imágenes y objetos no utilitarios, dispuestos en forma abigarrada y asimétrica. Organización que se caracteriza por la coexistencia de polaridades (lo religioso y lo pagano, lo opaco y lo brillante, etc.). Demuestran en la disposición arbitraria de imágenes y objetos, la capacidad para clasificar y distinguir dentro de su universo, los objetos que merecen ser abordados y reconocidos con valoración estética, obedeciendo las propias reglas que son extraídas de su universo de sentido, donde las imágenes, con diverso valor simbólico se yuxtaponen y superponen simultáneamente.

Tendencias de aprendizaje de prácticas artísticas de los oleros

- En cuanto a las posibilidades de formación artística, los oleros manifiestan su interés y predisposición a aprender nuevas tecnologías para el trabajo con barro en primer lugar, aunque algunos nombraron también la madera como posibilidad. Dan cuenta así del valor que el mismo tiene en sus vidas como materia prima y del sentido pragmático de la acción y del trabajo. Todas sus manifestaciones están teñidas de una claro sentido y conciencia del "ser oleros". Existe una marcada propensión hacia las actividades colectivas y grupales durante el tiempo libre.

- Las tendencias artísticas detectadas tanto en el exterior de las viviendas como en el interior –intimidad que resguardan celosamente- están sesgadas por el carácter de necesidad.

- La presencia de casos de práctica personal de producción artística, dejan pistas para buscar otras posibilidades de inclinaciones personales o de grupos e indagar acerca de los modos en que estos aprendizajes se dieron.

- El abordaje de la enseñanza de las tecnologías para la producción artística debería partir desde el reconocimiento de los saberes prácticos y proponer una lógica empírico-teórica, mediante demostración práctica y explicaciones oportunas durante el desarrollo de experiencias plásticas abiertas y libres.

- La posibilidad de construir desde lo artístico nuevas caminos de integración con su contexto, abre para el académico un espacio de cuestionamiento de sus patrones hegemónicos y la generación de *otras miradas* sobre el arte, *lo* artístico y lo estético.

Algunas consideraciones generales:

Este estudio de los aspectos permaculturales en relación con la construcción de viviendas sostenibles invita a la transferencia de conocimientos en actividades de extensión de la Universidad y las prácticas artísticas plásticas de los oleros de Guaraní proporciona claves para entender una serie de fenómenos relacionados con la transferencia y expone los modos y estilos de conocimiento que son adecuados para una educación artística viable y efectiva para el desarrollo de la autonomía.

Si el mundo de los saberes tecnológicos-artísticos-académicos está alejado de los saberes prácticos cotidianos, se genera una brecha cultural y epistemológica que vuelve difícil la transferencia de conocimientos en actividades de extensión universitaria. Por ello se torna importante el conocimiento en profundidad del contexto de los destinatarios, entendiendo por contexto no sólo el ambiente físico geográfico sino los modos de interacción, los lenguajes, las prácticas, las historias, las creencias, los estilos de producción, las maneras de entender el arte, las representaciones sobre su propia vida, el valor del trabajo, de la religión, de la familia, etc.

Tales descubrimientos se constituyen en herramientas para el diseño de propuestas de extensión que focalicen el trabajo con sujetos de sectores no académicos de los cuales, el especialista teórico puede aprender mucho y hasta llegar a revisar y modificar sus supuestos. Además consideramos fundamental los aportes a otros sectores de la vida universitaria como ser en la orientación de programas de formación docente para la

educación artística y tecnológica, en las transferencias de tecnologías artísticas plásticas, en la educación de sectores populares, en la investigación para la creación de un espacio de construcción del conocimiento en relación con sectores no convencionales, en la articulación con el medio para diseñar políticas de acción educativa y cultural. Desde cualquiera de estos sectores estaremos colaborando con el combate de la fragmentación social.

Podemos exponer como proyecciones de trabajo sostenidas en esta experiencia de investigación:

a) El completamiento de la construcción del prototipo en la ***segunda etapa de investigación "Arte, arquitectura y Tecnología en el Diseño de Asentamientos Humanos sostenibles en la Provincia de Misiones",*** ya iniciada.

b) El desarrollo y aplicación experimental de prácticas estéticas plásticas y visuales en las viviendas, a partir del uso de tecnologías del barro en el acabado de muros construidos con adobes troquelados, en base a la aplicación de engobes, con los oleros.
Acciones que se sostienen en una concepción del arte como derecho y como posibilidad y esperanza de superación e integración. En tal sentido reiteramos algunos principios de esta concepción.

Como docentes e investigadores en artes plásticas y visuales, creemos que el arte es un derecho que posibilita el dialogo intercultural y que tenemos el compromiso de reconstruir el sentido de la educación artística a partir del reconocimiento de nuestra propia cosmovisión y el respeto que nos merece la cosmovisión de los otros, participando y haciendo participar activamente.
Para concluir, queremos expresar, en lo personal, nuestro agradecimiento a las familias de oleros que nos brindaron – de diferentes maneras- su mundo y sus horizontes para resignificar profundamente los nuestros.
Esperamos que este informe dé cuenta a los lectores, aunque más no sea en algún aspecto, de las peculiares maneras de construcción de ese universo donde el centro vital de la actividad y de su historia, está motorizado por la identificación del hombre con la tierra., el barro, la arcilla.

Citas y notas

1-Universidad Nacional de Misiones. Argentina.
2-La sostenibilidad, se refiere a la capacidad de una sociedad, ecosistema, o sistema cualquiera de permanecer funcionando indefinidamente en el futuro sin estar obligado a desaparecer debido al agotamiento o sobrecarga de los recursos claves de los cuales dependen: de tipo material, social y ambiental. "Indicadores de evaluación de la sustentabilidad de proyectos de viviendas". En línea. Tomado de la lista de correo electrónico: Sf. http:// www.monografías.com/trabajos 15/ sustentabilidad/sustentabilidad.shtml (03 octubre de 2002)
3-Fabricantes de ladrillos cerámicos artesanales para la construcción
4- "Permacultura es un concepto práctico para diseñar sistemas de Vida sustentable, que se basa en la integración de investigaciones de grupos de base, la sabiduría ancestral, y la ciencia ecológica moderna…" Instituto Argentino de Permacultura. "Permacultura: Entrenamiento intensivo de Verano". En línea. Tomado de la lista de correo electrónico: Sf. Arqui-terra@eListas.net (6/11/2002)
5-Resultado de investigación: HASELSTRON, Gilberto (1998) "Desarrollo tecnológico para la producción de materiales cerámicos regionales" Secretaría de investigación "APOAVA", Facultad de Artes, UNAM. Oberá, Misiones, Argentina.
6-BOZZOLOJosé Javier, CANDIA Christian Daniel, FANTIN Belkis Viviana, MAC DONALD Matías José. "Propuesta de Modelo Bioclimático de Equipamiento Sanitario en la Provincia de Misiones". En línea. http://www. Soloarquitectura.com/construccionesecológicas.htm (15/4/2003)
7-Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. La Plata. Buenos Aires.
8-Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas.
9-Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires.
10-Proyecto de Investigación XIV. 6 PROTERRA. Subprograma HABYTED Viviendas de Interés Social. Programa Ciencia y Técnica para el Desarrollo.

11-Actividad plástica sometida a reglas de fabricación de materiales de construcción (trabajo de olería)., sujeta a valores de productividad.
12-OKULOVICH, E. (2003) **"Técnicas, Materiales y Tecnologías en Olerías de Oberá".** Secretaría de Investigación APOAVA, Facultad de Artes, UNAM, Oberá, Misiones.
13- Cualquier actividad plástica sometida a reglas de construcción y apreciación estéticas; sujeta a la creación de valores (lo bello, lo feo, lo sublime,, etc.) y/o formas de simbolización, y/o expresión.
14-Ídem **"Detección de prácticas estéticas populares en artes plásticas y visuales en una comunidad de oleros en Misiones" ".** Secretaría de Investigación APOAVA, Facultad de Artes, UNAM, Oberá, Misiones.
15-HASELSTRON, Gilberto W. (2001) Cod. 16D/047 ***"Dispositivos y Mecanismos para troquelar material cerámico con materias primas nuevas descubiertas"***, Secretaría de Investigación APOAVA, Facultad de Artes, Universidad Nacional de Misiones, en OKULOVICH, Eva Isabel (2003) **"Técnicas, Materiales y Tecnologías en olerías de Oberá"** Universidad Nacional de Entre Ríos. Facultad de Ciencias Económicas. Secretaría de Posgrado.

Bibliografía

*BANG, Jan GROUP, Green. **Modelos de Permacultura y Diseño de Eco aldeas.** Articulo publicado en el boletín de ENA "Ecovillage". 1998.
*BARANGER, Denis. **Construcción y análisis de datos.** Posadas. Misiones. Editorial Universitaria. 1992.
*BILL, Molison. **Introducción a la Permacultura.** Bs. As. Anagrama. 2003.
*BOURDIEU, Pierre. **Sociología y Cultura**. México. Grijalbo. 1992.
*BOURDIEU, Pierre. **La distinción. Criterio y bases sociales del gusto.** Madrid. Edit. Taurus. Traducción Ruiz de Elvira Carmen. 1988.
*BRAILOVSKY, Antonio E. **Historia ecológica de Iberoamericana. Argentina.** KAICRON. 2006.
*CASSIRER, Ernest. **Antropología filosófica.** 2 ed. México: Edit. Fondo de cultura económico. 1999.
*CUCHE, Denys. **La noción de cultura**. Buenos Aires: Nueva Visión. 1999.
*DE MAN, Paul. **Aesthetic Ideology**. University of Minnesota. (Trad. Asensi, Manuel y Richart, Mabel). 1996.
*FREIRE, Paulo. **Pedagogía de la Autonomía.** 18ª Ed. Brasil. Paz e Terra. 2002
*GARCIA CANCLINI, Néstor. **La globalización imaginada.** Buenos Aires. Edit Paidos SAICP. 1999
*GARDNER, Howard. **Educación artística y desarrollo humano.** Barcelona, Bs As. , México. Paidos. 1999.
*HOUBEN, Hugo, GUILLAUD, Hubert. **Traite de Construction en Terre.** Collection dirigee par le Comité Scientifique du CRATerre. Switzerland. Parentheses. 1998.
*RAMIREZ, Juan Antonio. **Cómo escribir sobre Arte y Arquitectura.** Barcelona. Serbal. 1996.
*RAMIREZ, Gustavo. **Diseño de Permacultura.** Argentina. Instituto Argentina de Permacultura. 2003.
*ZAMUDIO, Teodora. **Regulación Jurídica de las Biotecnologías.** Bs As. Equipo de Docencia e Investigación UBA- Derecho. 2005.
*STULZ, Roland, MUKERJI, Kiran. **Appropriate building materials.** Switzerland. SKAT. 1988.
*SCHILLER, Silvia. **Construcción con tierra.** Centro de Investigación Hábitat y Energía. Buenos Aires. FADU – UBA. 2005.
*VELAZQUEZ, Armando. **Indicadores de evaluación de la sustentabilidad de proyectos de viviendas.** Cuba. Centro de investigaciones y desarrollo de las estructuras y los materiales de construcción, CIDEM. 2003.

Eva Isabel Okulovich

Magíster Scientiae. Investigador de APOAVA, Secretaría de Investigación de la Facultad de Artes. Universidad Nacional de Misiones. Línea de investigación: Artes Plásticas, tecnología y educación.

Gilberto Haselstron

Profesor en Dibujo. Investigador de APOAVA, Secretaría de Investigación de la Facultad de Artes, Universidad Nacional de Misiones. Línea de investigación: Materiales cerámicos regionales y mecanismos de producción.

Graciela ANGER

Licenciada en Artes Plásticas. Investigador de APOAVA, Secretaría de Investigación de la Facultad de Artes, Universidad Nacional de Misiones. . Línea de investigación: Artes plásticas.

Jorge Senn

Ingeniero Electromecánico. Investigador de APOAVA, Secretaría de Investigación de la Facultad de Artes, Universidad Nacional de Misiones. . Línea de investigación: Tecnología.

Silvia Marlene Okulovich

Arquitecta de la ciudad de Oberá, Misiones.

Lorena Do Santos

Profesora en Educación Tecnológica. Investigador de APOAVA. Secretaría de Investigación de la Facultad de Artes, Universidad Nacional de Misiones.
Línea de investigación: Educación Tecnológica.

2.4

PROCESOS DE RESIGNIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA: LOS "FALSOS ORIGINALES" COMO RECURSO TURÍSTICO[1]

Gabriela Pastor* (1) **y Elma Montaña*** (2)
(1) CONICET-IADIZA (2) CONICET-INCIHUSA, Ruiz Leal s/n, (5500) Mendoza, Argentina.
gpastor@lab.cricyt.edu.ar y emontana@lab.cricyt.edu.ar

Palabras clave: patrimonio-turismo-autenticidad

Resumen
La construcción con tierra cruda constituye una vieja inquietud de quienes se preocupan por la conservación de los recursos patrimoniales. Es propia de sistemas vernáculos de construcción de hábitat, por lo que se ve cada vez más limitada a relictos pauperizados en territorios periféricos. En este contexto, preocupa la valoración social que de ella se hace, su conservación en términos de integridad física y su utilización en el marco de economías y sociedades que acortan progresivamente los horizontes de sus intereses hacia la practicidad, la comodidad y la rentabilidad en los términos más sórdidos de prácticas crecientemente mercantilizadas.

Justo cuando se pensaba que la batalla estaba perdida y que el adobe, el tapial, la quincha y los demás sistemas se extinguían, se percibe el auge de nuevas construcciones e intervenciones efectuadas en tierra cruda. Nos referimos principalmente a las viviendas y casas de veraneo, restaurantes, hosterías y locales destinados a demostraciones y venta de artesanías que se producen *ex novo* así como a rehabilitaciones de edificaciones existentes vinculadas a la actividad turística.

Es que las nuevas tendencias del turismo en tiempos de globalización imponen a los territorios sujetos a usos turísticos crecientes exigencias de singularidad y autenticidad como requisitos de competitividad. Especialmente en aquellas periferias para las que las oportunidades de desarrollo económico se han visto limitadas en el marco de los mercados ampliados, muchos territorios están orientando su economía hacia el turismo, buscando un nicho que haga posible el desarrollo local o regional. Ofrecen como principal atractivo la cultura vernácula en la que la construcción con tierra es un elemento central.
Pero la arquitectura de adobe ya escasea, o está deteriorada, o se localiza en lugares que no son los más convenientes para los circuitos turísticos. Incluso si se adecua a las funciones que se procura albergar puede que –estigmatizada- simplemente no sea considerada "presentable" para los turistas de alta gama que se pretende atraer. Es aquí donde aparecen nuevas construcciones de adobe que recrean los valores de las originales, "mejorándolas" incluso para que encarnen mejor la tipología y expresión formal, para que sean especimenes perfectos de una arquitectura que condensa la esencia de los valores culturales que se pretende exponer. Estos edificios suscitan emociones profundas y auténticas (incluso más que las viejas edificaciones originales) y en este sentido, son auténticos, aunque no sean sino imitaciones. O "mentiras piadosas", en palabras de Buschiazzo a propósito de la reconstruida *Casa de Tucumán*.

El trabajo explora este fenómeno de los "falsos originales", presentando casos del centro-oeste y noroeste argentino. Las preguntas formuladas apuntan a la validez y legitimidad. Es que esta nueva tierra cruda y su sistema de producción tienen poco que ver con el sistema que les está proporcionando su espíritu. A veces se utilizan los mismos materiales y se reproducen las técnicas constructivas, pero son otros los saberes puestos en juego y diferentes las motivaciones que las animan. Por otra parte, los "falsos originales" pueden ser vistos como la expresión de identidades recreadas en el marco de contextos que imponen nuevas condiciones. Entonces, ¿son efectivamente tan falsos?, ¿existen verdaderamente elementos que les otorgan autenticidad? ¿Se trata de un *revival*?, ¿Un vaciamiento de contenidos? ¿Estamos frente a un patrimonio que cambió de dueño?

Las respuestas parecen ser diversas en la medida en la que se multiplican los ángulos de abordaje: desde la conservación del patrimonio, desde los objetivos de desarrollo local y desde las estrategias de los diversos actores involucrados.

Desarrollo
Introducción
La mundialización de los territorios y la creciente articulación de los procesos locales con los globales han puesto a la arquitectura en un campo en el que el internacionalismo y el localismo se contraponen a la vez que se amalgaman. Sea como reflejo de reacción al movimiento moderno o como moda, la arquitectura se adapta al contexto en el que se desarrolla y revaloriza la memoria histórica (Montaner, 2002), dando cuenta de reivindicaciones regionales y/o locales. Por otra parte, el proceso de "democratización de la historia" ha redefinido el interés del patrimonio arquitectónico y urbanístico a favor del *patrimonio modesto* o *patrimonio no monumental* (Waisman, 1995: 109-110).
En este marco, la construcción con tierra cruda constituye una vieja inquietud de quienes se preocupan por la conservación de los recursos patrimoniales. Es propia de sistemas vernáculos de construcción de hábitat, por lo que se ve cada vez más limitada a relictos pauperizados en territorios periféricos. En estas condiciones, preocupa la valoración social que de ella se hace, su conservación en términos de integridad física y su utilización en el marco de economías y sociedades que acortan progresivamente los horizontes de sus intereses hacia la practicidad, la comodidad y la rentabilidad en los términos más sórdidos de prácticas crecientemente mercantilizadas.

Justo cuando se pensaba que la batalla estaba perdida y que el adobe, la quincha, el tapial y los demás sistemas se extinguían, se observa el auge de nuevas construcciones e intervenciones efectuadas en tierra cruda. Nos referimos principalmente a las viviendas y casas de veraneo, restaurantes, hosterías y locales destinados a demostraciones y venta de artesanías que se producen *ex novo* así como a rehabilitaciones de edificaciones de tierra cruda existentes vinculadas a la actividad turística.
Es que las nuevas tendencias del turismo en tiempos de globalización imponen a los territorios sujetos a usos turísticos crecientes exigencias de singularidad y autenticidad como requisitos de competitividad. Especialmente en aquellas periferias para las que las oportunidades de desarrollo económico se han visto limitadas en el marco de los mercados ampliados, muchos territorios están orientando su economía hacia el turismo, buscando un nicho que ofrezca una oportunidad al desarrollo local o regional. Ofrecen como principal atractivo la cultura vernácula en la que la construcción con tierra es un elemento central.

Pero la arquitectura de adobe ya escasea, o está deteriorada, o se localiza en lugares que no son los más convenientes para los circuitos turísticos. Incluso si se adecua a las funciones que se procura albergar puede que –estigmatizada- simplemente no sea considerada "presentable" para los turistas de alta gama que se pretende atraer. Es aquí donde aparecen nuevas construcciones de adobe que recrean los valores de las originales, "mejorándolas" incluso para que encarnen mejor la tipología y expresión formal, para que sean especimenes perfectos de una arquitectura que condensa la esencia de los valores culturales que se pretende exponer. Estos edificios suscitan emociones profundas y auténticas (incluso más que las viejas edificaciones originales) y en este sentido, son auténticos, aunque no sean sino imitaciones. O "mentiras piadosas", en palabras de Buschiazzo a propósito de la reconstruida *Casa de Tucumán*.
Desde una visión que reflexiona sobre el patrimonio desde una perspectiva territorial y, en este marco, lo considera como un factor relevante del desarrollo local[2] (IAPH, 1986:8-9), el trabajo explora la revitalización de la arquitectura de tierra cruda que se observa a partir de este fenómeno de los "falsos originales".
Se comienza presentando la situación de la arquitectura de tierra cruda en Cuyo y el NOA para luego caracterizar la actividad turística en los territorios globalizados (entre los que estas regiones se incluyen), sus demandas y sus posibles efectos en las sociedades

receptoras. En la encrucijada entre la arquitectura vernácula como valor patrimonial y el turismo, se presenta una muestra de casos observados de “falsos originales”, respondiendo a distintas demandas, promovidos por diversos actores y alcanzando soluciones particulares según los variados contextos, en particular los del centro-oeste y noroeste argentinos. El análisis recorre algunas categorías previstas en el diseño de investigación (materialidad, morfología, recursos formales, tipología y tecnología) así como otras emergentes del trabajo de campo. A partir de allí surgen preguntas sobre la legitimidad patrimonial de este fenómeno y su valoración para llegar -por este camino- al de los significados atribuidos a esta arquitectura por los diversos actores involucrados. Las reflexiones finales se refieren a las connotaciones que este fenómeno imprime al patrimonio en tanto factor de desarrollo local. El trabajo presenta una línea de investigación en pleno desarrollo y -desde este carácter provisorio- su alcance se enfoca a la presentación y la discusión de las hipótesis que orientan la investigación y a compartir los interrogantes emergentes con quienes se preocupan por “El presente de la Arquitectura en tierra: Creatividad y sustentabilidad”.

Amenazas y oportunidades para la arquitectura de tierra cruda del centro-oeste y noroeste argentino

Las piezas de la arquitectura vernácula, en el sentido de lo nativo y de lo propio del lugar (Trebbi del Trevvigiano; 1985), ha sido habitualmente producida para el propio consumo de las sociedades de los ámbitos rurales o urbanos tradicionales. En este marco, la construcción en tierra cruda ha resultado una tecnología muy eficiente para el alcance de estos objetivos. Las piezas así construidas, son a su vez reconocidas como señas de identidad de esos mismos grupos productores, señas que representan ese lugar de pertenencia, no sólo física, sino social, económica y cultural. Pero esta imagen presenta rechazos y adhesiones tanto, entre los mismos grupos portadores de estas señas de identidad como por otros, externos a los mismos.

Asociada a estigmas de pobreza y marginalidad, así como de inseguridad y vulnerabilidad frente al evento sísmico, diversos factores contribuyeron a generar cambios en los modos de construcción del hábitat tendientes a dejar atrás esas marcas allí donde era factible en virtud de vinculaciones existentes con sistemas económicos más integrados al mercado. La introducción de materiales industrializados y las tecnologías asociadas a los mismos fue ganando protagonismo y transformando los testimonios existentes. La tierra cruda como material y tecnología fue progresivamente sustituida en pos de una nueva modalidad que apela a la exposición de la materialidad de los nuevos elementos constructivos haciendo evidente el cambio efectuado. *“Es el progreso de ella”* dirá un entrevistado, habitante de una comunidad tradicional de Tafí del Valle (Tucumán), señalando el frente de la casa de su madre realizada en ladrillo visto.

Es así como en ese afán de cambios que muestren “progreso”, la construcción del hábitat en tierra cruda ha ido cediendo espacio en la sustitución de componentes, conforme se iban generando las necesidades de renovación periódica que el sistema trae aparejado, al mismo tiempo que se iba extinguiendo en sus ámbitos naturales de producción. Obviamente, estas afirmaciones presentan matices. Los grupos cuyas condiciones de marginalidad adquieren un carácter estructural y que –en esta condición- permanecen como relictos tecnológicos, continúan con su producción y reproducción de estos sistemas vernáculos en base a la utilización de la tierra cruda. Esta situación de amenaza es temida por quienes se preocupan por la conservación del paisaje cultural y en particular por la arquitectura vernácula de las regiones periféricas de Argentina.

Sin embargo, lejos de desaparecer, esta arquitectura nos ha sorprendido en estos últimos años cobrando nueva vida en los nuevos escenarios propuestos para el turismo en Cuyo u el NOA. En efecto, en los últimos tiempos, una serie de circunstancias de diversa índole han incidido en perfilar el espacio rural ya no como productor de materia prima exclusivamente, sino como de servicios, entre los que el turismo ha resultado ser el privilegiado.

De la mano de la actividad turística y con el fin de satisfacer las crecientes demandas de alojamiento y diversidad de productos, la tierra cruda recuperada y reapropiada para consumo de visitantes, da origen genera nuevas edificaciones con los sistemas vernáculos tradicionales en las que se recuperan piezas arquitectónicas y urbanas o bien se generan nuevas pero con todos los elementos en los que se pueden reconocer esas señas de identidad vernáculas, ahora recuperadas y renovadas para consumo de visitantes.

El turismo y sus demandas

El turismo, como actividad económica ligada al descubrimiento y al conocimiento, ha estado tradicionalmente vinculada al paisaje, particularmente desde el desarrollo de las expediciones militares y científicas y los desplazamientos propulsados por el *gran tour* y *minitour* de a partir del siglo XVIII en adelante.

Las expediciones militares estuvieron impulsadas por la necesidad de reconocer y ejercer el dominio de los territorios conquistados así como de fortalecer el control de los mismos. De su mano, expediciones científicas promovieron la confección de cartografía, croquis, dibujos varios de los continentes africano, asiático, y americano. Ya fuera del ámbito militar, las expediciones científicas estuvieron destinadas al conocimiento de los sitios emblemáticos de la cultura occidental (por parte de los miembros de las clases nobles fundamentalmente) a través de viajes de carácter iniciático que perseguían -además- el reforzamiento de las redes sociales de "sangre azul" así como la generación de nuevos lazos de parentesco.

A partir de allí, turismo, paisaje, ocio y poder se han conformado como una cuaterna vigente a lo largo de siglos, si bien con variaciones de matices en unos u otros aspectos. Las nuevas modalidades "verdes", "eco" y "sustentable" no sólo no han logrado opacar las asimetrías que esta conjunción provoca sino, que han contribuido al re-etiquetado de la actividad turística y a una renovación de los significados a ella asociados.

Las motivaciones (necesidades, deseos, anhelos más o menos conscientes) que llevan a decidir emprender un viaje turístico y elegir un destino se asocian con "cambiar de ambiente, romper con lo cotidiano, realizarse personalmente, concretar fantasías, experimentar la aventura y lo inusitado" (Balasteri Rodríguez, 1999). En este marco, se reconoce un proceso de estandarización de las metas del viaje a partir de las dos finalidades fundamentales que se le atribuyen al tiempo de ocio: estar en contacto con la naturaleza y con la cultura (Rodríguez Ortiz, 1981).

Es aquí donde la cultura se convierte en objeto de una actividad de mercado tan dinámica y transnacionalizada como el turismo y cuando el patrimonio se constituye en fuente de inspiración y de contenidos del *marketing* turístico.

Porque en la elección de un destino turístico es muy importante la imagen que exista de antemano en la mente del potencial usuario sobre un destino o un servicio concreto. "La imagen que exista en la mente de un consumidor sobre un destino o un servicio concreto será decisiva para el proceso de toma de decisión y afectará el tipo de vacaciones elegido, aunque dicha imagen no se corresponda con la realidad" (OMT, 1998). Esta imagen -a menudo ficcional de una realidad -antes que la realidad misma- incide también en su percepción cuando se produzca la confrontación con ella e incluso en la evaluación *ex-post* de la experiencia turística por parte del viajero (Getino, 2002:63).

El marketing turístico tiende entonces a conformar productos que respondan a las necesidades y anhelos de los potenciales consumidores, construyendo imágenes estereotipadas que representan los arquetipos buscados, desdibujando –en el mismo proceso- claroscuros, aristas y particularidades que hacen a la identidad de las comunidades receptoras. "La estandarización de lo simbólico se antepone así a la comprensión y reconocimiento de lo diverso, que es la base de toda cultura y comunicación democrática" (Getino, 2002:67).

Pero mientras que las motivaciones turísticas de los individuos se asocian en buena medida a las imágenes prefiguradas de los "destinos" y el turismo como circuito económico globalizado homogeniza, compacta y lima singularidades y diversidades produciendo

destinos estereotipados, el turista no busca ver más de lo que lo rodea habitualmente sino que pretende vivir experiencias que le permitan sustraerse de su cultura o la cultura masiva e involucrarse en un mundo diferente, novedoso y singular.
Por su parte, la estandarización de la realidad opera desdibujando los límites de lo real y lo ficcional. Si en el pasado existían lugares bien delimitados en los que la ficción copiaba a la realidad (los parques de atracciones, las ferias, los teatros, los cines) en la actualidad es lo contrario -señala Marc Augé-: lo real copia a la ficción: "el menor monumento de la más pequeña aldea se ilumina para parecer una escenografía" (Augé, 1998).
De este modo, el turismo induce nuevos códigos culturales y propone nuevos sistemas de símbolos basados en imágenes que sustituyen a la realidad y, en este contexto, los "falsos auténticos" podrían ser interpretados como una expresión de estos corrimientos de los límites entre la realidad y lo ficcional.

La construcción de falsos originales o la invención de lo auténtico
Lo que llamamos "falsos originales" no constituye un fenómeno nuevo. La literatura patrimonialista reconoce un fenómeno diferente aunque vinculado: la "anastilosis", entendida como la reposición de piedras derrumbadas en su disposición original para crear una visión comprensible de un original dañado o destruido (DPIC, 1997:16)[3]. Tampoco se trata -como se verá- de algo privativo de la arquitectura de tierra.

Se ha tomado en este trabajo la expresión que utiliza David Brown (1999) y que ejemplifica con el caso del hall de exposición del *Parque de la Paz* de Hiroshima. Brown se refiere a un edificio que se yergue en el espacio vacío dejado por la bomba, cerca del epicentro. La sólida estructura original de hormigón armado salvó la construcción original de una destrucción total pero, amenazada su estabilidad a los agentes naturales actuando sobre el deterioro producido por la bomba, el edificio fue reconstruido en el estado de semi-ruina en el que se lo observa en la actualidad. El resultado muestra los efectos destructivos de la bomba, los cuidadores son (o fueron) ellos mismos sobrevivientes y el conjunto no deja de hacer sentir a los visitantes el horror de la masacre, pero las ruinas son -finalmente- una obra municipal reciente. Esto es lo que llamamos -siguiendo a Brown- un "falso original".
Humberto Eco también reflexiona sobre este fenómeno. En su libro *La estrategia de la ilusión* (1986) cuenta su ida a los Estados Unidos como un "viaje a la hiperrealidad" marcado por la observación de múltiples ejemplos de este fenómeno. En el museo de la ciudad de New York -por ejemplo-, encuentra maquetas escala 1:1 que "pesebrizan" escenas del nacimiento y vida pasada de la ciudad. Esta estrategia es comúnmente utilizada en museos antropológicos de todo el mundo con la intención pedagógica que el visitante "se sumerja" en un ambiente recreado para poder comprender el significado de piezas claramente identificadas como auténticas. Pero -a diferencia de esos casos- las escenas que observó Eco se componen de piezas verdaderamente auténticas y originales con otras de la época pero que no necesariamente formaron parte de esa composición y otras definitivamente reconstruidas o construidas o para asemejarse lo más posible a "la cosa real". En estos casos -y ahí radica la principal diferencia-, el observador no puede distinguir entre unas y otras.

Eco refiere situaciones similares en las que las reproducciones tratan de revivir una realidad mejorada hasta su expresión más representativa. El desdibujamiento de los límites entre la realidad y la ficción queda particularmente en evidencia cuando –en el el *Movieland Wax Museum* de Los Angeles- la búsqueda de la reproducción literal es igualmente minuciosa para escenas que reproducen situaciones que efectivamente pertenecen a la historia como otras que reproducen escenas de películas de pura ficción. Eco también rescata algunos ejemplos[4] en los que se hacen recreaciones costumbristas con intenciones más honestas y estrategias comunicacionales alejadas del *show* altisonante, marcando la diferencia entre estos casos que "regalan recuerdos" (porque los hay...) de las anteriores surgidas como reacción a una vacuidad de recuerdos en las que "el falso absoluto es hijo de la infeliz consciencia del presente sin espesor" (Eco, 1986:49).

Estas recreaciones descriptas buscan que el observador *experimente* situaciones que se han producido en otros tiempos, a veces en otros lugares, en contextos culturales diferentes al del observador. En este sentido, son perfectamente adecuadas a un turismo en búsqueda constante de nuevas experiencias en el que "lo importante no es el camino que se recorre sino las experiencias vivenciadas en dicho camino" (Romero, 1977).
Como testimonio de la vida de un pueblo (Waisman, 1995:110), el patrimonio es un recurso que permite al turista vivir las experiencias buscadas. La arquitectura vernácula de adobe, quincha y tapial expresa buena parte de esa cultura que se ha convertido en objeto de valoración turística en el centro oeste y el NO argentino. Pero –ahora desde la mirada turística-, esta arquitectura expresa a veces marcas de identidad debilitadas e incompletas, construcciones "contaminadas" por intervenciones recientes, ranchos parcialmente reconstruidos con tecnologías y lenguajes no vernáculos. O quizás expresen plenamente la cultura local pero difieran de la imagen prefijada que el turista espera encontrar, por ejemplo, elementos de la cultura mexicana en el NO argentino o marcas de identidad andina en Cuyo. Puede ser también que la arquitectura disponible no se adecue en funcionalidad, localización, tamaño y/o cantidad a las demandas turísticas a las que se pretende responder. Peor aún, es posible que los ejemplares de arquitectura vernácula disponibles sean fuertemente expresivos de la identidad y que no hayan sido alterados por elementos que distraigan de "la esencia" de la tradición en cuestión pero que sean simplemente "feos" o "pobres".
Es aquí donde aparecen hospedajes, restaurantes, establecimientos productivos y una diversidad de tipologías en construcciones nuevas que, si no aparecen –a nuestros ojos- como "falsos auténticos" muestran al menos algunos rasgos que los vinculan a este concepto.

Los falsos originales de tierra cruda en el centro-oeste y noroeste argentino
Resulta interesante entonces analizar una colección de casos representativos de la situación expuesta.[5] Los casos seleccionados son la *Posada de Luz*, la *Quinta La Paceña*, la *Posada Cerro Chico* y una vivienda de veraneo en Tilcara, todos en la provincia de Jujuy; la *Estancia Las Carreras* en la provincia de Tucumán; la *Finca Don Diego*, en Catamarca; un conjunto construido en ex Estancia *Guiñazuil* en la provincia de San Juan y, en Mendoza, la *Bodega Vistalba* y el *Parador del Ángel.*
Al respecto, cabe señalar que el trabajo de campo ha permitido efectuar un acercamiento profundo hacia los nuevos productos que ofrece la arquitectura como respuesta a las demandas que la actividad turística efectúa en los territorios signados por su alto valor histórico-patrimonial. Las diversas fuentes orales consultadas -a través de las entrevistas efectuadas-, así como la publicidad que estos mismos establecimientos realizan para su puesta en el mercado -fundamentalmente en Internet-, han resultado ricos para la comprensión de la construcción de "falsos originales". En ese contexto, los casos presentados sugieren la presencia de una serie de características compartidas, de las que interesa rescatar algunas que resultan significativas para el problema analizado.

En primer lugar, se ha podido observar cómo esta nueva arquitectura de tierra cruda se desarrolla en el contexto de la exclusividad que proponen los establecimientos como eslabones de circuitos turísticos especializados. Es característico que los que ofrecen hospedaje se limiten a un pequeño número de habitaciones de características diferenciales entre sí –disposición, capacidad, programa de servicios, ambientación del espacio-, que resultan el argumento apropiado para reafirmar la singularidad, "originalidad" y creatividad puestas al servicio de un espacio destinado a albergar la experiencia, también "original", singular y "auténtica", del visitante.

> *"Un lugar mágico, donde la realidad se mezcla con la fantasía de vivir en tiempos de antaño"* (Institucional Estancia Las Carreras)
> *"Tengo un cliente francés que está totalmente compenetrado con el lugar, que vive aquí, que tiene pasión por Tilcara y por la arquitectura regional andina…si se le puede dar un nombre [...] de repente ha elegido este lugar para venir a vivir…y lo quiere tal cual es, no transportando su cultura a acá. No quiere otra cosa*." (de un arquitecto de Tilcara, Pastor y Montaña, trabajo de campo, 2006)

Otro elemento presente en los casos analizados es la estrecha relación con el sitio, con el paisaje del contexto de implantación, en el que es factible reconocer un aprovechamiento y reinterpretación de las tipologías existentes promoviendo, facilitando e induciendo al diálogo entre el edificio y el paisaje. Aquí, el paisaje emerge con fuerza como un referente permanente que merece ser y es aprehendido por el edificio de maneras diversas, fundiéndose o destacándose sin estridencias, en una permanente invitación a gozar de las vivencias que propone ese edificio, en ese paisaje y ese paisaje con ese edificio.

> *"Don Diego es reflejo del terruño de Fiambalá, y su paisaje"* (Información institucional de la bodega Don Diego)

Ahora bien, en ese diálogo que se establece entre la arquitectura y el paisaje en el marco de este turismo, el discurso se nutre y enriquece del espesor histórico del paisaje. Un espesor señalado por las improntas de los paisajes construidos por los actores que han intervenido en el territorio. Los tiempos, los actores y los paisajes han dejado su huella y lo siguen haciendo a través de testimonios que cobran especial interés en la articulación de la oferta. En esta oferta se condensan las improntas de cada uno de los tiempos y de los actores protagonistas.

> *"Ahora el vino traza una nueva Ruta del Adobe, que pasa por lugares coloniales y arqueológicos increíbles, y en Fiambalá, un oasis en medio del desierto, a 1505 metros sobre el nivel del mar"* (de un funcionario ministerio de la producción provincial)
>
> *"En armonía con las construcciones existentes, se ha construido la primera Bodega Argentina de vinos de alta gama, realizada íntegramente con los adobes de sus propios suelos"* (de un funcionario ministerio de la producción provincial)
>
> *"En esto tiene mucho que ver toda la movida indigenista: que hay que volver a las fuentes, revalorizar lo nuestro, el Patrimonio Cultural de la Humanidad, forma parte de toda una movida… Y después de "machacar" y estar diciendo 'No destruyan, valoricen lo que tienen, el adobe es bueno, la caña es buena, la torta de barro es…', entendés? Es una tarea… no sólo la que yo hago, sino la que muchos estamos haciendo*" (de un arquitecto jujeño)

Estos testimonios que, a escala del territorio, valorizan el paisaje cultural de referencia encuentran su correlato en las pequeñas cosas, los objetos, artesanías y muebles incluso, la gastronomía, las que son incorporadas al espacio interior para proveer las señas de identidad –formas, texturas, colores, olores y sabores- con las que esos actores han dejado su marca en el paisaje.

> *"Las habitaciones fueron decoradas usando el tejido típico de la zona, en telas con motivos y bordados totalmente artesanales. El huésped encontrará en las mismas la explicación de la época a la cual pertenece dicho tejido y los elementos naturales a los cuales se remite el uso de cada color… nogal para el marrón, azafrán para el naranja, la lavanda para el azul, entre otros."*

Una de esas marcas que ha dejado su impronta como patrimonio, más allá de los actores productores y consumidores de esta tecnología es la construcción con tierra cruda, particularmente el adobe. Se observan recurrencias al señalar el estilo de construcción y los materiales que han sido empleados. Se destaca la presencia del adobe asociado a la madera, la piedra y la caña atada con tiento como componentes esenciales de un sistema que otorga a la obra, los necesarios rasgos de rusticidad a la vez que confort.

> *"Claro, porque obviamente vivimos con mucha innovación tecnológica y al turista tenés que ofrecerle una buen arquitectura, comodidades, calefacción… un montón de cosas… Te exigen mucho confort, confort contemporáneo pero con un lenguaje regional…"* (de un arquitecto de Tilcara)
>
> *"Yo trato de ser los más fiel posible en el uso de materiales, tratando de no mezclar, de no poner cosas muy exóticas, muy extrañas al lugar…* (de un arquitecto de Tilcara)

> *"Estos muros, con basamentos de piedra de la cordillera, techo de caña, y madera acogen la mejor tecnología para las necesidades actuales de vinificación de vinos de calidad*." (Institucional Finca Don Diego)

Se trata en realidad, de una cuidada rusticidad que aparece enfatizada al interior de los espacios, tanto en el equipamiento y mobiliario como en el uso de los textiles, el color de los muros y la factura de todos los elementos en general. Un estilo rústico en el que subyace una puesta en valor de lo artesanal, lo exclusivo, lo tradicional, lo histórico, muy ligado a lo local y las características propias del sitio en el que se localiza,

> *"Las Carreras fue construida por los Jesuitas alrededor del año 1718. Es uno de los cascos de estancia más antiguos del valle. La Estancia fue ampliada y reciclada para poder brindar el confort que el viajero necesita, pero se puso extremo cuidado en mantener el estilo de tan noble construcción"* (Institucional Estancia Las Carreras)
>
> *"Vos traes a un europeo a ver esas cosas y se vuelve loco, pero no por la antigüedad, porque ellos tienen cosas de la edad media, sino por lo rústico de estas cosas"* (De un veraneante de Tafí del Valle)

Se trata de una rusticidad que no sólo no está reñida con el confort sino que se sinergiza a partir de la articulación y contraste que el aporte de la innovación tecnológica puede efectuar a través del permanente juego entre lo "antiguo" tradicional y la sofisticación de lo moderno; entre la rusticidad y los acabados más finos; entre lo artesanal y lo industrializado; entre las normas ISO y el modo tradicional de elaboración y producción; entre lo mítico primitivo y las vanguardias globales. No obstante ello, las mixturas entre "original auténtico" y "falsos originales" inducen a confusiones que operan en detrimento de los mismos valores que se pretendía jerarquizar o enfatizar.

> *"... asombra la arquitectura de una de las bodegas de construcción artesanal más modernas del mundo"* (Institucional Finca Don Diego)
>
> *"Se logró la certificación orgánica de todos los viñedos a través de la Organización Internacional Agropecuaria (OIA). La empresa trabaja sin químicos ni fertilizantes sintéticos desde sus comienzos, dentro de un hábitat libre de contaminación"* (Institucional Finca Don Diego)
>
> [El hotel] *"... que sea de un modo que no rompa con lo colonial, que sea de un modo de aquí del lugar, que se haga un hotel donde la gente esté pensando que así vivían las personas que estaban antes aquí pero con todas las comodidades que ellos buscan también"* (de un funcionario responsable del área de turismo del gobierno local, Valle de Tafí).
>
> *"… pero a mí me parece que al turista hay que enseñarle y no estafarlo tampoco, porque hay que mostrar las cosas como son, lo que es verdadero, lo que no es…"* (de una veraneante de Tafí del Valle)

Sin embargo, en la valoración de este patrimonio se observan una multiplicidad de percepciones no congruentes entre sí que evidencian estigmatizaciones que continúan vigentes y señalan caminos divergentes respecto de su tratamiento.

> [El gobernador] *"...señaló que 'a la realidad se la enfrenta y modifica con obras que tengan que ver con la necesidad de la gente. Y cuando observamos esta realidad (casas de adobe y paja) no podemos menos que ponernos ya mismo, señor intendente, a ver cómo podemos brindar casas dignas a estos vecinos, esa es la prioridad' ".* Gacetilla de prensa 4/05/06. Disponible en http://www.sanjuan.gov.ar/prensa/archivo/2006_05.html
>
> *"Están enloquecidos con la posibilidad de traer el ladrillo, o el ladrillito a la vista, las rejitas de hierro forjado… eso les fascina. Pero se está machacando permanentemente por todos lados, el uso del adobe"…es que todo está relacionado con la pobreza. El problema es que la torta y el adobe están*

relacionados con lo pobre y la chapa está relacionado con la ciudad, con lo rico..." (de un arquitecto tilcareño)
"Desde hace tres años atrás, todo, todo lo que me encargan es con materiales tradicionales, adobe, torta de barro, con techo de caña, piedra… ¿Cómo te puedo decir… es una euforia!, No te puedo decir lo que es! …Me lo están encargando gente de acá de Jujuy, pero generalmente de afuera... (de un arquitecto tilcareño)

Por último, vale señalar que esta nueva vida de la tierra cruda ha renacido a través de grupos ajenos al propio mundo de producción y consumo de esta arquitectura pero en el mismo ámbito geográfico, en una suerte de continuidad de la construcción del paisaje en el que conviven lo relictos del patrimonio vernáculo y testimonios de sus transformaciones recientes "desestigmatizadoras" junto a las nuevas versiones elaboradas para el consumo de visitantes encarnadas en los "falsos originales". Es factible pensar entonces que estamos ante un fenómeno de trasvase de capital en el que, mientras los productores "originales" de esta arquitectura vernácula intentan despojarse de esas señas de identidad, el turismo, las capitaliza para sí, recreándolas, perfeccionándolas y promocionándolas como parte de la autenticidad y calidad de la experiencia en un paisaje tan complejo y contradictorio, como los falsos originales.

A manera de conclusiones, nuevas hipótesis ...
Son tres los ejes sobre los que se han podido esbozar ideas e hipótesis a manera de conclusiones preliminares de la investigación en curso: uno en torno a la cuestión patrimonial en sí, otro referido a las representaciones e identidades en juego y un tercero respecto de este turismo -nutrido por el patrimonio- como factor de desarrollo local.
Desde una visión "patrimonialista" y con relación a la arquitectura, un primer análisis de los casos observados muestra que efectivamente se está ante "falsos originales". Si bien la muestra incluye casos en los que la autenticidad ha sido objeto de preocupación[6], se advierte que la arquitectura de tierra (nueva, restaurada y/o reciclada) pierde espontaneidad al punto de caer en la tentación de fraguar las señas de identidad percibidas como más significativas y expresivas de la imagen que se pretende transmitir. Las construcciones han sido hechas o restauradas de manera tal que el observador no puede distinguir lo viejo de lo nuevo, lo auténtico de lo recreado. Los límites entre la realidad y la ficción se desdibujan en una arquitectura en donde lo real copia a la ficción.

No sólo la materialidad de la tierra cruda sino también su tratamiento constructivo, su iluminación, el cuidado diseño de los espacios y su ambientación, la mezcla de lo viejo y lo nuevo, de lo rústico y lo moderno.... Todos los elementos contribuyen a generar un diálogo entre materialidad, recursos formales, morfologías, tecnologías que crea un ambiente atemporal cuya intencionalidad es condensar el tiempo vivido y el espesor de todos los tiempos, proponiendo una experiencia de inmersión en una cultura telúrica que es posible de experimentar en el presente gracias a este "túnel del tiempo". De esta manera, esta arquitectura responde a las demandas de un turismo que promete experiencias de vida en ámbitos culturales preservados.
La publicidad que se ofrece de esta arquitectura como servicio turístico apelan a una rusticidad confortable, exponente de una cultura mostrada como ideal o mítica. En esto la tierra cruda juega un papel importante: Aparece como perfecta respuesta arquitectónica bioclimática y se sintoniza (cuando no se excede en su "caracterización"....) con el paisaje del que forma parte esencial. Los problemas de mantenimiento y la cuestión sísmica no aparecen o son minimizados frente a tantas otras bondades. El trabajo de campo mostró también que esta imagen ideal contrasta con la percepción de los actores locales, tanto la de sus dirigentes -que estigmatizan la tierra cruda por asociación con la pobreza- como por los habitantes de los ranchos, que -luchando contra el deterioro que ejercen los agentes climáticos y temiendo por su vulnerabilidad sísmica, entre otros problemas- lo viven como el fracaso frente a un progreso que no llega.

El “programa” que da origen a esta arquitectura -interpretado a través de las motivaciones de constructores y comitentes- reconoce la voluntad de acercarse al ideal prometido por Cuyo y el NOA como destino turístico internacional de corte cultural e ignoran las consideraciones que pudiesen haber surgido de las verdaderas señas de identidad de los grupos locales. Junto con la arquitectura se están construyendo imágenes que en su ignorancia y prescindencia no hacen sino -como describe la bibliografía- limar las particularidades de identidades locales seguramente no tan homogéneas ni míticas.
Ya en el nivel de análisis del paisaje, se advierte que tantos esfuerzos por “perfeccionar” esta arquitectura de tierra como expresión de marcas de una identidad (más o menos imaginada) no serían válidos sin un paisaje natural y cultural que le de contexto y que le aporte la cuota de autenticidad indispensable para que estos “falsos auténticos” no defrauden al turista. El paisaje es aquí un elemento absolutamente indispensable. Se reafirman entonces las tesis sobre la importancia del paisaje como recurso turístico (Pastor, 2006).

Para cerrar este eje de reflexión sobre los aspectos patrimoniales, sólo podemos plantear una cantidad de preguntas que se abren hacia una discusión pendiente: ¿Cuánto de patrimonial tiene esta arquitectura? Son varios los interrogantes que desarrollan esta línea de reflexión: Si los “falsos originales” logran transmitir las emociones y recrear las experiencias propias de una cultura vernácula, son tan falsos? Pero, ¿qué herencia cultural testimonia esta arquitectura de tierra cruda? O más bien: ¿testimonia una herencia cultural? ¿Se trata -en cambio- de un vaciamiento de los contenidos de un patrimonio? ¿Es un patrimonio que cambió de dueños? Si se considerase a los “falsos originales” como la expresión de identidades recreadas en el marco de contextos permanentemente renovados, ¿constituirían una arquitectura patrimonial en la medida en la que portan nuevos significados? Por otra parte, ¿no estarían vulnerando las normas éticas del tratamiento del patrimonio[7]? Aunque si no es patrimonio, bien podría prescindir de estos criterios... Ahora bien, ¿cómo se articula esta nueva arquitectura con el patrimonio vernáculo original? Aun si no fuese patrimonial y si transgrediese las normas para el tratamiento de bienes patrimoniales, ¿podría esta moda ser beneficiosa para el patrimonio existente en el sentido de favorecer una valorización social que favorezca su preservación y -junto con ella- la de los saberes artesanales y técnicos que proporcionan las condiciones materiales necesarias para conservarlo, consolidarlo y/o restaurarlo?
Más allá de la cuestión patrimonialista, nos preguntamos sobre la herencia cultural que el patrimonio testimonia, lo que nos llevó a interrogarnos sobre la cuestión de la identidad local / regional.

Si bien la “fabricación” de un patrimonio tiene que ver -como se señaló- con la voluntad de responder a una imagen prefijada en la mente del turista, nos preguntamos si el fenómeno se relaciona también con una supuesta “debilidad” cultural e identitaria en estas regiones periféricas. No habría motivos para recrear una arquitectura de tierra cruda si ésta fuese un recurso disponible, abundante en cantidad y calidad. ¿Será que la puesta en escena es necesaria frente a una vacuidad de recuerdos? ¿Será -como decía Eco- que esta situación es fruto de la “infeliz consciencia del presente sin espesor”? Como respuesta a esta pregunta surge una nueva hipótesis: que la arquitectura vernácula ha tendido a desaparecer en tanto constituye la expresión de una identidad autóctona, étnica y periférica que se ha visto largamente subordinada -desde Colón en adelante- a otra blanca, europea y moderna que, en su hegemonía, ha desdibujado a la primera casi hasta hacerla invisible (Montaña, 2005 y Montaña y Torres, 2005). Así, no sería que nos faltan recuerdos, sino que esos recuerdos han sido suprimidos en un juego de poderes desiguales. En este caso, los “verdaderos originales” que hoy testimonian con autenticidad esa cultura autóctona (los ranchos de adobe, por ejemplo) son fragmentos residuales, pauperizados y estigmatizados que difícilmente puedan servir a un turismo exclusivo. Se explica así la construcción de “falsos originales”.
Ahora bien, los “verdaderos originales” son construidos espontáneamente por grupos sociales subordinados, frecuentemente marginales respecto de las actividades de mercado

o integrados a ellas desde su posición subordinada. Son objeto de estigmatización también por parte de sus constructores-usuarios, sin que reconocer esto implique negar las pobres condiciones de vida que generalmente ofrecen estas construcciones en tanto viviendas de sectores pobres o indigentes. Muchos de ellos aspiran a una vivienda de ladrillón o block y con techo de chapa y la construyen en cuanto su situación económica se los permite (dudamos si mejoran así su calidad de vida). Se ha observado, sin embargo, un efecto del turismo en los pobladores autóctonos que redescubren su patrimonio en la mirada de los turistas. ¿Servirá este turismo para alentar la afirmación de identidades sumergidas?
Seguramente contribuirá, pero se ha observado que esta historia de identidades subordinadas habría quebrado (definitivamente?) los vínculos entre esas culturas ancestrales y la actual. La arquitectura vuelve a testimoniar esta situación: Aunque representantes de estos grupos pueden construir un rancho "como se hacían antes" como oferta turística, siguen valorando su nueva casa de ladrillón y chapa destacando con colores la trama de los ladrillos y sus juntas, en un gesto orgulloso del "progreso" experimentado.[8]

En este marco, no nos sorprendería que la imagen buscada (que intenta reproducir aquella prefijada en el turista) termine confundiéndose con las identidades auténticas.
Se observa que la situación analizada plantea un panorama muy diferente del que se visualizaba para la arquitectura de tierra cruda en Argentina hace una década: promete una vitalidad renovada pero no de la manera en la que nos la habíamos imaginado -asociada a las prácticas cotidianas de las comunidades tradicionales y cercana a los postulados de la conservación patrimonial- sino presionada por las demandas de un turismo fuertemente globalizado que impacta más cuanto más vulnerables nos hace nuestra condición periférica.

Surgen a partir de aquí una última serie de reflexiones desde una mirada que se interroga sobre el turismo como oportunidad para el desarrollo local y regional.
Esta arquitectura proporciona al turismo la singularidad que éste reclama, pero no la autenticidad que debería acompañarla. Se advierte el riesgo que la proliferación de esta moda atente contra la calidad y -a partir de allí- contra la sustentabilidad misma de la actividad turística en el centro-oeste y noroeste argentinos, degradándola hasta hacerle perder buena parte de su valor agregado. El paisaje, por su parte, comienza a ser valorizado como recurso turístico. Se valoraba tradicionalmente su excepcionalidad y su naturalidad y ahora se ve potenciado por su capacidad de transmitir señas de identidad. Finalmente, se ha observado que paisaje y arquitectura se complementan en el circuito del turismo con otras expresiones del patrimonio etnológico en una ecuación en la que los distintas términos se combinan para "redondear un destino turístico". Más allá de la cuestión puntual de los "falsos originales", se ha observado que el territorio, en tanto articulación de procesos sociales y formas espaciales, surge como recurso turístico privilegiado en tiempos de globalización. Advertimos que este concepto no está suficientemente presente en las acciones de ordenamiento territorial y en las intervenciones y que no bastará con hacer mejores "falsos originales" para sustentar la actividad turística de estas regiones, será necesaria una mirada territorial.
El análisis de las prácticas en torno a esta arquitectura de tierra cruda nos ha hecho reflexionar asimismo sobre quienes se apropian de sus beneficios, planteando dudas sobre las posibilidades de los actores locales subordinados cuyas menores o diferentes capacidades no les permiten obrar como nexos o traductores entre la oferta turística (existente o fabricada) y las demandas de turistas con imágenes prefijadas de lo que quieren encontrar.
Resumiendo, el recorrido efectuado ha permitido hasta encontrar más interrogantes que certezas salvo -quizás- la certidumbre de que la valoración de estos "falsos originales" no resulte unívoca. Las respuestas parecen ser diversas en la medida en la que se multiplican los actores involucrados, sus intereses y las miradas: desde la conservación del patrimonio, desde la valoración de las diversidades culturales y desde los objetivos de desarrollo local.

	Provincia de Tucumán
Denominación	**Ampliación Estancia Las Carreras.**
	 
Localización	Las Carreras, Valle de Tafí, Tucumán.
Descripción	Turismo de estancia 10 habitaciones
Tipología	Estancia organizada en torno a dos patios
Técnica	
• tradicional	Núcleo original del siglo XVIII construido por la Compañía de Jesús (jesuitas)
• mejorada	"Está completamente realizada con materiales de la zona tales como el adobe (ladrillo de barro), caña, paja, alisos, tientos de cuero y piedra. La ampliación fue realizada utilizando los mismos materiales y respetando la disposición típica de aquellos tiempos, en la que todas las habitaciones desembocaban en dos patios". (www.estancialascarreras.com)
• convencional	Instalaciones productivas de quesos tradicionales acorde a normativas vigentes
Materiales	Adobes tradicionales "Es la fábrica más moderna y productiva de la zona, equipada con moderna tecnología" (www.estancialascarreras.com)
Imagen	
• Rusticidad	Si
• lenguaje	Austero y despojado
Recursos formales	Habitaciones (temáticas) Recreación elementos icónicos de la arquitectura jesuita de La Banda. "Fueron decoradas usando el tejido típico de la zona, en telas con motivos y bordados totalmente artesanales. El huésped encontrará en las mismas la explicación de la época a la cual pertenece dicho tejido y los elementos naturales a los cuales se remite el uso de cada color" (www.estancialascarreras.com)
Fuentes: www.estancialascarreras.com, Arq. Osvaldo Mertini	

	Provincia de Catamarca
Denominación	**Finca don Diego (obra nueva en la Ruta del adobe)**
	
Localización	Fiambalá, Catamarca (a 50 km. de Tinogasta)
Descripción	Turismo en bodega asociado a la Ruta del Adobe y a la producción de vinos de alta gama.
Tipología	Nave industrial.
Técnica	
• tradicional	Adobes tradicionales
• mejorada	Con estructura sismorresistente
• convencional	
Materiales	Tierra cruda. "La misma de donde se nutren los viñedos"
Imagen	
• Rusticidad	si
• lenguaje	Austero y despojado
Recursos formales	Minimalista.
Fuentes: www.fincadondiego.com	

	Provincia de San Juan
Denominación	**Mi Campo Country club**
	
Localización	(ex Estancia Guñazuil) Dpto. Iglesia
Descripción	Obra nueva en Club de campo para turismo internacional. Grupos reducidos en un "oasis limitado" "Pensado para un número reducido y selecto de familias nacionales, a las que se le sumarán otras de origen extranjero, alemanes y suizos fundamentalmente, colocando este "Proyecto por la Vida" en una categoría de alcance internacional" (http://www.micampo.com.ar/espanol/espanol.htm)
Tipología	Obra nueva de volúmenes de planta circular articulados a patios. "El casco es una vieja casona de paredes de adobe, impregnada de recuerdos de su fundador, F. Cantón" (http://www.micampo.com.ar/espanol/espanol.htm)
Técnica	
• tradicional	Adobes
• mejorada	Reinterpretación formal para la recuperación de formas estructurales tradicionales andinas y cuyanas
• convencional	Equipamiento para el confort.
Materiales	
Imagen	
• Rusticidad	s/d
• lenguaje	s/d
Recursos formales	
Fuentes: www.micampo.com.ar	

	Provincia de Mendoza
Denominación	**Bodega Carlos Pulenta**
	
Localización	Vistalba, Mendoza
Descripción	Bodega y posada de 2 habitaciones de 70m2 cada una en finca perimetral.
Tipología	s/d
Técnica	
• tradicional	
• mejorada	
• convencional	"Apela a la última tecnología rindiendo culto –en algunos puntos de la elaboración del vino- al método tradicional" (http://www.carlospulentawines.com)
Materiales	Convencional industrializados.
Imagen	
• Rusticidad	Si
• lenguaje	"arquitectura inspirada en la cultura criolla" (http://www.carlospulentawines.com)
Recursos formales	
Fuentes: www.carlospulentawines.com	

	Provincia de Jujuy
Denominación	**Posada de la Luz**
	
Localización	Tilcara, Quebrada de Humahuaca
Descripción	Obra nueva Seis habitaciones
Tipología	Volúmenes articulados con pérgolas y espacios intermedios
Técnica	
• tradicional	"Se han construido utilizando la tecnología de la zona... Sumándole todo el confort."
• mejorada	Posee estructura sismorresistente
• convencional	Instalaciones de acondicionamiento ambiental y equipamiento para el confort
Materiales	Cimientos de piedra, paredes de adobe, techos de caña tejida con tientos y cubierto con torta de barro
Imagen	
• Rusticidad	si
• lenguaje	"Regional andino"
Recursos formales	Uso de recursos del lenguaje popular andino. Equipamiento con elementos artesanales locales

Fuentes: www.posadadeluz.com.ar ; Arq- César Rodríguez Marquina

	Provincia de Jujuy
Denominación	**La Paceña**
	
Localización	Tilcara, Quebrada de Humahuaca
Descripción	Rehabilitación vivienda existente Obra nueva: Ampliación Seis habitaciones, 2 estar,
Tipología	Volúmenes articulados con pérgolas y espacios intermedios
Técnica	
• tradicional	Núcleo original del siglo XIX
• mejorada	Ampliación con estructura sismorresistente (1992 en adelante)
• convencional	Instalaciones de acondicionamiento ambiental y equipamiento para el confort
Materiales	Adobes tradicionales
Imagen	
• Rusticidad	Si
• lenguaje	"Regional andino"
Recursos formales	Ornamentación neobarroco en fachada exterior e interior. Equipamiento elegante, romántico y rústico

Fuentes: www.quintalapacena.com.ar ; Arq- César Rodríguez Marquina

	Provincia de Jujuy
Denominación	**Posada Cerro Chico**
	 
Localización	Distante 3 km. de Tilcara, Quebrada de Humahuaca
Descripción	Obra nueva Diez habitaciones Estar, restaurante, cocina, dependencias y vivienda para el propietario Posee corrales con llamas y plantas identificadas con sus nombres. 700 m2 a edificar en dos etapas sobre un terreno de 4 has.
Tipología	Volúmenes articulados entorno a terrazas y espacios de transición adecuados a la pendiente y entre espacios exteriores e interiores, privados y comunes.
Técnica	
• tradicional	Uso de adobes tradicionales
• mejorada	Con estructura sismorresistente
• convencional	Instalaciones de acondicionamiento ambiental y equipamiento para el confort
Materiales	Adobes, piedra, tierra, palos de álamo y eucaliptos, caña. Revoques realizados con la tierra del lugar
Imagen	
• Rusticidad	si
• lenguaje	"Regional andino"
Recursos formales	Mimesis con el entorno a través del color del revoque de los muros exteriores realizado con la tierra del cerro sobre el que se asienta que contrasta con el uso intensivo del color en el interior. Detalles que recrean zapatas de pies derechos.

Fuentes: Arq- César Rodríguez Marquina

	Provincia de Jujuy
Denominación	**Vivienda de vacaciones, calle Rivadavia.**
	 
Localización	Tilcara, Quebrada de Humahuaca
Descripción	Vivienda de veraneo
Tipología	Vivienda urbana organizada en torno a patios
Técnica	
• tradicional	Muros existentes de adobe
• mejorada	Con estructura sismorresistente.
• convencional	Instalaciones de acondicionamiento ambiental y equipamiento para el confort
Materiales	Adobes, piedra, caña en los cielorrasos
Imagen	
• Rusticidad	Si
• lenguaje	"Regional andino"
Recursos formales	

Fuentes: Arq- César Rodríguez Marquina

Bibliografía

ASCANIO, Alfredo. "El espacio turístico en países emergentes". En Pasosonline, Vol. 3, Nº 1, pp.79-86, 2005. Disponible en http://www.pasosonline.org/Publicados/3105/PS050105 .pdf Búsqueda 07/03/06.
AUGÉ, Marc. *El viaje imposible*. Gedisa, Barcelona, 1998.
BALESTERI RODRIGUES, Adyr. *Turismo e espaço*. Sao Paulo, Litec, 1999.
BROWN, David. « Des faux authentiques. Tourisme versus pelerinage ». En : *Terrain*, Nº 33, 1999.
DIRECCIÓN DE PATRIMONIO E INFRAESTRUCTURA CULTURAL (DPIC). *Presentación del Servicio Provincial de Restauración y Conservación de Bienes Muebles*. Dirección de Patrimonio e Infraestructura Cultural, Gobierno de Mendoza – Ed. Aguirre, Serie *Apuntes sobre Restauración y Conservación*, Mendoza, 1997.
ECO, Humberto. *La estrategia de la ilusión*. Ed. Lumen-Ed. de la Flor, Buenos Aires, 1986.
FRAMPTON, Kenneth. "Lugar, forma e identidad: Hacia una teoría del regionalismo crítico". En: Toca, Anonio (ed), *Nueva arquitectura en América Latina: Presente y futuro*. Ed. Gustavo Gili, México, 1990.
GETINO, Octavio. *Turismo. Entre el ocio y el neg-ocio*. Ed. Ciccus–La Crujía, Buenos Aires, 2002.
IAPH (INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO). *Bases para una carta sobre patrimonio y desarrollo en Andalucía*. Junta de Andalucía, Sevilla, 1996.
MONS, Alain. *La metáfora social. Imagen, territorio, comunicación*. Nueva Visión, Buenos Aires, 1992.
MONTANER, JOSEP. *Después del movimiento moderno*, Ed. Gustavo Pili, Madrid, 2002.
MONTAÑA, Elma y Laura TORRES. "Territorio e identidad en Mendoza: memorias y olvidos estratégicos". En: Actas del *III Seminario INTERNACIONAL "La interdisciplina en el ordenamiento territorial*". FFyL, UNCuyo, Mendoza, 20-24 de septiembre de 2005.
MONTAÑA, Elma. "Identidad regional y construcción del territorio en Mendoza, Argentina: memorias y olvidos estratégicos". Enviado a: *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*, Lima, Perú, 2005.
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO. *Introducción al turismo*. OMT, Madrid, 1998.
PASTOR, Gabriela, Laura TORRES, Elma MONTAÑA y Elena ABRAHAM. "Artesanías y Desierto: Una Aproximación a los Fenómenos de Desterritorialización del Patrimonio Cultural Huarpe". A aparecer en *Theomai*, Nº 13, abril de 2006.
PASTOR, Gabriela. *El paisaje cultural como recurso para el turismo. El valle de Tafí, Tucumán Argentina*. Tesis doctoral a ser defendida en la Universidad de Sevilla, 2006.
RODRÍGUEZ ORTIZ, María de Lourdes. "El turismo como aparato cultural". *Cuadernos del TICOM*, Nº 9, México, Universidad Autónoma de México-Xochimilco, 1981.
ROMERO, Héctor. *Sociopsicología del turismo*. Daimon, México, 1977.
TREBBI DEL TREVIGIANO, Romolo. *Arquitectura espontánea y vernácula en América Latina: Teoría y forma*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso. Santiago, Chile, 1985.
WAISMAN, Marina. *La arquitectura descentrada*. Escala, Bogotá, 1995.

Fuentes

Entrevistas

- Pobladores del desierto lavallino (Mendoza)
- Empresarios y agentes gubernamentales vinculados al turismo, patrimonio la planificación en nivel local y provincial de las provincias de Mendoza y Tucumán.
- Entrevista a empresarios turísticos y arquitectos de Jujuy.
- Empresarios bodegueros de Mendoza
- Funcionarios y agentes de la Dirección Provincial de Patrimonio, Subsecretaría de Cultura, Gobierno de Mendoza

INTERNET
Best of Wine Tourism Awards 2006 http://www.greatwinecapitals.com/bestof/details.php?ID= 255
Bodega Carlos Pulenta, Vistalba, Mendoza http://www.carlospulentawines.com
Parador del Angel. http://www.cuyo.com/parador_del_angel.asp
Estancia Las Carreras. http://www.estancialascarreras.com/historia.php
Posada de Luz: http://posadadeluz.com.ar/
Mi campo: http://www.micampo.com.ar/espanol/espanol.htm
Quinta La Paceña: http://quintalapacena.com.ar/
Gacetilla gobernación http://www.produccioncatamarca.gov.ar/mpyd_info_20022005-4. htm busqueda 03/06/06

Citas y notas

[1] Las autoras desean manifestar su agradecimiento a las personas entrevistadas que dedicaron su tiempo a este trabajo, en especial al Arq. César Rodríguez Marquina (Jujuy) por su valiosa y dedicada colaboración en esta ponencia así como por su generosidad en la obtención y cesión de gran parte del material que la ilustra.

[2] A efectos de simplificar la expresión, en el presente trabajo se usarán indistintamente (con matices despreciables a los efectos del objetivo del trabajo) los conceptos de "local" y "regional"

[3] Hecha la definición, se señala que este tipo de reconstrucción debería basarse en una precisa documentación y evidencia y no en conjeturas y que los elementos de la reconstrucción deberían limitarse al mínimo y asegurar su reconocimiento como tales.

[4] Un museo de figuras de cera en New Orleans.

[5] Los casos presentados son los seleccionados para una primera ronda de observaciones. Su análisis ha

mostrado ya la plena pertinencia de algunos y la validez más relativa de otros en su calidad de “falsos originales”. Una segunda ronda ajustará el muestreo en la pertinencia de los casos observados respecto de las categorías de análisis. Sin embargo, todos los casos observados han contribuido a la reflexión sobre el fenómeno y, en ese sentido, han resultado útiles a la investigación

[6] Destaca el caso de la bodega de Carlos Pulenta en Vistalva, Mendoza

[7] Que los métodos y materiales de la intervención estén documentados y explicitados, que la evidencia histórica no sea destruida, falsificada y/o removida, que la intervención se limite a la mínima y necesaria, que se respete la integridad estética, física e histórica del bien, etc.

[8] Un proceso similar ocurre con las artesanías, que son re-creadas “a la antigua” para consumo turístico mientras que han sido sustituidas por elementos industriales en las prácticas cotidianas que les habían dado origen en tiempos pasados. Ver: PASTOR *et al.*, 2006)

Gabriela Pastor

Arquitecta, U. de Buenos Aires (1985); doctoranda por la Universidad de Sevilla con el tema “El paisaje cultural como recurso para el turismo. El Valle de Tafí, Tucumán Argentina”. Investigadora asistente de CONICET en el Instituto Argentino de las Zonas Áridas. 19 años en trabajo de investigación sobre paisajes culturales, viviendas rurales, patrimonio, turismo y desarrollo local. Registra 26 publicaciones nacionales e internacionales sobre temas de su especialidad y ha participado en más de 30 congresos nacionales e internacionales.

Elma Montaña

Arquitecta, U. de Mendoza (1986); Especialista en Planificación Urbana y Regional, CEPUR-FADU, U. de Buenos Aires (1990); Especialista en Docencia Universitaria, FFyL-U. Nacional de Cuyo (2006); Diplôme d’Etudes Approfondies (DEA) en Etudes des Sociétés latino-américaines (1993) y Docteur de l’Université de la Sorbonne Nouvelle, disciplina: Géographie, aménagement, urbanisme, especialidad: Développement régional, Université Sorbonne Nouvelle - Paris III (2003). Investigadora adjunta de CONICET y Jefa de la Unidad de Investigación “Ciudad y Territorio” del Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA). Sus temas de investigación se refieren a los procesos de transformación territorial / ambiental en tierras secas de Argentina, sobre los que ha publicado 50 trabajos y participado en 70 congresos nacionales e internacionales. Docente universitaria en los niveles de grado, maestría y doctorado.

2.5

EL USO DE LA TIERRA EN LA VIVIENDA RURAL VENEZOLANA DIVERSIDAD EN SU TECNOLOGÍA Y EN SU EXPRESIÓN

Nory Pereira Colls, Nelly Mejía Barrios
Universidad de los Andes. Centro de Investigaciones de la Vivienda (CINVIV)
Facultad de Arquitectura y Diseño (FADULA). Venezuela.
Tlf. 58-0274-2401949.Email: norypc@ula.ve - nellym@ula.ve

Palabras clave: Venezuela, arquitectura vernácula, arquitectura rural.

Resumen

El presente trabajo es el resultado parcial de un proyecto de investigación que se viene adelantando en el Centro de Investigaciones de la Vivienda de la Facultad de Arquitectura y Arte, como parte de un proyecto del programa XIV-E "Vivienda Rural y Calidad de Vida en Asentamientos Rurales" del CYTED y con el apoyo económico del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes. El mismo está relacionado con la arquitectura rural de nuestro país y con las diversas expresiones que identifican a un lugar.

Como un resultado parcial del trabajo se ha podido evidenciar la riqueza expresiva que muestran las viviendas (sus permanencias y sus transformaciones) y pone de manifiesto el ingenio creativo de una población que de manera aislada o agrupada en asentamientos, van configurando un paisaje reconocible en su geografía e individualizado en su expresión. Es la forma, el uso de los materiales de la zona y las diversas maneras de construir con tierra, así como la forma de apropiación del espacio circundante y de establecer relaciones que van más allá del cobijo, lo que determina la característica fundamental de la arquitectura rural venezolana, regida por patrones atávicos que son el resultado del mestizaje de formas y técnicas constructivas propias y ajenas: indígenas y españolas.

Introducción

El *hogar* es el sitio más importante en la vida del ser humano, es el centro de su existencia, y su significado conlleva valores culturales, sociales, afectivos y conductuales que expresan las necesidades del hombre de tener seguridad, confort, bienestar, apego, identidad, privacidad y posibilidad de estrechar nexos sociales. E. Wisenfeld (2001). El *cobijo*, surge como necesidad básica y primaria de protección ante los fenómenos naturales. La manera como el hombre representa y expresa esta condición en sus espacios y en la forma de apropiarse de ellos la determinan el *tiempo* y el *lugar*.

El *tiempo*, porque en la medida que el hombre amplía su horizonte y su conocimiento tecnológico, en esa misma medida va adquiriendo rasgos y costumbres que van marcando la expresión del lugar donde mora. Son la tradición y el tiempo los elementos que permiten la invención, la aculturación y la difusión de nuevas manifestaciones que definen las diversas expresiones del hombre, su espacio vital y sus costumbres, determinando una forma que es la misma que marca el tiempo; y hay muchos tiempos en la tradición.

Y el *lugar* es tiempo en espacio, según palabras de Hegel "*Una unión del espacio y el tiempo, en la que el espacio se concreta en un ahora al mismo tiempo que el tiempo se concreta en un aquí*" Muntañola (1974: 24). Sólo el tiempo y el lugar bastan para entender cómo el hombre se inserta dentro de un espacio que lo hace suyo, lo entiende y lo modifica, señalando el tiempo que le corresponde vivir y representar. Es la visión sincrética y la asunción de las leyes naturales que asume los principios cósmicos que regulan el universo; es el inicio de toda acción humana representada por el hombre en su morada.

Y es en la vivienda, como forma cognitiva, donde el hombre expresa todos los valores que definen su verdadera fisonomía: su concepción de la vida, de lo trascendente y lo perdurable. La vivienda supone esencialmente cobijo y hogar -morada- el lugar donde un grupo de personas se reúnen para convivir y compartir, para satisfacer sus necesidades básicas, para relacionarse; esta es su razón fundamental. Pero la vivienda es también el objeto a través del cual se representa un comportamiento, se marca un tiempo y se simbolizan creencias; y esto se expresa en la forma y en el espacio.

También el lugar brinda al hombre la posibilidad de satisfacer sus necesidades básicas de alimento y comunicación; y es el lugar el que le ofrece los elementos que le permiten representar su hábitat y su modo de vida, integrándose al ecosistema local, haciendo uso de los recursos que le proporciona la naturaleza y asimilando todas las condiciones favorables de su propia geografía, al menos esta es la condición esencial de la arquitectura vernácula, lo que no supone negar la incorporación de otros elementos en un libre juego que demuestra su libre albedrío, que es otra condición natural del hombre.

De manera que son las formas, el uso de los materiales de la zona, la manera de apropiarse del espacio circundante y de establecer vínculos que van más allá del cobijo, lo que determina la característica fundamental de la arquitectura de cada región. Su expresión formal se rige por patrones atávicos que son el resultado del mestizaje de formas y técnicas constructivas propias y ajenas.

La Forma

Al leer las descripciones de los conquistadores al llegar a territorio americano, podremos darnos cuenta de esta riqueza de expresiones de las diversas etnias que habitaban nuestro territorio y que dan cuenta de las diferencias tipológicas en función del lugar en el que se ubicaban. Por ejemplo, Cristóbal Colón, en su tercer viaje (1498) cuando descubrió las costas de Venezuela, hizo la siguiente descripción:

> *" dicen que luego que llegaron las barcas a tierra que vinieron dos personas principales .....y los llevaron a una casa muy grande, hecha a dos aguas, y no redonda, como tienda de campo, como son estas otras, y allí tenían muchas sillas...."* (J. Dantin Cereceda., 1964: 40-41)

Colón se estaba refiriendo a las viviendas de los indios de la costa oriental, en la península de Paria, cercana al delta del Orinoco, cuyas edificaciones se hacían con troncos de palma y techo de paja.

Igualmente, es interesante leer la descripción que Américo Vespucio hizo sobre las viviendas palafíticas de la costa occidental, en el lago de Maracaibo:

> "*Pasó Alonso de Ojeda la Costa abajo, saltando muchas veces en tierra, contratando diversas veces, hasta que llegaron a un Puerto, a donde vieron un Pueblo sobre el Agua, fundado como en Venecia, a donde havía veinte y seis Casas grandes, de hechura de campana, puestas sobre postes, con Puentes levadizas, por donde andaban de una Casa a otra. Los indios, en viendo los Navíos, tuvieron gran miedo, alzaron sus Puentes, y se recogieron en sus Casas."* (Antonio de Herrera., 1948: 95)

En otras regiones del país se observaban técnicas de construcción similar a las utilizadas en otras culturas, como los chibchas e inca, caracterizadas por el uso de materiales de la zona: tierra, piedras y paja.

> "*En extremo sencillas eran las habitaciones de los indios, construíanlas de palos, barro, cañas, paja y bejucos, les daban forma cónica y muros en círculo como los Armas, o hacíanlas cuadradas con techos piramidales como los indígenas de los Andes venezolanos...el suelo de las habitaciones lo formaba tierra apisonada...Las casas las situaban los indígenas unas al lado de las otras, dejando en el centro una plaza cuadrada o triangular*..." (Julio C. Salas, 1971: 63)

Al analizar estas descripciones se puede observar que la vivienda está respondiendo a la idea original de cobijo, a dar respuesta simple a una necesidad del hombre de protegerse. Y esta protección supone aceptación de lo que la naturaleza impone para mantener el equilibrio, es por ello que el hombre recurre a los materiales que la zona le brinda, a organizarse según un modo de vida y un lugar. Sin embargo, existen diferencias en la configuración y representación de sus espacios que si bien están vinculados con el lugar, los materiales y técnicas constructivas, denotan la existencia de otros elementos que devienen de su idiosincrasia y de sus creencias mágico- religiosa, que imponen unas formas que los caracterizan e individualizan.

> "…*la representación sensible, el recuerdo, la persistencia de las imágenes que cada contemplación introduce en la conciencia, donde son ordenadas en categorías generales y donde se establecen entre ellas, por la fuerza de la imaginación, unas relaciones y una unidad tales que a partir de entonces la realidad exterior asume una existencia interior y espiritual, mientras que lo espiritual, por su parte, asume en la representación una forma exterior y llega a la conciencia en forma de existencias particulares y yuxtapuestas"* (G. Hegel*,* 1981: 18)

Ahora bien, esta representación del hombre y del mundo lo que denota es la ambigüedad del ser que se mueve entre la necesidad de resguardarse y protegerse de todo aquello que pueda significar transgredir su territorio e invadir su privacidad, y la necesidad de comunicarse y establecer su relación con el mundo exterior.

Esta ambigüedad está representada en diversos componentes de la vivienda: el muro, la ventana, la puerta, que además de cumplir con una función utilitaria específica: comunicación, iluminación, ventilación, protección, etc. son también las claves para establecer su relación con otros significados y vínculos que denotan una existencia interior marcada por otros valores, como: identidad, representación, creencias. Es en la expresión formal de los componentes y en el simbolismo de sus espacios y estructuras donde se percibe esta ambigüedad.

Así, vemos que en las zonas frías el muro es el gran protector, es cerrado, volcado al interior de la vivienda, estableciendo los límites claros entre el "adentro" y el "afuera", entre lo privado y lo público. El "adentro" es la familia, es la intimidad, es lo oculto y es la protección; el "afuera" son los amigos, el trabajo, los negocios, los extraños, los malos aires. Y entre ambos espacios está el muro que lo delimita y los protege.



Fig. 1. Vivienda típica en el páramo Merideño.

Si bien se puede asociar la presencia o no de pequeñas aberturas en los muros a las condiciones adversas del clima y a la necesidad de conservar el calor generado por el fuego de la cocina, o el calor biológico que se desprende de la reunión de sus habitantes,

existe una razón más importante relacionada con el rol separador del muro y el valor asignado a la intimidad de la familia, al establecer los límites de su espacio privado, «adentro» y el espacio público, «afuera». Esta consideración también se encuentra en los trabajos de G. Luengo, quien señala al respecto:

> *En la vivienda rural aislada tradicional, no son solamente razones relacionadas con el control térmico las que determinan la disminución del tamaño de las aberturas. Esta reducción, el llevarla a su mínima expresión, está asociada también al muro como barrera, como el elemento protector ante los múltiples agentes exteriores hostiles, reales o imaginarios, que pueblan los fríos y desolados páramos andinos.* (1993: 50)

También se plantea una explicación como medida preventiva contra ciertas enfermedades, por ejemplo, lo que supone la protección de los niños contra el "mal de ojo", como lo describe J. Clarac.

> *"La disposición que tiene generalmente la casa andina típica facilita la necesidad de esconder a los niños cuando llegan visitas; está cerrada en general por el lado de la vía (camino, calle o sendero), de modo que se debe dar la vuelta a la casa y entrar por el lado del patio trasero. Antes de que llegue un extraño allí generalmente ya ha sido anunciado por los perros de la casa y por los niños mayores. En el caso de que un niño pequeño esté en ese momento en el patio lo meten rápidamente dentro de la casa. "* (1981:249)

En este elemento se encierra la esencia de la vida, y a través de él se expresa la forma como sus habitantes la asumen: sus miedos (la protección), sus necesidades básicas (iluminación, ventilación), su cultura (identidad y memoria).

En tanto que en las zonas cálidas el muro se transmuta y se convierte en el gran aliado de la socialización, es el eje conector, no el elemento que separa; es el elemento que se perfora para generar espacios hacia fuera, (la calle, el mar) para la contemplación, y hacia adentro, (el patio) para la socialización. Esto explica la presencia de los corredores anteriores y posteriores, así como su amplitud, generando una zona de sombra que refresca el ambiente interior. Estos corredores, desde el punto de vista formal, generan un pórtico que otorga riqueza arquitectónica a la fachada, además de brindar una imagen muy característica de sobriedad, belleza y equilibrio, en el caso de las viviendas en zonas templadas. Sobre estos corredores convergen todas las puertas y ventanas, o, en pocos casos, sólo se abren los vanos debido a las condiciones climáticas. Y este es el otro factor que define la riqueza formal, el factor climático, asociada a los materiales de construcción y a las técnicas constructivas utilizadas

Por otra parte, las puertas y las ventanas son el elemento de transición entre estos espacios, son los que tamizan la luz e impiden la entrada, pero también son los elementos que significan la conexión de un mundo interior que esconde una intimidad, una familia, una vida y unas costumbres y un mundo exterior que supone incertidumbre, peligro, "lo otro" y "los otros".

Es en estos elementos donde se vuelca todo el libre albedrío a través de las formas y los colores, siendo éste el que mejor representa la idiosincrasia y cultura de una sociedad, que encierra una gran inventiva para resolver problemas funcionales a bajo costo. Así por ejemplo es relevante la disposición de las ventanas hacia los corredores "*siempre hacia delante, hacia allá"* que significa hacia los espacios abiertos, y la existencia de aberturas en las paredes laterales para resolver los problemas de ventilación; por lo general, son bloques huecos que permiten la entrada de aire, logrando así el control de la temperatura en el interior de la vivienda. En zonas muy calientes estas aberturas se observan en la fachada principal y en las laterales donde, además de cumplir su función de control térmico, ofrecen una riqueza formal en su ritmo y composición.

Los vanos se convierten en el principal elemento decorativo, por cuanto en ellos el habitante manifiesta su libre manejo de los colores y expresiones figurativas, acentuando el carácter de las fachadas principales. Dibujos que siguen un orden geométrico, o que son abstracción de figuras ornamentales, a veces acentuados con marcos en relieve.



El color también es un elemento utilizado libremente, combinando diversas tonalidades y contrastes. A veces es el mismo color de la tierra con la que frisan las paredes de bahareque. Incluso, El sistema constructivo también se convierte en el gran aliado de la forma porque ofrece texturas diversas que emergen de la variedad de materiales utilizados: piedras, tierra, palos de madera, bambú, alambre, papel y cualquier otro material vegetal que pueda servir para construir el muro; y que al dejarlos en su expresión natural ofrece una riqueza formal como ornamento.

Fig. 2. vivienda de bahareque en los llanos venezolanos.

Simbología y forma

También se observa en estas culturas que los hechos naturales tienen tanta iniciativa como los hechos sociales, por lo que es esencial mantener un equilibrio natural-ecológico, y una posesión feliz y tranquila de la tierra; y la mejor manifestación de este pensamiento se traduce en la construcción de su hábitat y en la lugarización de sus creencias, como lo manifiesta E. Wagner al definir los espacios sagrados:

> …*el escenario de prácticas religiosas como lo atestigua el hallazgo de objetos ceremoniales en cuevas y abrigos rocosos elevados, llamados localmente por los campesinos santuarios.... Parte de este ajuar, vinculado a la vida sobrenatural, probablemente fue depositado también allí por los aborígenes de la tierra fría para venerar elementos de la naturaleza como los picos nevados, las lagunas, glaciales, el sol y la luna.* (1987: 12).

Los habitantes de algunas regiones creen que la naturaleza tiene poderes en alguna de sus manifestaciones, como en los animales, piedras, lagunas, aires, plantas, etc. Todos estos seres se entremezclan en historias que forman su religión. De las piedras se cree que son inmortales, ya que están sembradas en la tierra, que se alimentan de ésta y mientras crecen le retribuyen la energía recibida; esta energía crece a medida que envejecen aumentando sus poderes, razón por la cual es a éstas, a las más viejas, a las que se les rinde culto. Estas manifestaciones también se preservan en su cosmogonía, siendo el aspecto más destacable su respeto y temor a la naturaleza, motivo por el cual no habitan o cultivan en las cumbres de las montañas y piden permiso para invadir temporalmente su territorio.

En algunas regiones (como en Los Andes merideños) las piedras sagradas más importantes reciben nombres de personas, como Don Airao y Doña Rosa (marido y mujer), con poder de mandar las lluvias, hacer aparecer y desaparecer personas, animales y objetos; además, se supone que aun existe una gran concentración de energía y por ello a los espíritus o arcos se les dan ofrendas como alimentos, flores, miche y chimó.

En la forma de ocupación del territorio se observa una estructura de localización en función de los lazos familiares, siendo la figura de la madre el elemento aglutinante: el símbolo de la fertilidad. Esta afirmación deriva también de las condiciones que señalan las madres para la localización de las viviendas de los hijos y los vecinos “cerca pero no al lado”, “a la distancia que están ahora”, “cerca pero no enfrente”, “cerca de la mía”, como una necesidad de definir su territorialidad.

El arte de construir

Los sistemas constructivos están determinados por los aspectos ambientales y culturales, siendo los materiales del lugar los protagonistas de modelos de gran racionalidad que forman parte del acervo cultural del país. En general, la tecnología que ha sido utilizada en la arquitectura vernácula venezolana es la que se basa en el uso de materiales que la naturaleza prodiga, como la tierra, la piedra y la madera. Los sistemas constructivos que derivan de su uso son el bahareque, la tapia y el adobe. El bahareque es el sistema constructivo autóctono que se utilizó – y aún se utiliza a pesar del bloque de concreto - en la mayoría de las construcciones de todo el país; las variantes que existen están en función del lugar y de los materiales que se localizan en cada una de las regiones, y su expresión física es el resultado de un racionalidad constructiva muy simple marcada por su carácter utilitario para resolver una necesidad de cobijo.

Pero, y aquí es donde se generan las diferencias, el objeto edificado responde a un modo particular de asumir la vida que forma parte del sincretismo y visión cosmogónica del habitante de estas tierras; y en este sentido deja de ser meramente constructivo y utilitario, para convertirse en el elemento de comunicación cultural por excelencia.



La tapia y el adobe son las tecnologías constructivas que fueron el resultado de la hibridación multiétnica, que fueron aprehendidos y asumidos como parte del acervo cultural y que generaron respuestas arquitectónicas que han marcado nuestro territorio e identificado regiones, particularmente de las zonas frías. Estos sistemas tienen como principal componente la tierra y su uso ha permitido identificar un sistema constructivo con una región, (Los Andes), con un modo de vida marcado por creencias mágicos-religiosas y por una expresión formal que los individualiza y aísla, a pesar de la fuerza del lazo familiar.

Fig. 3. Tapia en Los Andes Venezolanos

Es evidente que el uso de los materiales de construcción estaba supeditado a lo que la propia naturaleza podía proveer y a las necesidades que debía satisfacer; así, se puede señalar que en algunas regiones (particularmente en las de montaña) el empleo de la piedra es obligante no sólo por el carácter pedregoso del suelo, y de su disponibilidad inmediata, sino también por sus propiedades térmicas, ya que al estar expuesta al sol durante el día, se calienta y conserva en el interior de la vivienda una atmósfera cálida que se prolonga durante la noche. *«Además, la piedra como material de construcción le confiere a la vivienda una eterna duración en el tiempo.»* (Tradición oral).

El bahareque es un sistema constructivo muy sencillo que está compuesto por una armazón de horcones verticales hincados en el suelo colocándoles piedras para compactar la fundación, entrelazados con cañas recubiertas a manera de embutido de barro, este material también se utiliza para el empañetado final de las paredes, utilizando la tierra del sitio que puede mezclarse o no con fibras vegetales.

El bejuco, la hoja de la palma, el cuero de los animales, o cualquier material fuerte flexible y duradero que permita amarrar la cumbrera, los horcones, las varas y los manojos de paja, son los que permiten armar la estructura. Con las nuevas tecnologías estos materiales progresivamente han sido sustituidos por la soga, el alambre, el clavo, que es lo más fácil de localizar y menos costoso. Pero lo más importante de ello es que el principio constructivo prevalece y la precariedad de la solución también.

Este esquema se repite en el encañado, para el cual se utilizan diversos materiales vegetales como cañas, bambú, carruzos, ramas, tablas o cualquier tipo de palo delgado que

proporcione el medio, o materiales que igualmente se localizan en la zona pero que imponen otra condición a la construcción.

Luego el proceso continúa con el embutido es el relleno del encañado, la manera más común es el barro amasado con paja. La variación en la forma y la selección de materiales están sujetos a las costumbres y a los materiales que el medio provee, si abundan las piedras, se les utiliza, si hay disponibilidad de madera igualmente se les utiliza. Estas variaciones muestran ejemplos -a menor escala- que son interesantes de mostrar, se denominan relleno mixto y relleno seco, el primero esta conformado por una mezcla de piedra y barro, mientras el segundo se compone de piedras o terrones secos y en algunos casos de varas de la madera más común de la zona.



Fig. 4.- Embutido mixto de piedra y barro, Embutido seco compuesto de piedras y un ejemplo muy particular de embutido seco con varas de "Rabo de ratón".

En el recubrimiento es donde emerge toda la fantasía del habitante de la casa porque además de cumplir con su función estructural y de enlucido del muro, se convierte en el gran lienzo sobre el cual se vuelcan las formas y colores que le son propias a cada individuo. Bien sea porque los materiales ofrecen tantos matices y configuraciones en su relieve que en su conjunto forman una composición armoniosa, la cual se deja a la vista en toda su magnitud, o bien porque en él se vuelca toda la riqueza figurativa que encierra el género humano, sin inhibiciones, sin pudor, sin rigor; pero con una simplicidad que esconde toda su complejidad y autonomía como individuo.

Esta simpleza de su configuración y construcción en modo alguno denota carestía de significados; al contrario, en la simplicidad no hay nada preconstituido, nada inmóvil, todo se vuelve equilibrio, medición, relaciones proporcionales, organización vital y transparencia misteriosa, tal como señala V. Gregotti:

> "*... la simplicidad de un edificio tiene que ver con el silencio: es la constitución de una pausa en el tumulto del lenguaje, precisa la eliminación de sentido entre los signos, aparece como la fijación orgullosa de una infinita serie de vacilaciones, pruebas, cancelaciones, experiencias: es la reescritura de lo que siempre supimos. El proyecto simple destruye toda neurosis del porvenir, restituye el pasado, no ya una supervivencia, que es la forma hipócrita del olvido, sino una nueva vida, que es la forma noble de la memoria*". (1993: 96)

Y aquí es donde prevalece la esencia de la arquitectura, que mantiene inalterable los rasgos que la tradición ha conservado: la división del espacio por género, la cocina como el centro del núcleo familiar, la vinculación con la madre y la naturaleza, el libre albedrío en la representación de sus espacios, la inventiva y la creatividad en el manejo de las tecnologías y materiales constructivos, y, por encima de todo, la simplicidad como rasgo que identifica su cultura.

En síntesis, la arquitectura vernácula muestra el paso de la historia, porque ella misma cuenta su historia, la construye; y es en el ámbito rural donde permanece con mayor rigor las características que la definen y que se reconoce en la vivienda, porque allí habita el hombre y es el hombre quien la modifica o la hace perdurable en el tiempo; su persistencia se convierte en su fluir, en el signo de su vida cotidiana. Lo urbano o lo rural son sólo referencia a lugares y tiempos y a la manera como el hombre lo asume; no hay nada más.

Bibliografía

*ACOSTA, Miguel. *Estudios de etnología antigua de Venezuela*. Ediciones de la Biblioteca Central, U.C.V Caracas, Venezuela.

*BEROES, Aurelio. "La construcción de bahareque; memorias y estudios sobre asuntos técnicos nacionales". En *Revista Técnica del Ministerio de Obras Públicas*. año 2, Nº 19 Venezuela,. 1942.

*BRICEÑO, Roberto. *La casa enferma*. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Consorcio de Ediciones Carriles C.A. Venezuela 1990.

*CLARAC, Jacqueline. *Dioses en el exilio*, Fundarte. Venezuela. 1981.

*CLARAC, Jacqueline. *La cultura campesina en los Andes Venezolanos*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Colección Mariano Picón Salas. Venezuela.1976.

*FEBRES, Tulio. *Décadas de la historia de Mérida* Tomo I. Editorial Antares Ltda.. Bogotá: 1960.

*GASPARINI, Graciano. *Arquitectura popular en Venezuela*. Armitano Editores C.A. Venezuela. 1986.

*GASPARINI, Graciano y LOUISE, Mangolies. *Arquitectura de tierra cruda en Venezuela*. Armitano Editores C.A. Venezuela. 1998.

*GREGOTTI, Vittorio. *Desde el interior de la arquitectura*. Ediciones Península. España.1993.

*G.W.F. Hegel. *La arquitectura. Barcelona*: Editorial Kairos. España.1981.

*LUENGO, Gerardo. *Arquitectura tradicional de alto páramo venezolano*, Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones. Venezuela.1993.

*LLAMBÍ, Luis. *Rosa y Epifanio*. *Una historia de los páramos bravos*. (mimeografiado) Venezuela 2003.

*MUNTAÑOLA, Joseph. *La arquitectura como lugar*. Editorial Gustavo Gili. España: 1974.

*PATETTA, Leonardo. *Historia de la arquitectura. Antología crítica*. Edit. Hermann Blume. España. 1984.

*PEREIRA, Nory. *Generalidad y particularidad del fenómeno urbano. Mucuchíes: un caso concreto.* Consejo de Publicaciones Universidad de Los Andes. Venezuela. 1996.

*PEREIRA, Nory y otros. *Atlas de la vivienda rural en los andes venezolanos*, (mimeografiado) Venezuela, 2004.

*RÍOS, Josefina y CARBALLO, Gastón. *Análisis histórico de la organización del espacio en Venezuela.* Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela. Venezuela.1990.

*TORRES, Gerardo. "Vivienda y cultura. Patrimonio vernáculo", en *Esencia y Espacio* Nº 9, Revista de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Unidad Tecamachalco. México. 1999.

*WAGNER, Erika. "Arqueología de los andes venezolanos", en *Actual* N°14, Revista de la Dirección General de Cultura de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela: Talleres Gráficos Universitarios. 1987.

*WIESENFELD, Esther. *La autoconstrucción*. Un *estudio psicosocial del significado de la vivienda.* Comisión de Postgrado, Facultad de Humanidades y Educación, UCV. Venezuela. 2001.

Nory Beatriz Pereira Colls

Arquitecta, Magister Scientiarum en Ingeniería del Transporte. Decana de la Facultad de Arte de la Universidad de los Andes, (FAULA). Investigadora activa del Centro de Investigaciones de la Vivienda (CINVIV) de la Facultad de Arquitectura y Diseño (FADULA).
Profesora Titular adscrita al Departamento de Materias Históricas y Humanísticas. Profesora en el postgrado Desarrollo Rural Integrado y en el postgrado "Desarrollo Urbano Local" en la mención Gestión Urbana ULA.
Responsable de los Proyectos:
Atlas de la Vivienda Rural en Venezuela.
Proyecto Sistemas constructivos de la vivienda rural en Venezuela.
Estado del Arte de la Investigación en Vivienda Rural y asentamientos rurales en Venezuela.
Proyecto de Intervención en Comunidades Rurales para un Desarrollo Autosustentable.
Transferencia tecnológica en construcciones con tierra.
Proyecto Salud en la Vivienda.
La vivienda indígena en Venezuela.
Proyecto 4 Materiales, Componentes y Técnicas Constructivas para Viviendas de Bajo Costo.
Tlf. 58-0274-2401949.Email: norypc@ula.ve

Nelly Yoleida Mejía Barrios

Arquitecta, Asistente de Investigación en Ciencias Básicas Naturales y Aplicadas, Asistente de Investigación en el Centro de Investigaciones de la Vivienda (CINVIV) de la Facultad de Arquitectura y Diseño de La Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela. Tlf. 58-0274-2401941.Email: nellym@ula.ve
Miembro del equipo responsable de los Proyectos:
Atlas de la Vivienda Rural en Venezuela.
Proyecto Sistemas constructivos de la vivienda rural en Venezuela.
Estado del Arte de la Investigación en Vivienda Rural y asentamientos rurales en Venezuela.
Proyecto de Intervención en Comunidades Rurales para un Desarrollo Autosustentable.
Transferencia tecnológica en construcciones con tierra.
La vivienda indígena en Venezuela.
Proyecto 4 Materiales, Componentes y Técnicas Constructivas para Viviendas de Bajo Costo.

2.6

ARQUITECTURA HIBRIDA
NUEVE OBRAS NUEVAS EN ARQUITECTURA DE TIERRA

Ronald Rael
The Charles E. Daniel Center for Building Research and Urban Studies in Genoa
Via Privata Piaggio 14, 16136 Genova, Italy
phone: (917) 326-1466 email: r@el.net

Palabras clave: arquitectura -híbrida -adobe

Introducción
Se estima que la mitad de la población del planeta vive, trabaja y adora en edificios construidos de tierra. Aun que la tierra es el material de construcción más ubicuo en el planeta, su uso continúa disminuyendo debido, en parte, a los materiales y tecnologías industrializadas. Hemos visto como el uso del adobe termina y el bloque de concreto aumenta. Las ventajas de una tecnología sobre la otra no son siempre aparentes, y en un extremo, los defensores de la arquitectura de tierra se oponen y resisten al uso de materiales industrializados en nombre de la tradición, de la ecología y de la preservación. En el otro extremo del espectro, la mayoría de arquitectos y escuelas de arquitectura, evitan el uso de la tierra como material de construcción en la arquitectura contemporánea y en su lugar, promueven las lecciones del modernismo y el valor de las altas tecnologías.

Obras de Tierra
Las obras presentadas aquí fueron hechas por el autor, Ronald Rael entre los años 1998 – 2006. Las obras tratarán de sugerir una visión alternativa a la producción dominante de la arquitectura contemporánea, y propone, con nueve proyectos (entre teóricos y construidos), la tierra no como alternativa sino como material de construcción primario de contexto contemporáneo. La inspiración para este trabajo se encuentra en los territorios en donde chocan las culturas industriales y tradicionales como en el desierto Chihuahuense de Texas, en Afganistán, Irak, Malí; ciudades como Nueva York, o territorios como la frontera entre los Estados Unidos y México, por ejemplo. De estos contextos emerge una nueva clase de arquitectura - una que reafirma la tierra como un material contemporáneo en cara a la globalización y que rompe, pero no niega, las estructuras que dictan la hegemonía de la cultura constructiva del acero y concreto. Fundiendo modos de producción histórico-tradicionales con los contemporáneos y también con contextos culturales tanto industriales como pre-industriales, la arquitectura puede escapar de su posición subalterna respecto a las tecnologías dominantes, y emerger así como un catalizador polémico del ambiente humano en una sociedad moderna cada vez más interesada en los temas globales de sostenibilidad, bienestar y ecología.

Alojamiento del Personal en el Parque Nacional Big Bend
El diseño del alojamiento para el personal en el parque nacional Big Bend consta de dos áreas habitables construidas en adobe, las cuales están cuidadosamente puestas debajo de un techo bien ventilado y liviano que recoge agua y ofrece bastante sombra al aire libre. Las dos unidades habitables separadas, una de ellas para cocinar/vivir y la otra, para dormir y bañarse, siguen la tradición de las estructuras campestres vernaculares en el desierto, en ranchos y en poblados. Separar la cocina de otras áreas habitables ha sido la tradición estructural en los climas cálidos. Dicha práctica todavía sigue hoy en día, pues las habitaciones se benefician al no acumular el calor de la

cocina y sentirse bien durante la noche. Tradicionalmente, la separación de los dos componentes habitables también ha servido para garantizar la higiene y la serenidad. Con frecuencia, los campesinos y los habitantes del desierto, aparte de los euro-americanos, quieren vivir retirados del humo y el olor de la cocina.

Los espacios de las habitaciones ligeramente retirados son casi una garantía de tranquilidad, lejos de la actividad de la sala y el comedor. Mentalmente, el habitante encuentra comodidad al retirarse al refugio de la habitación, un poco desconectado del corazón de la casa. También, en este clima, esa sutil separación enfría la casa no solamente meteorológica sino psicológicamente. Además, el principio de venturi de aire restringido en un espacio más angosto también los enfría al moverse.

Hay muchas razones para inspirarse en la arquitectura concebida por los nativos y habitantes de la colonia, los cuales se vieron forzados a adaptarse al clima y al ambiente. Las dos unidades habitables son lugares ladeados entre sí. Eso es ingenioso, no solamente por las ventajas del flujo de aire, sino que se siente bien bajo el techo e incorpora emoción en la misma vivencia de estar en un lugar. Ese ángulo crea espacios exteriores con originalidad, pequeñas y singulares esquinas y espacios acogedores para poner la mesa y los asientos, para las comidas al aire libre y otras actividades. El exterior bajo el techo es un espacio adicional habitable con tejado y tragaluces que perforan la cubierta metálica y los techos de barro. La venteada cubierta lo encamina a uno hacia la panorámica del desértico horizonte.

Casa Inmóvil

La Casa Inmóvil amplía la idea de una casa generada por el alojamiento del personal para el parque nacional Big Bend. Está diseñada para un lugar remoto cerca del parque nacional Big Bend, a 30 millas de la frontera méxico-estadounidense, donde las temperaturas ascienden a 48 °C en el verano. En el lugar hay un manantial artesiano que produce 55 galones de agua por minuto a 13 °C constantes. La naturaleza extrema del sitio indujo a una respuesta que tuvo en cuenta las tradiciones y los materiales de construcción local, el uso de sistemas energéticos pasivos y activos y la comprensión clara del clima. La casa consta de tres áreas habitables construidas en adobe, las cuales están puestas cuidadosamente debajo de un techo ventilado y liviano que recoge agua y ofrece amplia sombra al aire libre. El agua del techo, junto con el agua del manantial artesiano natural se recoge cuidadosamente en estanques que se usan para enfriamiento por evaporación. Los estanques, ubicados a ambos lados de la casa principal, permiten que las brisas fluyan sobre ellos para llevar aire fresco a la casa. Las tres áreas habitables están bien sombreadas y la luz solar directa solamente penetra en el invierno durante un período de tiempo prolongado.

Casa Caja Caja

La casa se encuentra en Marfa, TX, un pueblo inmerso en una cultura de arte y arquitectura influenciada por el artista fallecido Donald Judd, y localizada en el paisaje desértico del oeste de Texas. Ocotillo, mesquite, yucca y sotol, sirven de telón de fondo y la panorámica del paisaje de la casa se extiende hacia las montañas Davis en la distancia.

La finalidad era crear un diseño en el que la arquitectura y el entorno estuvieran inextricablemente vinculados, al explorar las relaciones entre los materiales y los métodos de producción tradicionales y contemporáneos. Marfa sirvió como un

laboratorio ideal para investigar esos aspectos. Marfa es un pueblo construido casi completamente con adobes y transformado por ricas fuerzas históricas, culturales y geográficas. Es una de las áreas cultivadas más antiguas en los Estados Unidos, a 5000 pies de altura sobre el nivel del mar. En la estructura, localizada a 60 millas de la frontera entre Estados Unidos y México, se usan dos clases de adobes – ambos son hechos a mano, uno de ellos lo hacen a 470 millas de distancia en Albuquerque, Nuevo México y el otro lo hacen en Ojinaga, México, localizado a 65 millas de Marfa. Los ladrillos son protegidos con una mezcla de barro, paja, boñiga y mucílago de cactus – una receta híbrida que combina tecnologías de emplasto de tierra de México, Texas, de los indios estadounidenses y Nuevo México. El nombre de la casa se deriva del hecho de que es una caja grande de tierra que aloja otra más pequeña, la cual aloja los servicios principales de la casa (cocina, baños, almacenamiento, caldera, etc.) El contraste del exterior entre las paredes de barro gruesas y los dinteles de concreto que interpenetran la fachada para crear aberturas, y el uso de acero inoxidable en contraste con la tierra, crean una tensión entre lo antiguo y lo nuevo, lo áspero y lo suave, lo industrial y lo no industrial. Adentro se abre un patio hacia el interior y hacia el cielo. La casa, diseñada para proteger contra la inclemencia del sol en el verano y dejar entrar la luz durante el invierno, responde a condiciones tanto adentro como por fuera.

Soccer Pitch

Soccer Pitch Wall-Scape es un lugar de reunión comunitaria para los niños y los adultos. Construido en adobe, el pasaje de pared laberíntico contiene pasillos y una sala de juego pequeña para los niños, y un salón más grande y privado para cambiarlos, con área de almacenamiento y bancas. El cuarto de cambio también sirve como salón de clase o espacio privado para reuniones de los pacientes. Debido a que Soccer Pitch Wall-Scape también va a ser un lugar para informar sobre el SIDA y tratarlo, toda la estructura también tiene la finalidad de servir como lugar de juego, con muchos recovecos para descubrir y para la entretención de los niños. La intención es que el lugar esté asociado con el fútbol y el juego, a la vez que sirve como lugar de reunión para la comunidad que aborda asuntos de salud bastante serios.

El adobe, omnipresente y barato, es el principal material que se usa en la construcción de Wall-Scape. Las gruesas paredes ofrecen privacidad, mientras que los espacios entre las paredes permiten la ventilación, el juego, y favorecen el egreso alterno como medida de seguridad. La fortaleza iconográfica del plan como gráfico también puede servir como el logotipo uniforme, estimulando el reconocimiento de Wall-Scape como un lugar importante en la comunidad.

La Escuela de Tentou

Ecole de Tentou es el diseño de una escuela para los 400 niños del poblado, en lo cual el ex jugador de la NBA Soumaila Samake y los pobladores de Tentou, Mali, África Occidental, trabajan con Daily Dose Foundation, una organización con sede en Utah. Samake nació en Tentou y le pidió a la fundación Daily Dose que le ayudara a construir la escuela para el poblado. Allí es cuando Daily Dose se puso en contacto con Rael, un experto en arquitectura de barro, para diseñar la escuela. En abril de 2005, la fundación envió un equipo de expertos para evaluar la necesidad y crear un plan. Entre los que fueron se encontraban Soumaila Samake, Rael, Joan Dixon, profesora de BYU y experta educación de desarrollo internacional, y Yeah Samake, director ejecutivo de Daily Dose Foundation, el cual nació en Mali pero se educó BYU (no tiene ninguna relación con Soumaila). Los principales objetivos de la visita eran determinar las inquietudes de los residentes en relación con la construcción de la nueva escuela,

documentar los materiales existentes y las prácticas de construcción locales, estudiar los edificios escolares actuales y entender el clima local, para determinar las estrategias posibles para la construcción de un edificio con 3 aulas nuevas para Tentou.

El principio del diseño se inspira en varias condiciones que se encuentran en la región. La primera es que la sombra es el principal generador de espacio en el pueblo. Casi todas las congregaciones se hacen en la sombra, bien sea debajo de un árbol de mango, la estructura de sombra construida en una casa o contra una pared. Además, el pueblo tiene una tradición increíble de construcción con adobes. En el poblado hay evidencia de construcciones que tienen más de 150 años, lo cual demuestra la longevidad de la tierra como material de construcción. La casa redonda es una forma icónica en Mali y la familiaridad con esa forma se empleó en el diseño de la escuela. La forma crea relaciones espaciales interesantes debajo del techo y permite el replanteamiento de la organización espacial pedagógica dentro del salón de clase. Finalmente, los techos metálicos en los mercados ofrecen flexibilidad y sombra por encima, bajo los 120° de calor. El diseño emplea techos metálicos de la misma forma y también recogen agua. El color anaranjado, el cual es visto por los pobladores como un color representativo que se usa en los contenedores que se llevan el algodón que allí producen, se usa en el techo para expresar la cultura material que se importa hacia y desde el pueblo. El diseño de la escuela se ve como un híbrido de tecnologías "foráneas" (techo de acero) y tecnologías locales (adobe).

Las metas del diseño de la escuela son ajustarse a las necesidades expresadas por los pobladores y tratar los asuntos de ventilación, luz y durabilidad. Además, la construcción de la escuela va a coincidir con la capacitación en albañilería, soldadura y costura, donde los obreros calificados les van a enseñar técnicas de construcción a los pobladores interesados, durante la construcción. La construcción del techo metálico va a ser una oportunidad para enseñar a soldar, y la costura se va a enseñar cuando se hagan las pantallas de tela que sirven de techo para el salón de clase. La albañilería se va a enseñar durante la construcción de las paredes. La comunidad también va a participar en la construcción de la escuela al hacer el ladrillo tradicional de barro, el cual se encuentra a nivel local y posibilita los interiores frescos, para escapar del caliente sol desértico.

Agua Viviente

El diseño para una capilla para varios fines inicialmente concebido en tierra compacta, era para que lo construyeran los integrantes de la pequeña congregación del Sur de Carolina. Construir con tierra apisonada no era factible puesto que las compañías aseguradoras locales no asegurarían un edificio construido con tierra. Consistente con el concepto de que las paredes iban a ser levantadas por los integrantes de la Iglesia, las paredes del centro de recreación son literalmente vivas, pues son hechas de hiedra. Ya que las paredes son vivientes, el edificio responde a fuerzas climáticas, cubriendo con follaje el espacio en el verano y permitiendo que el sol pase a través de las enredaderas hacia el interior en el invierno. El edificio se vuelve verde en la primavera y en el verano, rojo en otoño y gris en invierno, registrando así el cambio de temporada. La capilla de actividad en la iglesia Living Water es una instalación de 5000 ft.² bajo techo / al aire libre que incluye una cocina, baños, una cancha de baloncesto y almacenamiento.

Prada Marfa

Cuando uno piensa en la tienda de alta moda PRADA, no la asocia con adobes o el seco y desolado panorama del oeste de Texas. La creación de esa yuxtaposición fue el concepto impulsor de la propuesta de los artistas berlineses Michael Elmgreen e Ingar Dragset para PRADA MARFA, la cual fue concluida el 1 de octubre de 2005. A 40 minutos de la aislada meca artística de Marfa, Texas, y a lo largo de una carretera desolada, PRADA MARFA es una escultura de arte terrestre que simula una tienda PRADA, pero no se puede ocupar y los productos (la línea de zapatos y bolsos de 2005) no están a la venta. En vez de eso, el oasis de alta moda y arte, está herméticamente sellado y es una cápsula del tiempo que conserva el trabajo en las gruesas paredes de adobe. Aquí, el barro sirve un propósito mayor que el del edificio, de regreso a las tradiciones de construcción local.

La alta moda, el círculo de famosos, la alfombra roja y el encanto, son típicamente la provocación de este famoso creador de ropa. La pobreza y la degradación son típicamente las asociaciones desafortunadas que uno hace al evocar la arquitectura con adobes. Aquí en el inclemente desierto, los adobes tienen dos propósitos – el material robustece un contrapunto conceptual de las yuxtaposiciones extremas pretendidas por los artistas. La inmaculada y blanca joya de adobes es elevada a un gran refinamiento y precisión material en el riguroso entorno desértico del oeste de Texas, lo cual se espera de una tienda como Prada, a la vez que crea una masa termodinámica que protege la costosa colección de zapatos y bolsos Prada contra el desértico sol.

Históricamente, las tumbas de adobe no son recipientes poco comunes para conservar objetos en el desierto. Lo que hace que eso sea singular es el contraste extremo entre la cultura de PRADA y las culturas autóctonas regionales que construyen con adobes. El adobe es el material predominante en la región y en sus alrededores, y PRADA MARFA solamente está a 22 millas de la frontera entre Estados Unidos y México. Los inmigrantes que cruzan la frontera a través del amplio desierto con frecuencia se dan cuenta que el calor y las distancias les destruyen los zapatos. La ironía de exponer zapatos que cuestan más de $500 el par no es como la ironía de construir un PRADA en adobe.

Rascatierra I

La operación continua y el desarrollo económico de las instalaciones portuarias y los terminales privados localizados en el puerto de Nueva York, son vitales para la economía de la región noreste. Los 4.200 barcos cargueros y buques cisterna que usan el puerto anualmente, necesitan por lo menos un canal de 45 pies de profundidad para entrar al puerto y descargar los productos. En la actualidad, los canales marítimos del puerto tienen un promedio de 19 pies de profundidad, y muy pocos tienen más de 40 pies. El sedimento y la arena, los cuales entran a los canales marítimos, se debe dragar en una cantidad de 9 MILLONES DE YARDAS CÚBICAS AL AÑO. Sin embargo, el último año que se dragaron los canales fue en 1981. Los expertos han calculado que la reanudación del dragado evitaría que unos 170.000 puestos y $20 mil millones de dólares en actividad económica se trasladaran a otros puertos en Virginia y Nueva Escocia.

Para evitar esa pérdida económica, la gobernadora de Nueva Jersey Christine Todd Whitman y el gobernador de Nueva York George Pataki, lanzaron un plan biestatal que va a reiniciar el proceso estancado del dragado de sedimentos de los canales marítimos del puerto de Nueva York y el de Nueva Jersey. Los funcionarios de ambos lados

opinan que el plan de dragado biestatal va a extraer más de 5 millones de yardas cúbicas de sedimento el próximo año. En un comunicado de prensa, la gobernadora Whitman dijo que “Este plan biestatal es un paso crítico para desatascar el dragado que ha afectado al puerto. El gobernador Pataki agregó, “Este plan de dragado garantiza la protección de los trabajos de miles de familias que dependen del puerto, mientras seguimos creando soluciones para estimular la vitalidad económica a largo plazo de nuestros dos estados.” Los dos estados han desarrollado este programa de $130 millones para facilitar estrategias administrativas efectivas y buenas para atender las necesidades de dragado y desecho en la región. El problema que el puerto de Nueva York y el de Nueva Jersey enfrentan hoy en día es qué hacer con el barro al extraerlo, pues hay reglas estrictas relacionadas con la calidad del material dragado que se puede regresar al océano.
El material que se extrae del fondo de los ríos y de los muelles no es peligroso como el lodo de aguas residuales y los desechos industriales. Aunque parte de él contiene ínfimas cantidades de productos químicos y metales pesados, los niveles de contaminación son significativamente inferiores a los clasificados como peligrosos o tóxicos bajo las leyes estatales o federales. El barro dragado se puede procesar y usar en forma segura como material cobertor y de relleno, para remediar sitios industriales abandonados y contaminados, para volverlos a urbanizar para las municipalidades. No obstante, el material dragado no se debe volver a vaciar en el océano debido a la bioacumulación. El lanzamiento al océano del barro dragado con rastros de contaminantes podría presentar un riesgo por la exposición a la fa una y flora marina, tal como las pequeñas criaturas que los pescados y los mariscos comen, lo cual pasa a ser consumido posteriormente por los humanos. Sin embargo, eso no ocurre en la tierra, y cuando el barro dragado se saca del agua para usarlo en la tierra, se procesa con aditivos como cemento Portland, ceniza suelta y caliza, los cuales solidifican el material y le pegan todo contaminante al sedimento. El producto final, el cual tiene un nivel de contaminación muy inferior al de los vertederos o sitios contaminados, se puede usar para remediar, se puede concentrar en un sitio tecnificado y cubrirlo con arena, arcilla, otros rellenos o asfalto. Cualquier contaminante que exista queda concentrado en la mezcla y no presenta un riesgo de exposición para los seres humanos, la vegetación, el agua de superficie o subterránea.

RASCATIERRA (EARTHSCRAPER) utiliza los 9 millones de yardas cúbicas del material dragado que se van a extraer de los canales del puerto de Nueva York y de Nueva Jersey para crear un mega sitio de recreación ajardinado, con servicios de espacio abierto para la ciudad de Nueva York. El lugar más prometedor para RASCATIERRA es Governors Island, una isla abandonada cuya forma actual fue creada con las 4787000 yardas cúbicas de relleno excavado del túnel del metro de la avenida Lexington en 1901. RASCATIERRA emplea estructuras de tierra reforzadas y estructuras de tierra anticipatorias, las cuales usan el peso inminente de la tierra para definir y darle forma a los espacios y derredores, para encerrar y articular el programa de cubrimiento superficial. Al agregar mayores cantidades de material dragado, el programa de cubrimiento superficial tal como campos de golf, campos deportivos, rutas para montar en bicicleta y senderismo, esquiaderos y fincas de árboles navideños, se desplaza seccional y topográficamente. El material dragado se organiza dentro de estructuras de tierra fortalecida, lo cual permite que el material inminente sea formado y retenido por el material ya contenido de organizaciones anteriores. Las estructuras de tierra también se organizan alrededor de la infraestructura existente de gas, eléctrica, alcantarillado y eliminación de desechos que ya existe en Governors Island, la cual es utilizada por el programa de soporte RASCATIERRA.

Rascatierra II

La mitad de la población del mundo, aproximadamente 3 mil millones de personas en seis continentes, vive o trabaja en edificios hechos de tierra. Esta propuesta examina las posibilidades de construir verticalmente con suelo bruto e investiga la posibilidad de construir el edificio de tierra más alto del planeta. También presenta inquietudes relacionadas con el traslado del poder de occidente a oriente y la definición de "ciudad", las cuales han sido definidas tradicionalmente por territorios geográficos. Además, el proyecto ve la comparación entre tradiciones de construcción industrial y no industrial, plantea una resistencia al abrumador uso de materiales industriales mediante la hibridación y considera las tecnologías de información como un programa posible.

Conforme a la narrativa en Génesis Capítulo 11 de la Biblia, la Torre de Babel fue una torre construida por la humanidad unida para llegar al cielo. Aunque la altura real de esa torre, si es que existió, no se conoce, es probable que hubiera sido construida de suelo bruto – barro seco al sol y convertido en ladrillos. En la actualidad, los edificios más altos construidos de tierra son:

1. La mezquita Al-Muhdar, 175 pies, Tarim, Yemen
2. La Huaca del Sol, 135 pies, Trujillo, Perú
3. Las Casas Torre de Yemen, 96 pies, Shibam, Yemen
4. La Mezquita Grandiosa, 36 pies, Djene, Mali

Muchas de esas estructuras, de las cuales la más alta fue construida en 1914, fueron construidas en lo que se considerarían "países en vía de desarrollo", la altura de esas estructuras compitió con las alturas alcanzadas en los Estados Unidos con el uso de albañilería horneada y adelantos tecnológicos en metalurgia. Por ejemplo, la mitad norte de Monadnock, representa el último rascacielos de Chicago construido al emplear un muro de contención; para que la estructura soportara su propio peso, las paredes en la base de la estructura tienen un grosor de seis pies.

El adobe tiene una resistencia a la comprensión de 300psi, por lo que requiere un grosor de pared de 40 pies en la base para alcanzar una altura de 300 pies – un RASCATIERRA II.

La idea de construir un RASCATIERRA II desafía el papel de los edificios altos relativo al contexto urbano. Según "Perspectiva Poblacional Mundial: Analizando las proyecciones poblacionales de las Naciones Unidas en 1996," ¡Los 10 países que más van a contribuir al crecimiento de la población mundial durante los próximos 30 años son, india, China, Pakistán, Nigeria, Etiopía, Indonesia, los Estados Unidos de América, Bangladesh, Zaire e Irán.- en ese orden!" La mayoría de esos países tienen una arraigada tradición de construcción con tierra. Con el crecimiento de la población, es fácil suponer que los países que se quieran "desarrollar" van a acoger ideologías del capitalismo occidental. El rascacielos es la manifestación arquitectónica de esa ideología. RASCATIERRA II sugiere una resistencia al uso de acero, vidrio y concreto. Los rascacielos se van a seguir construyendo en los Estados Unidos, Londres, Tokio y en Hong Kong, pero, ¿qué tal si en Mali, Irán, Nigeria y Pakistán acogen el capitalismo y esos países quisieran adelantar sus propias tecnologías? ¿Cuál sería el resultado? No confunda a RASCATIERRA II como propuesta postmoderna. Considérela postcolonial, un intento para ver la reafirmación de una cultura material en vista del globalismo – una tregua de las facciones coloniales – las facciones que dictan la hegemonía del acero y el concreto en las estructuras verticales. No obstante, la resistencia no sugiere el

rechazo de la tecnología. En el adelanto de la propia tecnología de la cultura de un edificio de tierra se forman híbridos. Al asociar el acero, el concreto y el vidrio con la tierra, se crean tensiones entre tradiciones industriales y no industriales que se manifiestan en los detalles del RASCATIERRA II. Los umbrales escayolados con concreto drenan el agua de la estructura gigantesca y el ascensor de construcción que se usa para transportar adobes durante la construcción, sigue siendo el sistema principal de circulación. Complementado con una escalera de acero que envuelve el edificio de tierra, los dos mundos materiales se funden en la creación de un nuevo tipo de arquitectura.

La altura del RASCATIERRA II también sugiere otras posibilidades. Mientras que los territorios geográficos tradicionalmente han definido ciudades, las ciudades del futuro también van a ser definidas por territorios inalámbricos de suscriptores, grupos de usuarios y redes, donde millones de personas obtienen la información transmitida de RASCATIERRAS en países donde no existen infraestructuras alambradas. Debido a eso, los RASCATIERRAS no son necesariamente insertados en las ciudades. En los países donde hay grupos laborales baratos, la construcción de un RASCATIERRA II requeriría la construcción de una ciudad para alojar a los fabricantes de los adobes, a los albañiles, a los constructores y a los negocios que los atienden.

Conclusión

Hoy en día, los conflictos entre los métodos industriales y no industriales son quizás la razón primaria de la desaparición de las tradiciones de tierra. Sin embargo, la industrialización no se debe considerar como el enemigo a las tradiciones de tierra. En un ensayo de Paul Ricoeur de *La Civilización Universal y de Culturas Nacionales*, él escribe que un país debe "arraigarse en la tierra de su pasado" mientras que en el mismo tiempo "participe en racionalidad científica, técnica y política" para participar en la civilización moderna. Estas obras abrazan estas palabras como punto de partida para reafirmar la tierra como un material contemporáneo.



Casa Caja Caja



La Escuela de Tentou



Prada Marfa



Rascatierra II

Ronald Rael

Arquitecto y profesor de arquitectura en la Universidad de Clemson, en los Estados Unidos.
Su foco primario de investigación es la relación entre los modos de producción industriales y aquellos que pertenecen a contextos y territorios híbridos. Rael es el redactor y fundador de www.eartharchitecture.org, un sitio en la Web dedicado a la arquitectura construida en *tierra-cruda*, que sirve como base de datos para la discusión y difusión de eventos, de recursos, y de imágenes de la arquitectura de tierra en el contexto de la cultura y arquitectura contemporáneas.
Rael fue educado en La Universidad de Columbia en la Ciudad de Nueva York.

2.7

ARQUITECTURA OFICIAL Y ARQUITECTURA POPULAR, UNA RELACIÓN CONFLICTIVA. EL CASO DE SUSQUES

Jorge Tomasi
IAA – FADU – UBA -CONICET
Sarmiento 4226 2º C
(1197) Capital Federal
011-4861-4650
jorgetomasi@hotmail.com

Palabras clave: Susques - arquitectura oficial - patrimonio

Resumen
Las localidades de la región puneña han vivido en general en los últimos años un proceso de creciente apertura hacia los grandes centros urbanos luego de una larga historia de aislamiento y desinterés oficial. Esta nueva realidad ha provocado vertiginosos cambios en las prácticas tradicionales de su población y por lo tanto en su arquitectura.

Como parte de estos procesos se observa la aparición en los poblados de las diferentes instituciones oficiales y privadas. La arquitectura estatal, la de servicios y aquella asociada a las obras de infraestructura en general se inserta en las comunidades con poca o ninguna consideración hacia los valores locales. Colegios, hospitales, bancos o planes de vivienda se diseminan por los poblados alterando gravemente el patrimonio local.

Estas arquitecturas “oficiales” traen consigo un discurso sobre el “buen hacer constructivo” en contraposición con las prácticas tradicionales “antiguas” o propias de la pobreza. El “progreso” en oposición a lo “estancado”. Con el tiempo estos discursos van transformando las prácticas locales sin traer aparejada necesariamente una mejora en las condiciones de vida de la población.

La arquitectura vernácula no puede considerarse simplemente como una serie de objetos construidos de valor patrimonial, sin tener en cuenta su relación indisoluble y necesaria con las prácticas sociales y valores de las comunidades que la generan. En tanto cualquier alteración en uno de los factores repercute en el otro, los cambios, por ejemplo, en las tipologías de vivienda conllevan cambios en las prácticas al interior de las familias.

En el presente trabajo, se tomará como caso de estudio la localidad de Susques, en la Puna de Atacama, donde la apertura del Paso de Jama trajo consigo una considerable mejora en las comunicaciones para la región, pero al mismo tiempo provocó un caótico crecimiento de su planta urbana y un distanciamiento de la comunidad de sus prácticas vernáculas. Se observará en este caso el modo en que la aparición de la arquitectura emblemática oficial ha ido transformando las prácticas locales.

Introducción

Podemos observar con relativa facilidad como el perfil urbano y arquitectónico de muchos pueblos del noroeste cambia con rapidez. Si se los recorre con una cierta periodicidad, se verá como a lo largo de un año, o incluso menos, muchas viviendas antiguas han desaparecido, nuevos materiales reemplazan a los anteriores, aparecen edificios de gran escala de emprendimientos turísticos y comerciales y, de alguna manera, la atmósfera va siendo diferente.

Puestos a intentar detectar las causas de estas transformaciones, encontraremos diferentes explicaciones de acuerdo al posicionamiento ideológico de los interlocutores: para algunos será el “progreso” que, con sus oportunidades de desarrollo, finalmente llega a las comunidades y para otros, una más de las lamentables consecuencias de la globalización. La cuestión de la globalización está muy presente en nuestro tiempo y, más allá de su pertinencia, como explicación parece ser un tanto general. “La culpa es de la globalización”, se escucha en muchos casos como explicación al avasallamiento de las culturas locales, casi como una circunstancia inevitable que cae sobre nosotros. Tal vez cabe analizar cuáles son las formas en que actúa este proceso de homogenización cultural.

En este trabajo buscaremos observar cuál es el rol que le cabe a la arquitectura oficial en el proceso de transformación en la arquitectura popular y cuales han sido los resortes históricos que dieron pie a este proceso, tomando como caso de estudio la localidad de Susques, provincia de Jujuy, en la Puna de Atacama.

Lo popular, lo oficial y sus relaciones

A lo largo de la historia, la arquitectura ha sido una de las herramientas más efectivas para la transmisión de un discurso ideológico, en tanto objeto simbólico. Si durante la conquista de América se implantaban iglesias y palacios en los centros emblemáticos de las culturas dominadas como forma de demostrar materialmente esa dominación, posteriormente fueron los Estados nacionales los que la utilizaron en los procesos de unificación territorial. Durante la generación del ochenta, se diseminarían por todo el país edificios de corte academicista para las instituciones oficiales, implantando los nuevos valores de un nuevo país y dando por tierra con aquello que se consideraba propio del pasado, lo primitivo.

Cuando nos referimos a lo oficial, no lo limitamos a lo propio del Estado, sino más bien a todo aquello que reproduce el discurso hegemónico. En este sentido, se incluyen muchos emprendimientos privados, como los asociados al turismo, a los servicios o las obras de infraestructura que manejan la misma lógica de imposición y de subvaloración de lo local.

La arquitectura implantada busca legitimar un discurso sobre como deben ser las cosas. Se constituye un canon oficial, que delimita aquello que será avalado y lo que no. Lo que reproduce el canon estará bien hecho y lo que no, será desprestigiado. Por este camino se asocian discursos negativos a lo diferente. A la construcción con tierra, por ejemplo, se la considera antigua, propia de la pobreza y poco segura, y se la relega de los proyectos en los que participa el Estado. El discurso parte desde la oficialidad y poco a poco se va distribuyendo hasta naturalizarse. En este sentido, lo oficial se impone como la única alternativa posible (Iparraguirre 2006).

Como parte de este proceso de oficialización, se levantan en los poblados edificios emblemáticos para las instituciones del Estado. Municipalidades, escuelas, comisarías y hospitales, entre otras; se implantan reproduciendo modelos arquitectónicos ajenos e ignorando las prácticas locales. Se ubican en general en los principales emplazamientos de los poblados tomando protagonismo en el perfil urbano, marcando el nuevo estado de situación. Los planes de vivienda oficiales incorporan nuevos modelos de habitar en las comunidades con configuraciones espaciales genéricas, negando las anteriores que estaban relacionadas con los modos de habitar locales. Las nuevas viviendas se repiten idénticas, monótonamente, una junto a la otra reproduciendo e implantando valores externos. En tanto, en general, en las comunidades la vivienda está relacionada íntimamente con el sostenimiento de su población, el cambio en las tipologías y el traslado de las personas a estas nuevas construcciones implica una disolución de los sistemas productivos.

De la mano de los edificios implantados aparecen nuevos materiales, en su mayoría industrializados, y nuevas técnicas constructivas. Con la mejora de las comunicaciones hacia los poblados, estos materiales llegan con relativa facilidad desde los centros de producción y se diseminan rápidamente, naturalizándose su uso y convirtiéndose en un nuevo estándar. De esta manera, estas poblaciones son incorporadas a los circuitos del mercado en calidad de compradores, puesto que su producción local dificultosamente alcanza los grandes centros urbanos. En muchos casos estos nuevos materiales significan incluso peores condiciones de confort. Las técnicas constructivas que antes formaban parte de la cultura local poco a poco se van perdiendo. Si una de las propiedades de la arquitectura vernácula es la autoconstrucción, donde cada familia edifica su vivienda de acuerdo a sus necesidades, en el nuevo esquema se observa una profesionalización y tercerización de la actividad constructiva, donde algunas personas se vuelven los especialistas que dominan el conocimiento, incluyendo las nuevas técnicas. Se disocia el hacedor del usuario.

Desde el discurso oficial, a la arquitectura popular se la asocia con algo mal terminado, defectuoso y desprolijo. Los cambios pretenden “arreglar” aquello que está mal hecho, hegemonizando el discurso estético, determinando unilateralmente que es lo bello. Un muro de adobe irregular donde se percibe su textura y el desgaste del tiempo, tiene que ser prolijamente revocado para que quede “bien”.

El cambio en el modo de “hacer” no tiene sólo una faceta técnica, sino también un sentido más profundo. En general, la arquitectura tradicional está asociada a un proceso de construcción permanente. La construcción de una vivienda, por ejemplo, es un hecho dinámico en el tiempo en el cual parece que nunca está terminada. La configuración espacial va cambiando, se agregan habitaciones, se derriban otras, adaptando la vivienda a las necesidades de cada familia. Esto implica un modo particular de apropiarse del objeto construido. En contraposición, los programas oficiales están asociados a la obra “terminada”, un objeto que se presenta como cerrado y definitivo, como una verdad última, más allá del proceso de apropiación que sus habitantes hagan más tarde.

Como se ve, no sólo se trata de cambios en la materialidad del objeto construido, se debe considerar, también, la transformación en los modos de habitar. El cambio en las configuraciones, conlleva un cambio en los usos y en las relaciones al interior de una comunidad. Si la vivienda tradicional se articulaba alrededor de un patio que alimentaba a las distintas habitaciones, que actuaba como espacio central de la vida cotidiana y tenía un rol simbólico de acuerdo al cuerpo de creencias de la comunidad, la imposición de una configuración que prescinde de ese espacio inevitablemente va a significar una transformación en las costumbres y los valores. Las viviendas oficiales generalmente se articulan alrededor de un estar, siguiendo una configuración prototípica que se reproduce por doquier. Desde el discurso, estas viviendas se convierten en el símbolo de una casa “bien hecha”.

Desde los pobladores se observa un proceso de apropiación de los cambios en una búsqueda de incorporarse a la nueva realidad. En comunidades donde sus valores han sido puestos en crisis durante muchos años y que se encuentran en situaciones sociales difíciles, la resistencia hacia los cambios impuestos se reduce notablemente. Los discursos arquitectónicos oficiales se van asociando a un ascenso de status dentro de la comunidad; hacerse una casa de acuerdo a los nuevos modelos, de alguna manera significa tener más posibilidades que otros, reales o no. Es común ver en muchos poblados como, en algunas casas, hacia el exterior se revoca prolijamente con cal y cemento, y hacia adentro se mantiene la estructura del patio con las terminaciones habituales. Los nuevos materiales comienzan a formar parte del repertorio popular, utilizándolos de acuerdo al canon o reinterpretándolos de acuerdo a la cultura local.

Los cambios se apropian no en forma directa, sino pasados a través de un tamiz propio, desde un punto de vista estético y técnico. Respuestas constructivas que combinan antiguas soluciones y nuevos materiales: muros de adobe y cubiertas de chapa con anclajes defectuosos que obligan a sostenerlas con piedras van transformando el paisaje urbano, dinteles de hormigón armado sueltos en un muro de adobe como supuesto refuerzo estructural o detalles decorativos en las fachadas tomados de las construcciones oficiales y resignificados.

Asociado a toda esta dinámica se observa un proceso donde desde la oficialidad se retoman elementos propios de la arquitectura popular, se oficializan y se legitiman. En base a una valoración estética de lo popular se usan sus motivos "refinándolos" y retirándoles su sentido original. En muchos poblados, de la mano de la creciente actividad turística, se diseminan construcciones en una especie de estilo neovernacular que supuestamente valoriza lo local por retomar materiales y técnicas similares pero por sus configuraciones, escalas y destinatarios son ajenas a la cultura del lugar. El caso de Purmamarca es casi paradigmático en este sentido. Es notable como en los últimos años han proliferado las posadas "autóctonas" para un alto poder adquisitivo que se destacan en la estructura del poblado, transformando el espacio de vida de las comunidades.

El caso de Susques

Para poder observar las cuestiones planteadas en el punto anterior, tomaremos como caso de estudio la localidad de Susques en la provincia de Jujuy. La particularidad del proceso histórico que ha tenido su comunidad, fundamentalmente desde principios del siglo XX, nos permitirá observar la influencia de la arquitectura oficial, y su rol como forma de transmisión de un pensamiento hegemónico, en una comunidad periférica. El hecho de que este proceso sea relativamente contemporáneo permite que tengamos documentación clara.

Si revisamos brevemente la historia de Susques anterior al período que analizaremos, veremos que formó parte del territorio boliviano con posterioridad al proceso de independencia de las colonias americanas. A partir de la Guerra del Pacífico, la región se incorporó a Chile hasta que en el 1900, con el laudo Buchanan, pasó al territorio argentino. Cabe remarcar que en toda esta etapa, ni Chile, ni Bolivia, tuvieron una especial dedicación sobre este territorio puneño. Más allá de la designación de representantes del Estado dentro de las comunidades, no existieron políticas activas sobre el territorio por parte de estos países. Ya en aquella época la Puna era un territorio marginal desde las concepciones centralistas imperantes. Argentina, particularmente, tampoco tuvo un interés especial en la región. A diferencia de lo ocurrido con el Chaco o la Patagonia, donde el Estado utilizó su maquinaria para anexarlos, la Puna de Atacama se incorporó a partir de la diplomacia.

En ese momento se crea el Territorio de Los Andes, que se mantendría hasta 1943, y Susques se convierte en capital del departamento del mismo nombre. La creación de la nueva gobernación se da en el contexto de la consolidación del Estado argentino y ampliación territorial propia de la generación del ochenta, período en que se duplicó el territorio bajo soberanía argentina (Benedetti 2003).

El primer Gobernador del nuevo territorio, el general Daniel Cerri, diría sobre Susques en su recorrida por la región:

> *"En Susques o Coranzuli no hay ni que pensar; son puntos extremos sin esperanzas de un porvenir más o menos lejano. No viven allí más que cabras, llamas y algunas ovejas..."*. (Cerri 1903)

Con juicios como éste se fue construyendo el discurso oficial sobre la región. Una tierra inhóspita, sin futuro, sin recursos, donde sus habitantes, huraños por cierto, no hacen más que sobrevivir en una naturaleza imposible (Haber 2000). Esta mirada de incomprensión hacia las particularidades de la región, construida desde los centros de poder se mantiene, con matices, hasta el día de hoy. Sobre esta base de desvalorización se construyen las políticas públicas sobre la región y se toman decisiones.

El Estado debía incorporar el nuevo territorio a la Nación y al mismo tiempo llevar la "civilización" a estas tierras marginales. Una de las herramientas importantes fue la escuela, que se abre en Susques en 1907 (Benedetti 2003). El colegio significó un cambio considerable en las prácticas de la comunidad. Si antes la población vivía distribuida en el territorio dedicada a las actividades pastoriles, a partir de su introducción, parte de cada familia debió instalarse en el poblado para el cuidado de los niños, en un proceso que se fue intensificando poco a poco a medida que el sistema educativo se iba consolidando.

Hoy en día Susques cuenta con un colegio para el EGB, un polimodal y un jardín de infantes. El EGB, ubicado desde hace años justo frente a la Capilla, tiene una configuración de patios con las aulas en el perímetro. La mampostería es de adobe, con algunos agregados dispersos de estructuras de hormigón armado, y cubiertas de chapa con vigas reticuladas. Durante este año se agregó una nueva sala sobre el frente del edificio, se derribaron los muros de adobe para reemplazarlos por otros de ladrillos comunes, con mortero de cemento y cal; las carpinterías son industriales, la cubierta de chapa y el cielorraso de machimbre de pino, desconociendo completamente las tradiciones locales y mostrando como el proceso de oficialización es absolutamente actual y no sólo propio de otras épocas. El edificio del polimodal sigue una configuración compacta donde las aulas se distribuyen a lo largo de pasillos y está construido con el mismo reparto de materiales: ladrillos cerámicos, chapa y cielorrasos plásticos; en síntesis, el mismo edificio escolar que podríamos encontrar en cualquier lugar del país. Algo similar ocurre con el jardín de infantes. Esto significa que si consideramos una escolaridad completa, un niño de Susques pasará buena parte de su jornada en estos edificios durante al menos 14 años. Durante todo este tiempo el espacio en el que se moverá estará en franca contradicción con su vivienda familiar.

Es en lo más jóvenes donde el nuevo mensaje prende con mayor facilidad, asociado a la necesidad de pertenecer a un mundo que se muestra más atractivo que el propio. Para los mayores de la comunidad queda el rol de reservorio del conocimiento, que poco a poco se va perdiendo junto con ellos ante la falta de continuadores. Se diluye el rol del maestro que transmite sus conocimientos a las siguientes generaciones.
El proceso de aculturación de la comunidad se intensificó durante la década del noventa debido a un factor externo. La apertura del Paso de Jama hacia Chile significó que una comunidad que históricamente había estado aislada, en poco tiempo pasara a estar dentro de un sistema de comunicaciones a escala del Mercosur. La aduana, con su oficialidad arquitectónica, se ubicó dentro del poblado desequilibrando la estructura urbana y provocando que decenas de camiones se distribuyan en sus calles. Desde la misma desvalorización de las voluntades de la comunidad, el obrador de la empresa que construyó la ruta hacia Jama, se instaló en el centro del pueblo convirtiéndolo casi en un patio trasero de la obra con sus galpones, maquinarias y oficinas.
A esto deben sumarse el resto de las construcciones oficiales: hospital, vialidad nacional, comisaría y las mencionadas escuelas. El edificio de la Comisión Municipal es un caso particular.



Figura 1
El primer plan de ocho viviendas realizado en el año 2001.



Figura 2
Sector de una de las viviendas tradicionales. El patio es el espacio donde se desarrollan la mayor parte de las actividades familiares.

Durante los noventa se demolió el existente, construido en adobe con torta de barro y paja, para reemplazarlo por uno en base a un tinglado de chapa. Cuando se le pregunta a los pobladores respecto al cambio, las respuestas circulan alrededor de la necesidad de uno más “moderno”. Nunca termina de quedar demasiado claro cuál es el significado de ese concepto.
Hoy en día el edificio está compartido con la sede de un banco privado, justo enfrente de la Capilla. La construcción recurre a un lenguaje propio de la arquitectura bancaria con ligeras voluntades de adecuación a lo vernáculo.

En los últimos años se comenzaron a desarrollar planes de vivienda social con las bases que hemos planteado anteriormente: la imposición de configuraciones ajenas al lugar y a los modos de vida de su población, aunque con la voluntad de utilizar parcialmente materiales regionales. Los modelos utilizados son de tipo compacto basados en esquemas urbanos de dos o tres ambientes, casi opuestos a la organización tradicional en base a un patio irregular. En este patio es donde las familias desarrollan prácticamente la totalidad de sus actividades diarias. Si se piensa en la cantidad de miembros y generaciones que compone cada familia, se hace evidente que el esquema planteado no da respuestas adecuadas en lo habitacional, aunque sí consigue imponer un discurso que se reproduce.

En el primero de los planes, realizado en el año 2001, consistente en ocho viviendas, las cubiertas son de chapa de cinc sin ningún tipo de cielorraso, hoy en día varias la han perdido sin que hayan llegado a utilizarse. En el segundo, de cinco viviendas, se tomaron más en cuenta los materiales locales con techos de torta de barro, aunque los esquemas siguieron siendo externos a la comunidad. Los muros de adobe se revocaron y pintaron con un color “similar al de la tierra” y las bases de piedra se blanquearon, desestimando la estética de las viviendas locales. Cabe preguntarse en estos casos, cual es el rol de las políticas de vivienda y sus exigencias respecto a como debe ser una casa.

Según el último censo de población (2001) en el departamento de Susques más del 60% de las viviendas son categoría CALMAT IV[1], solo el 1,2% (nueve edificios) fueron consideradas totalmente resistentes; no hace falta explicar cuales son esos nueve y como está construido el otro 60%. La construcción con tierra se va asociando, poco a poco, a rancho, pobreza y atraso y el mensaje baja a la comunidad.

Si observamos hoy la situación de Susques nos encontramos con un choque de intereses. Por un lado aquellos pobladores que reconocen los valores de su cultura y buscan que se sostengan, y por el otro aquellos que avalan los cambios en la creencia de que realmente representan un progreso. En cualquier caso, ambos grupos son dependientes de la actitud que se toma desde la oficialidad. Una mirada rápida por el poblado, nos mostrará como los materiales industrializados y las nuevas configuraciones han prendido con rapidez, transformando tanto la arquitectura como las prácticas locales. Cualquier cambio que se pretenda en la realidad actual no debería estar relacionado sólo con los objetos materiales, sino también con los discursos que se emplean desde el poder. No se trata simplemente de pretender una inmovilidad de la población en su situación tradicional, pero sí que en el desarrollo de políticas para las comunidades se tengan en cuenta sus valores y necesidades.

Citas y Notas

[1] “La vivienda presenta materiales no resistentes ni sólidos o de desecho al menos en uno de los paramentos”. Fuente INDEC www.indec.gov.ar

Bibliografía

*BENEDETTI, Alejandro (comp.) *Puna de Atacama: sociedad, economía y frontera*. Editorial Alción. Córdoba. 2003.
*BERTRAND, A. *Memoria sobre las cordilleras del Desierto de Atacama i rejiones limístrofes.* Santiago. 1885.
*BOLSI, Alfredo y Ramón GUTIERREZ. "Susques: Notas sobre la evolución de un pueblo puneño" En: *Documentos de Arquitectura Nacional Nº 2.* Departamento de Historia de la Arquitectura, Facultad de Ingeniería, Vivienda y Planeamiento, Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia. 1974.
*BOMAN, Eric. *Antigüedades de la región andina de la República Argentina y del desierto de Atacama*. Universidad Nacional de Jujuy. 1908.
*CERRI, Daniel. *El Territorio de Los Andes (República Argentina). Reseña geográfica descriptiva por su primer Gobernador, el General Daniel Cerri*, Penitenciaría Nacional. Buenos Aires, 1906.
*HABER, Alejandro. "La mula y la imaginación en la arqueología de la puna de Atacama: una mirada indiscreta al paisaje". En: *Tapa 19*. Laboratorio de Arqueología e Formas Culturais, IIT, Universidade de Santiago de Compostela. 2000.
*IPARRAGUIRRE, Gonzalo. *Temporalidad oficial y etnotemporalidad entre los indios mocovies*. 2006. Texto inédito.
*TOMASI, Jorge. *Transformaciones urbanas y vivienda en Susques, Jujuy*. Seminarios de Crítica. Nro. 149, 4 de Noviembre de 2005. Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas (IAA), Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Universidad de Buenos Aires. www.fadu.uba.ar/sitios/iaa/critica/0149.pdf
*VIÑUALES, Graciela. "La arquitectura de tierra en la región andina". En: *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas 27-28*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. 1991.

Jorge Tomasi

Arquitecto recibido en la Universidad de Buenos Aires donde se desempeña como docente en la cátedra Aboy (ex Ramos) de Historia de la Arquitectura. Desde el año 2003 investiga sobre las relaciones entre arquitectura y comunidad en el departamento de Susques en la Puna de Atacama, tema sobre el que ha realizado presentaciones en congresos y artículos. A partir del año 2005 coordina el proyecto “Puna y Arquitectura” con el que se busca un intercambio de experiencias entre estudiantes de la carrera y las comunidades puneñas. Es miembro del IAA y del CEDODAL y actualmente becario doctoral del CONICET.

COMISIONES



Normalización:
Estado de la cuestión

3.1

DESARROLLO Y GESTIÓN PARA LA HOMOLOGACIÓN DEL SISTEMA "MURO MONOLÍTICO CON SUELO ESTABILIZADO" DESDE UN ÁMBITO UNIVERSITARIO

Juan Carlos Patrone*, Adriana Beatriz García*, Enrique Nigro, Juan Pablo Mazzeo
Facultad Regional Avellaneda de Universidad Tecnológica Nacional-LEME -Dpto. Ingeniería Civil - San Vicente 206 – Villa Dominico-Pcia. Bs. As. Argentina - Tel. 54-11-4353-0220 - int. 118
leme.civil@fra.unt.edu.ar; dgquality@speedy.com.ar; arqpa@yahoo.es

Palabras clave: muro monolítico – certificación - vivienda de interés social

Resumen
El trabajo se desarrolla dentro del marco del convenio entre la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional y el Arquitecto Juan Carlos Patrone firmado el 06 de diciembre de 2005, sobre la titularidad del Proyecto de Investigación y desarrollo "Muro Monolítico con Suelo Estabilizado", homologado por la Universidad Tecnológica Nacional el 20 de marzo de 2006 con el N° CCINAV483H.
Se planifica la priorización durante el año 2006 del desarrollo de la gestión y gerenciamiento ante la Subsecretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación, con el objetivo de lograr la obtención del Certificado de Aptitud Técnica, sobre el sistema constructivo (elemento muro monolítico) con el cual se construyó la vivienda de Interés Social en un predio del Municipio de Florencio Varela con el sistema "Conjunto de Elementos Compatibles Modulados Reutilizables" y financiación del mismo Municipio.

Objetivo
En esta fase se fija como objetivo principal la gestión y el desarrollo metodológico destinado a la homologación del sistema desde el ámbito Universitario.

Antecedentes
- El prototipo de Vivienda de Interés Social, construido en Florencio Varela por el Arq. Juan Carlos Patrone.
- El sistema "Conjunto de Elementos Compatibles Modulados Reutilizables" - Mariano Cabezón, Juan Carlos Patrone (Examen de Fondo en curso para el certificado del Modelo de Utilidad - INPI)
- El proyecto de investigación "Muro Monolítico con Suelo Estabilizado" Nº CCINAV483H (A004) 20-03-2006

Desarrollo
- Realizar la gestión y gerenciamiento necesario para la homologación del sistema.
- Desarrollar las dosificaciones apropiadas para la obtención de los suelos seleccionados y estabilizados con cales y cementos, más aptos para la construcción de muros monolíticos, con la utilización de suelos extraídos de canteras del Gran Buenos Aires.
- Continuar con los ensayos necesarios para la homologación del sistema, sobre la base del avance realizado en el año 2005 en el Laboratorio de Ensayos de Materiales y Estructuras de la FRA-UTN (1)

Realizados los ensayos para la identificación de materiales funcionales al proyecto y la posterior caracterización físico-mecánica de los suelos a utilizar, nos permite en esta fase del trabajo de investigación, abocarnos a la planificación y diseño de los ensayos normalizados necesarios y la preparación de la documentación requerida por el organismo, para la obtención del CAT - Certificado de Aptitud Técnica.

Introducción

A partir del prototipo de vivienda de interés social construido por el Arq. Juan Carlos Patrone en un predio del Municipio de Florencio Varela (Fig. 1), con financiación del mismo Municipio, la utilización en su construcción del sistema "Conjunto de Encofrados Compatibles Modulados Reutilizables para Suelo Cemento Compactado, procedimiento del encofrado y elementos constructivos resultantes del conjunto y su procedimiento" (Examen de Fondo en curso para el certificado del Modelo de Utilidad N° M020103152- INPI), el desarrollo posterior del Proyecto de Investigación "Muro Monolítico con Suelo Estabilizado" N° CCINAV483H, que fue homologado por la Universidad Tecnológica Nacional el 20-03-06 y a sugerencia del Secretario de Obras y Servicios Públicos del Municipio de Florencio Varela Arq. Tomas Vanrell, se inician las gestiones ante la Subsecretaria de Desarrollo y Vivienda de la Nación.

En función de las mismas y dentro del marco del Proyecto de Investigación y desarrollo mencionado se decide priorizar la planificación de las actividades para la obtención del Certificado de Aptitud Técnica.

Hoy nos encontramos realizando ensayos mecánicos sobre muestras moldeadas con suelo extraído de la misma tosquera con que se construyo la vivienda y muestras de suelo-cemento elaboradas reproduciendo la dosificación utilizada en la construcción en el prototipo vivienda Florencio Varela.



Fig. 1 - Foto Prototipo de Florencio Varela

Desarrollo

Con la aprobación el proyecto de investigación y su posterior homologación por parte de la Universidad Tecnológica Nacional nos hemos abocado en una primera etapa a identificar canteras de la provincia de Buenos Aires que por sus características:

- Facilitaran la obtención y utilización de suelos técnicamente aptos para ser aplicados al desarrollo de muros monolíticos construidos con suelo estabilizado y que,
- Resultarán accesibles en cuanto a su provisión especialmente por las distancias a la que se encuentran dichas canteras de la zona de emplazamiento de la construcción.

Durante esta etapa se efectuaron "ensayos de campo" (2) y ensayos de caracterización normalizados (3) para lograr la clasificación o tipo de suelo obtenidos.

Algunos resultados promedio, obtenidos puede observarse en el cuadro comparativo indicado los ensayos realizados para la determinación de constantes físicas y clasificación canteras ubicadas en las zonas de Brandsen y Echeverri de la provincia de Bs. As. (Tab. 1 y 2)

Resultados	Cant. Brandsen	Cant. Echeverri
Límite líquido (LL)	40.6	44.7
Límite plástico (LP)	31.0	28.6
Índice de plasticidad (IP)	9.6	16.1

Tab. 1- Constantes físicas de suelos de dos canteras de la Pcia.Bs.As.

Ensayo de Granulometría	Cant. Brandsen	Cant. Echeverri
Resultados	(% que pasa)	
Tamiz Nº 4	92	99
Tamiz Nº 10	89	98
Tamiz Nº 40	85	92
Tamiz Nº 200	64	77

Tab. 2- Distribución granulométrica de suelos de dos canteras de la Pcia.Bs.As.

Se realizaron asimismo ensayos para la determinación de densidad máxima de compactación y humedad óptima de las mismas canteras (Tab. 3) para el logro de un mejor comportamiento de suelos en la colocación en los encofrados.

Resultados	Cant. Brandsen	Cant. Echeverri
Densidad Seca Máxima (kg/m^3)	1430	1450
Humedad óptima (%)	29,5	28.6

Tab. 3- Densidad máxima de compactación – Humedad Optima de suelos

Durante este período nos abocarnos a la planificación de etapas, diseño de los ensayos normalizados necesarios y preparación de la documentación requerida por la Subsecretaria de Desarrollo y Vivienda de la Nación, para la obtención del CAT - Certificado de Aptitud Técnica (4), incluyendo:

- Análisis de ensayos solicitados por el organismo para el CAT
- Planificación ensayos para el CAT
- Análisis de Requisitos de ensayos
- Investigación de ensayos en casos de estudio similares
- Especificación de materiales a utilizar (provisión)
- Diseño de metodología para resguardo y almacenaje
- Caracterización del material seleccionado y utilizado en el prototipo

Se ha comenzado la etapa de aplicación de técnicas de estabilización de suelo con aglomerantes como el cemento y la cal modificadores de las características del suelo, que posibilitan la obtención de materiales de mejor calidad. Estas técnicas se vienen investigado y desarrollado para construcciones viales en todo el mundo obteniéndose buenos resultados en la construcción de subbases de caminos.

En principio hemos comenzado con el estudio de suelo aplicando diferentes porcentajes de cemento pórtland. En la Fig. 2 se pueden observar curvas comparativas con los resultados promedio de ensayos a la compresión sobre probetas moldeadas (50 mm x 100 mm) curadas en ambiente de laboratorio y ensayadas a la edad de 7 días.

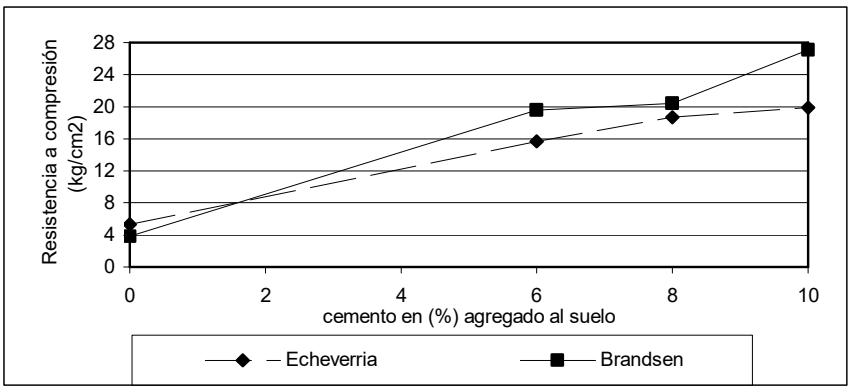


Fig. 2 – Relación Resistencia a la compresión y por ciento de cemento agregado al suelo

De los resultados obtenidos se desprende un incremento considerable de la resistencia con la adición de cemento, siendo mas notable la mejora en el comportamiento del suelo extraído de la zona Brandsen (aprox. 36% para un 10% de cemento y más del 20% para un porcentaje del 9% similar al utilizado en obra)
Hoy nos encontramos realizando ensayos de resistencia a la compresión sobre probetas de 100 mm x 200 mm moldeadas en campo con suelo extraído de la misma tosquera con que se construyo la vivienda y probetas con suelo cemento con la misma dosificación utilizada en la vivienda a fin de evaluar dispersiones en los resultados laboratorio – campo.
Estos ensayos en promedio sobre suelo seleccionado han logrado los resultados a la edad de 7 días similares a los obtenidos con probetas moldeadas en laboratorio (aprox. 4 kg/cm^2).
Se encuentran en ensayo las probetas moldeadas en campo sobre mezclas suelo y 9% de cementos utilizada en la construcción del prototipo. En la Fig. 3 podemos observar parte de las muestras ensayadas en laboratorio.



Fig. 3 Muestras ensayadas a la compresión en laboratorio

Dentro de las gestiones que estamos realizando, mantenemos contacto con representantes de CECOVI de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional, quienes nos han transmitido su valiosa experiencia en torno a la utilización de suelo-cemento en la construcción de vivienda de interés social.
Continuaremos con la etapa de ensayos necesarios para la homologación del elemento constructivo “muro monolítico con suelo estabilizado”, preparando asimismo:

- Adaptación del equipamiento e instrumental de laboratorio para su realización.
- Preparación de los modelos, previo tratamiento del suelo adquirido.
- Implementación de los ensayos
- Registro fotográfico

Consideraciones Finales
Se ha propuesto el desarrollo experimental de sistema de placas monolíticas con suelos modificados como unidad de construcción de viviendas de interés social.
Se procura disponer de un sistema constructivo de baja complejidad tecnológica, fácil elaboración, bajo costo, bajo impacto en el medio ambiente y con buena aislación e inercia térmica, que pueda ser utilizado con mano de obra intensiva, requiriendo una mínima capacitación para su aplicación. Estos atributos posibilitarían la tipificación del sistema para la autoconstrucción. (5)
Los trabajos realizados requieren para continuar avanzando del aval de un organismo oficial y así lo han comprendido las autoridades de Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional donde nuestro grupo de investigación desarrolla los trabajos.

Esto implicará además de los puntos ya explicados la preparación e implementación de pautas para el cumplimiento de los demás requisitos para la obtención de dicho certificado.
El desarrollo de productos cuyos materiales componentes sean de fácil obtención y bajo costo es cada vez más necesario debido a los problemas habitacionales que se aprecian en países como el nuestro. El estudio y aporte de la Universidad Tecnológica Nacional en este sentido puede ser generador de mejoras en la calidad de vida de la población.

Notas y citas

1 - Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional.
2 - Ensayos rápidos que permiten estimar en campo algunas características propias del material. Extraído contenidos del Seminario Taller de construcción con tierra-Arq. R. Rotondaro – Arq. Rafael Mellace - junio-04- Santa Fe
3 - Ensayos para la clasificación de suelos según Normas IRAM: Suelos y Agregados y Normas Dirección Nacional de Vialidad
4 - De acuerdo al instructivo para la certificación de elementos constructivos emitido por la Subsecretaria de Desarrollo y Vivienda de la Nación
5 - **Agradecemos al Secretario de Obras y Servicios Públicos de Florencio Varela Arq. Tomas Vanrell y la valiosa colaboración del técnico especializado Sr. Pedro Davio, becario Sr. Mauro Casal en la ejecución de ensayos de laboratorio LEME – UTN FRA y operario en Florencio Varela Sr. Lorenzo Hoyos**

Bibliografía

*MERRIL Antony F.. **Casas de Tierra Apisonada y Suelo Cemento**. Windsor. Argentina. 1949.
*TERZAGHI, Karl- PECK, Ralph B.. **Mecánica de Suelos.** El Ateneo. Argentina
*JIMÉNEZ SALAS, José A. – **Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones en la Tecnología**. Dossal España.
*MINKE Gernot. **Manual de Construcción en Tierra**. Nordan Comunidad. Uruguay,2001.
*BOWLES, Joseph E**. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil** Mcgraw-Hill Latino Americana S.A.
*OTTAZZI PASINO Gianfranco- MARTINS NEVES, Celia M.- Bargas Neumann, Julio- Ribas Hermelo, José-
*RAMOS Angel San Bartolomé, SUELY DE SILVA Guimaraes. **Recomendaciones Para la Elaboración de Normas Técnicas de Edificaciones de Adobe, Tapial, Ladrillos y Bloques de Suelo Cemento.** CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología Para el Desarrollo. Ediciones Gráficas E.G. Bolivia. 1995
*BERRETTA, Horacio - GATANI, Maria. **Ladrillos de Suelo Cemento**. Publicación del Centro Experimental de la Vivienda Económica. Córdoba, Argentina
*INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO. **Construcción con Suelo Cemento**. Publicación. Buenos. Aires., Argentina, 1993.
*MARTINS NEVES, Celia M.- OBEDE BORGES, Faria- ROTONDARO, Rodofo- CEVALLOS SALAS, Patricio,
*HOFFMANN, Márcio. **Selección de Suelos y Métodos de Control en la Construcción con Tierra.** Prácticas de Campo. Publicación PROTERRA- Proyecto de Investigación XIV.6. Mayo, 2005
*MARTINS NEVES, Celia M., Mellace, Rafael F. Publicación del **3er. Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra** "La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat" Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina. Sept. 2004.
*MARTINS NEVES, Celia M. Publicación del **1er. Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra** "Anais". Salvador Bahía Brasil.Sept.,2002.
*PATRONE, Juan Carlos- GARCIA, Adriana Beatriz- NIGRO, Enrique, MAZZEO, Juan Pablo **"Muro Monolítico con Suelo Estabilizado"** en la publicación Construcción con Tierra 1, Centro de investigación Habitad y energía, Argentina, 2005.
*PATRONE, Juan Carlos "Gestión y Desarrollo en la Construcción de la Vivienda de Interés Social con empleo de suelo estabilizado" en la publicación Construcción con Tierra 1 –Argentina, 2005
Ministerio de Economía y Servicios Públicos- ***Normas de Ensayo Dirección Nacional* de *Vialidad***
*IRAM- **Normas IRAM** referidas a Suelos y Agregados.
Subsecretaria de Desarrollo y Vivienda de la Nación - **Estándares mínimos de calidad para viviendas de Interñes Social,** 2000
*Subsecretaria de Desarrollo y Vivienda de la Nación -**Instructivo para la tramitación del certificado de aptitud técnica de un elemento constructivo.**

Juan Carlos Patrone

Arquitecto FADU–UBA, trabaja desde 1976 en forma independiente y en empresas y organismos estatales en proyecto, dirección y construcción de edificios. Curso el Programa de Actualización en Diseño Bioambiental FADU–UBA 2000, iniciando luego investigaciones sobre arquitectura y construcción con tierra. Integra desde su inicio el Grupo Construcción con Tierra (gCT) del Centro de Investigación Hábitat y Energía - FADU – UBA con quienes organiza el 1er Seminario Taller Construcción con Tierra FADU –UBA 2004. Firma un convenio de Titularidad con la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional sobre el Proyecto de Investigación "Muro Monolítico con Suelo Estabilizado". Actualmente, se encuentra a cargo de la construcción del prototipo de vivienda del Municipio de Florencio Varela, integra como Investigador Particular el Proyecto de Investigación "Muro Monolítico con Suelo Estabilizado" de FRA-UTN y colabora con el CIHE- FADU-UBA en el Grupo de Construcción Sustentable. Correo electrónico: arqpa@yahoo.es - tel. 011 4253-1651

Adriana Beatriz García

Ingeniera en Construcciones, tesista de la Maestría en Docencia Universitaria con orientación científico-tecnológica UTN y docente investigadora en FRA-UTN, con funciones como Jefe de trabajos Prácticos en LEME y la cátedra Tecnología del Hormigón. Docente titular de Morteros y Hormigones en la carrera Técnico Vial del Prof. Técnico de la UTN en convenio con Vialidad Nacional. Asesora especializada tecnología de materiales de construcción y sus patologías con una experiencia de veinte años en desarrollos en obras edilicia y en obras viales con evaluación de suelos. .Posgrado en Gestión de la Calidad Universidad de Gral. San Martin – DGQ Auditora en gestión de la calidad (DGQ-Deutsche Gesellshaft für Qualität- EOQ European Organization for Quality) especialmente ha desarrollado actividades en la construcción, educación, recursos humanos y salud en organizaciones privadas y públicas (GCABA y Nación). Autora de publicaciones y cursos en los temas mencionados. Codirectora del equipo de investigación que desarrolla el proyecto "Muro monolítico con suelo estabilizado" en el LEME – Facultad Regional Avellaneda de la UTN. Correo Electr. abgarcia@fra.utn.edu.ar ó dgquality@speedy.com.ar

Enrique Nigro

Ingeniero en Construcciones y docente investigador FRA-UTN. Jefe del Laboratorio de Ensayo de Mariales y Estructuras LEME de la Facultad Regional Avellaneda de la UTN. Auditor en gestión de la calidad, gestión ambiental y sistemas integrados en organizaciones en el país e internacionalmente. Integrante del equipo de investigación en el proyecto "Muro monolítico con suelo estabilizado" en el LEME – Facultad Regional Avellaneda de la UTN Correo Electr. enigro@fra.utn.edu.ar

Juan Pablo Mazzeo

Alumno de Ingeniería Civil FRA-UTN. Desempeña actividades como becario en el Laboratorio de Ensayo de Mariales y Estructuras LEME de la Facultad Regional Avellaneda de la UTN desde el año 2004 a la fecha. Integrante del equipo de investigación en el proyecto "Muro monolítico con suelo estabilizado" en el LEME – Facultad Regional Avellaneda de la UTN. Correo Electr. juanpmazzeo@yahoo.com.ar

3.2

LA LISTA DE CORREO ARQUI-TERRA Y LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN ESPAÑA

José María Sastre Martín
Arqui-terra - Valladolid.- España.
Email: jsastrem@terra.es

Palabras clave: difusión – sostenibilidad - normativa

Resumen
Internet es un instrumento eficaz para la difusión y puesta en valor de la construcción con tierra, y una de las herramientas de Internet son las listas de correo como “Arqui-terra” y “Arqui-terra Fotos”. Se explica el funcionamiento de ambas listas.

Se ofrece un breve panorama de la construcción con tierra en España, empezando por uno de los escasos ejemplos recientes de viviendas en tierra en España, las viviendas bioclimaticas de Amayuelas, que incorporan las diferentes técnicas de la construcción con tierra, tecnologías de ahorro de energía y persiguen la sostenibilidad social del mundo rural.

A continuación se exponen los primeros pasos de dos iniciativas que intentan sentar las bases para que se vuelva a utilizar la tierra en nuevas edificaciones en España: la constitución de una comisión dentro de AENOR, la entidad que regula la normativa en edificación en España para redactar una norma sobre construcciones con tierra, y el nacimiento de una asociación de municipios en España que sigue el ejemplo de la constituida en Italia “Associazione Nazionale Città della Terra Cruda”, con el fin de difundir, poner en valor y preservar el inmenso patrimonio construido en tierra de las zonas rurales.

Desarrollo

¿Qué es una lista de correo?

- -Es un instrumento de comunicación a través de Internet. Uno de los más usados.
- -Personas de diferentes lugares del mundo están en contacto.
- Difunden información, piden y dan ayuda.
- Anuncian actividades y eventos en todos los lugares.
- Intercambian fotos.

¿Cómo funciona?

- Diversos servidores y empresas de Internet (Yahoo, MSN, eListas, etc.) alojan listas o grupos.
- Alguien crea la lista, el administrador.
- Se tarda poquito tiempo. No es necesario saber de Internet.
- Los demás se apuntan.

Diferentes tipos de listas.

- Boletines o revistas:
  -El administrador envía la información.
  -los demás solamente la reciben.
- Album de fotos: parientes de diferentes partes del mundo intercambian fotos.

- Listas normales: todos pueden opinar, preguntar y contestar.

Listas públicas y privadas:

- Hay listas abiertas a todo el mundo (cualquiera puede apuntarse), o
- Cerradas, para un grupo o colectivo determinado (Album familiar de fotos).
- Supervisadas: cualquiera puede apuntarse pero los nuevos incorporados tienen un periodo de prueba.

¿Cuál es el funcionamiento normal?
-Alguien manda un mensaje con su correo electrónico por ejemplo en Madrid, a las 13 h. a "Arqui-terra".
-Un minuto después, a las 6,01 (hora local), es recibido el mensaje en Lima.
-También en los EEUU, en Marruecos, en Suiza, en Brasil.
-Al mismo tiempo, en cualquier lugar del mundo, en las selvas de Chiapas, o en la universidad politécnica de Madrid, sin pagar sellos, sin que se pierda la carta, sin que tarde en llegar varios meses.

¿Qué recibe al mismo tiempo cada uno de los más de 800 inscritos en la lista de correo de Arquitectura de Tierra "arqui-terra", de casi todos los países latinoamericanos, de España, Portugal, Italia, Francia, Suiza, Marruecos o EE.UU.?

» **Un mensaje de correo electrónico:**

» **Enviado:** miércoles, 17 de agosto de 2005 0:55
» **Asunto:** [arqui-terra] II Jornadas de Arquitectura en Tierra en Cuenca de Campos.
»

» ----- Mensaje original ----- **De:** José Luis Sáinz Guerra
» **Para:** Jose Maria Sastre
» **Enviado:** martes, 16 de agosto de 2005 14:15
» **Asunto:** Re: Jornada en Cuenca de Campos.

» Estimado amigo:
» Te mando el programa definitivo, que espero que no varíe ya mucho.
» Muchas gracias.
» Un saludo
» José Luis Sáinz Guerra

A través de los mensajes se difunden todo tipo de eventos y actividades, (que luego son recirculados por otros boletines o páginas web), así como técnicas y soluciones relacionadas con la construcción con tierra y se plantean y resuelven cuestiones o dudas. Constituye además una plataforma para el conocimiento de los profesionales que trabajan en cada país, y para la difusión de la técnica entre expertos y neófitos, entre el investigador avanzado y el estudiante.

Además del gran caudal de información sobre personas, centros de investigación, maquinarias, materiales, técnicas, etc., vinculadas a la tierra, almacenado en sus cerca de 2.700 mensajes a lo largo de casi 6 años de existencia, del que se podría conseguir un mayor aprovechamiento

clasificando, procesando y ordenando esa información, labor que supera la capacidad del autor de esta idea, y para la que quiere pedir la ayuda de los esforzados arqui-terros, la lista tiene una pagina web asociada, www.elistas.net/lista/arqui-terra, (ver imagen nº 1) , menos utilizada y conocida por los usuarios, desde la que se puede acceder a todos los mensajes y con capacidad de almacenar fotos, artículos, tesis, plantear encuestas y difundir eventos.

Otra lista de correo: "Arqui-terra Fotos".
Si arqui-terra es un instrumento para el intercambio de información, "Arqui-terra Fotos", más reciente y pequeña, con parecidas características y funcionamiento, pero mayores potencialidades para el almacenamiento de imágenes, sirve para la confección y difusión de albums de fotografías de construcciones con tierra de todo el mundo.

Ver http://groups.msn.com/Arqui-terraFotos e imagen nº 2.

Características de la construcción con tierra.
- En todas las culturas
- En todas las zonas geográficas.
- En el entorno rural y urbano
- En todos los tiempos
- Utiliza un material abundante
- Fácil obtención y manipulación a pie de obra
- Amplia tradición vernácula, basada en la experiencia.
- Carácter artesanal
- Logró dar soluciones a las necesidades técnicas, estéticas, de confort físico del hábitat humano.
- Le proporciona un confort emocional.

Las debilidades actuales.
- Abandonadas en todos los países
- Sustituidas de manera no pensada por otras soluciones constructivas "modernas"
  - Un único material con múltiples funciones por varias capas cada una con una única función y mal utilizadas.
- Olvidado lecciones del pasado de sabios constructores y maestros de obra.
- Rompiendo siglos de armonía con el entorno y medio ambiente.

Ventajas de la tierra cruda en el entorno rural.
- Sostenibilidad energética.
- Sostenibilidad medioambiental
- Conservación y revalorización del patrimonio monumental
- Conservación de la arquitectura rural
- Mantenimiento de los oficios y costumbres tradicionales.

Movimientos de renovación.
- En países desarrollados:
  - Australia, Nueva Zelanda.
  - Estados Unidos.
  - Alemania, Reino Unido.
  - Francia: Craterre-Eag (Escuela de Arquitectura de Grenoble), desde los años 70.

  - Italia, España, Portugal
- En países en desarrollo:
  - En países latinoamericanos: Prensa Cinva-ran (BTC), Programas Habiterra y Proterra del CYTED.
  - En países africanos y asiáticos: Egipto (Hassan Fathy), India.

La Construcción con tierra en España.

España cuenta con un amplio patrimonio monumental construido en todo o en parte con tierra, como la Alhambra de Granada, numerosas fortalezas y recintos amurallados en gran parte de origen musulmán e iglesias de tierra, además de un amplísimo y valioso patrimonio de arquitectura tradicional en tierra en pueblos y cascos históricos de las ciudades, que hasta casi la mitad del siglo XX utilizaba ese material, con cientos de pueblos construidos totalmente en tierra cuyas viviendas progresivamente empezaron a utilizar otros materiales por la asociación de la tierra con la pobreza, pero con prototipos emblemáticos que perduran como los palomares de la Tierra de Campos, comarca de la región de Castilla y León con mayor concentración de municipios de tierra.

Grupos de investigación y desarrollo de la Construcción con tierra en España:

-Fundación Navapalos- Interacción. Creada a principios de los 80 por Erdhard Rhomer.
Centro de investigación materiales y técnicas tradicionales, ahorro de energía, arquitectura sostenible. Vinculado a la reconstrucción del pueblo abandonado de Navapalos, en la provincia de Soria, no concluso. Actividades de construcción de viviendas en países en desarrollo.
-CIAT, Centro de Investigación de la arquitectura tradicional de Bodeguillas, vinculado a la escuela de arquitectura de la Politécnica de Madrid.
-Grupo Tierra de la Escuela de Arquitectura de Valladolid.
-Esfuerzos individuales en diferentes escuelas de arquitectura (Cataluña, Alcalá, Canarias, Sevilla) e ingeniería.
-Municipio Ecológico de Amayuelas de Abajo- Cooperativa Entramado.
-Restauración del patrimonio tradicional en tierra (casas, palomares, tapias, bodegas, lagares)
- Restauración del patrimonio monumental en tierra, iglesias y fortificaciones.
-Nuevas construcciones en tierra: Teatro de Balaguer, construcción de 10 viviendas bioclima ticas en Amayuelas, viviendas unifamiliares
-Actividades de formación y difusión en diferentes municipios de Castilla y León: Navapalos, Amayuelas, Cuenca de Campos, Santa Eufemia del Arroyo.

El Municipio Ecológico de Amayuelas de Abajo.

Los dos sistemas habituales en la historia, el Adobe y la Tapia, y la moderna evolución de los bloques de tierra comprimidos (BTC) fueron utilizados en las 10 Viviendas bioclimáticas de Amayuelas, además de los ladrillos cocidos usados en el pueblo en las fachadas hostigadas por el viento y la lluvia.

Amayuelas, casi el único ejemplo reciente de un conjunto de viviendas construidas en tierra en España, ha obtenido uno de los Premios Internacionales de Dubai sobre Buenas Prácticas (Hábitat II) para Mejorar las Condiciones de Vida.

Amayuelas era un pueblo muy pequeño (seis habitantes), en una comarca rural y deprimida de España, la Tierra de Campos. Un grupo de personas comprometidas con la revitalización del mundo rural y la agricultura sana y sostenible crearon la sociedad cooperativa “Entramado”, que se propuso la construcción privada de diez viviendas, contando para la redacción del proyecto y dirección de las obras con miembros de una pequeña ONG, Arquitectos Sin Fronteras Castilla y León (entre los que me encuentro). Se incorporaron muros de tapial, adobe,

y BTC, diseño solar activo y pasivo, estructura de madera, materiales de bajo impacto ambiental, con la adición de nuevas tecnologías como energía solar térmica y fotovoltaica, y ancestrales técnicas de calentamiento de las viviendas como son las glorias (sucesoras de las termas o hipocaustos romanos) y de conservación de los alimentos como las fresqueras.

Se finalizaron las obras en septiembre de 2001. La experiencia tuvo ayuda económica de programas europeos. El departamento de Edificación de la Universidad de Valladolid realizó los controles técnicos de los materiales utilizados.

Resultados de la Experiencia

- Se mostró a la comarca un nuevo modelo de construcción participativa:
- 1. Revitalizando un área deprimida, a través de la realización de nuevos asentamientos.
- 2. Implicando a diversos estamentos de forma solidaria, fortaleciendo la participación y nuevos sistemas de cooperación colectiva entre vecindarios y comunidades en la recuperación del espacio social.
- 3. Construyendo de forma respetuosa con el medio ambiente y el paisaje, de forma sostenible.
- 4. Reuniendo antiguas y nuevas tecnologías, y recuperando sistemas constructivos tradicionales, haciéndoles compatibles con niveles de comodidad habituales
- 5. Mostrando que la construcción con barro es posible hoy día, con costes asumibles.
- 6. Recurriendo a la investigación histórica para recobrar modos de construcción tradicionales, como el antiguo sistema de calefacción de “glorias” que fue utilizado hasta el siglo XIX.
- 7. Conociendo nuevos conceptos como el de “energía incorporada” y considerando que el consumo de energía puede ser reducido con una adecuada selección de materiales.

Objetivos logrados:

- Las viviendas, ya construidas y en uso, han supuesto un importante impacto social y económico, al conseguir notables mejoras en los campos siguientes:
  - 1. Cambios en las conductas y actitudes de la población. El tipo de actividad, a través de cooperativa, con ayuda de fondos públicos, etc., ha mostrado una nueva forma de ejercer la participación de los ciudadanos en la recuperación de su espacio social, cultural y público.
  - 2. Recuperación del patrimonio, oficios y sistemas constructivos tradicionales. La construcción con tierra fue perdida totalmente hace 50 años y con ella trabajadores especializados La buena práctica ha conseguido que se recupere esta excelente tradición constructiva, y nuevamente existan técnicos especializados.
  - 3. Dinamización del entorno rural, con mejoras sociales, y creación de puestos de formación y trabajo. Existen 10 nuevas viviendas y sus nuevos ocupantes, que facilitarán el asentamiento de jóvenes que ayuden a recuperar los niveles de población.
  - 4. Ejemplo de la posibilidad de edificación sostenible y compatible con tecnologías energéticas limpias, mostrando cómo se puede trabajar con materiales de bajo impacto ambiental y energías alternativas.
  - 5. Enorme divulgación y valoración de la experiencia. La participación de la población y de los usuarios de la vivienda ha sido completa, tanto en las propias tareas constructivas como en la divulgación y exhibición de la experiencia. Se han realizado numerosos encuentros, jornadas, campos de trabajo, colaboración en exposiciones, etc. Ha sido también muy extendido en la prensa local y nacional. Se ha participado en foros y lugares de encuentro nacionales e internacionales, en proyectos de ecoaldeas, vida sostenible, etc.
  - 6. Se ha impulsado, en el mismo municipio ecológico, interesantes experiencias sobre otros tipos de actividades, como agricultura ecológica, turismo rural, etc., pretendiendo una actividad general que abarque todas las posibilidades del mundo rural.

ELABORACIÓN DE LA NORMA SOBRE "CONSTRUCCIÓN CON TIERRA"

Con el objetivo fundamental de reflejar el estado de la técnica a través de normas españolas se ha creado dentro de AENOR, la entidad encargada en España de la elaboración de diferentes normativas sobre construcción, el Grupo de Trabajo AEN/CTN 41/SC 10 "Construcción con tierra".

Se han celebrado las primeras reuniones, con la asistencia de más de cuarenta personas vinculadas a la administración (ministerio de la vivienda), universidades, institutos de investigación, colegios profesionales, municipios, ONG, constructores, empresas de rehabilitación del patrimonio, albañiles, etc.

Se han creado diferentes comisiones o grupos de trabajo para la elaboración de la norma.
Por el interés que puede suponer la elaboración de normativas sobre construcción con tierra en los diferentes países se detallan los distintos grupos constituídos y sus objetivos.

GRUPO 1. GENERALIDADES

OBJETIVO DEL GRUPO: EN PRIMER LUGAR SE DEBE TRABAJAR SOBRE LAS DEFINICIONES. ADEMÁS SE SENTARÁN LAS PECULIARIDADES PROPIAS DE LA EDIFICACIÓN CON TIERRA, QUE DEBEN TENERSE PRESENTE AL ABORDAR LA CONSTRUCCIÓN CON ESTE TIPO DE MATERIALES, COMO LOS CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO QUE SE CONSIDERARÁN.

SE CREA UN SUBGRUPO (DIFUSIÓN. VALORACIÓN SOCIAL DE LA TIERRA. MERCADO. INCORPORACIÓN DE PROFESIONALES, EMPRESAS Y ARTESANOS), CUYO OBJETIVO ES EL DE FAVORECER LA PUESTA EN VALOR DE LA EDIFICACIÓN CON TIERRA Y ELIMINACIÓN DE LAS BARRERAS QUE PARA SU UTILIZACIÓN APARECEN EN EL MERCADO.

GRUPO 2. MATERIALES Y MUROS

OBJETIVO DEL GRUPO: SE PRETENDE DEFINIR LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE Y DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA, LO QUE INCLUIRÍA LAS PAUTAS PARA LA SELECCIÓN DE LAS TIERRAS. ADEMÁS SE ESTABLECERÁN LOS REQUISITOS MÍNIMOS EN CUANTO A SUS PROPIEDADES DE CONFIGURACIÓN, DIMENSIONES, ASPECTO Y PROPIEDADES MECÁNICAS, HIGROMÉTRICAS Y FÍSICAS DE DICHAS PIEZAS. EN CUANTO A LA TÉCNICA DEL TAPIAL, SE ESTABLECERÁN REQUISITOS MÍNIMOS Y EL PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL MURO. TAMBIÉN SE DEBEN ESTABLECER LOS PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE MUROS DE ADOBE Y DE BTCS. SE FIJARÁN LAS CONDICIONES DE ELABORACIÓN Y UTILIZACIÓN DE MORTEROS PARA EL AGARRE DE LAS PIEZAS EN LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA. PARA EL ESTABLECIMIENTO DE REQUISITOS ES ESPECIALMENTE NECESARIA LA COORDINACIÓN CON EL GRUPO DE TRABAJO DE ENSAYOS. SE CONTEMPLARÁ EL EMPLEO DE LOS ADITIVOS ESTABILIZANTES, DANDO PAUTAS PARA SU ELECCIÓN Y DOSIFICACIÓN.

SUBGRUPOS: CONVIENE DIVIDIR EL TRABAJO EN LOS GRUPOS SIGUIENTES:

- **ADOBE**
- **BTC**
- **TAPIAL**
- **MORTEROS ADECUADOS**

POSIBLES NORMAS UNE A ELABORAR:

- NORMA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOBES.
- NORMA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA.
- REQUISITOS EXIGIBLES A LOS ADOBES.
- REQUISITOS EXIGIBLES A LOS BTCS.
- NORMA DE EJECUCIÓN DE MUROS DE ADOBES Y BTC.
- NORMA DE EJECUCIÓN DEL TAPIAL.
- REQUISITOS EXIGIBLES AL TAPIAL.
- NORMA PARA LA ELABORACIÓN DE MORTEROS ADECUADOS PARA EMPLEAR CON ELEMENTOS DE TIERRA Y SU UTILIZACIÓN.

GRUPO 3. REVESTIMIENTOS.

OBJETIVO DEL GRUPO: SE TRATA DE APORTAR LAS RECOMENDACIONES RELATIVAS A LOS REVESTIMIENTOS MÁS COMPATIBLES CON LOS MUROS DE TIERRA QUE TENGAN EN CUENTA LA ESPECIAL NATURALEZA DE LOS MISMOS. SE APORTARÁN INDICACIONES EN CUANTO A TIPOS DE MATERIALES DE REVESTIMIENTO, SU UTILIZACIÓN, APLICACIÓN, Y MANTENIMIENTO.

POSIBLES NORMAS UNE A ELABORAR:

RECOMENDACIONES PARA LOS REVESTIMIENTOS DE TIERRA.

GRUPO 4. OTRAS TÉCNICAS

OBJETIVO DEL GRUPO: ESTABLECER, DE LA MISMA MANERA QUE PARA LOS CASOS YA MENCIONADOS DE ADOBE, BTC O TAPIAL, UNAS PAUTAS PARA LA FABRICACIÓN, EJECUCIÓN Y UTILIZACIÓN DE OTRAS FORMAS DE EMPLEO DE LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN, COMO PUEDE SER LA TIERRA VERTIDA, TIERRA APILADA (*COB*), LOS ENTRAMADOS O LOS PAVIMENTOS DE TIERRA.

POSIBLES NORMAS UNE A ELABORAR:

POR CADA TÉCNICA QUE SE ESTABLEZCA.

GRUPO 5. ENSAYOS

OBJETIVO DEL GRUPO: DEFINIR LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO RELATIVOS A LA EDIFICACIÓN CON TIERRA. SE REVISARÁ LA APLICABILIDAD DE LAS NORMAS UNE DE ENSAYO EXISTENTES Y DE LAS DESARROLLADAS YA EN LA NORMATIVA EXISTENTE A NIVEL INTERNACIONAL. SE TRATA DE ENSAYOS DE TIERRAS, DE PIEZAS O PROBETAS DE TIERRA, INCLUSO DE MUROS O MURETES Y OTRAS. LA FINALIDAD DE LAS MISMAS ES VARIADA TAMBIÉN, PUDIENDO SERVIR PARA AYUDAR EN LA SELECCIÓN DE LAS TIERRAS, VALORAR LA CALIDAD DE PRODUCTOS, ESTABLECER LAS RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS O DE VERIFICACIÓN DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN.

POSIBLES NORMAS UNE A ELABORAR:

- ENSAYO DE LA CINTA
- ENSAYO DEL OLOR
- ENSAYO DE LA SEDIMENTACIÓN EN BOTELLA
- ENSAYO DE RETRACCIÓN LINEAL EN CAJA
- ENSAYO DE PULVERIZADO A PRESIÓN
- ENSAYO DE CAÍDA DE AGUA
- ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PIEZAS
- ENSAYO DE IMPACTO
- ENSAYO DE CAÍDA DE BOLA.

Grupo 6. Seguridad estructural y diseño constructivo

OBJETIVO DEL GRUPO: ABORDAR EL TEMA DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LOS MUROS DE TIERRA, PARA DE MANERA SIMILAR AL DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL - OBRAS DE FÁBRICA, APORTAR UN DOCUMENTO ESPECIAL DE MUROS DE TIERRA QUE PERMITA FACILITAR LA SATISFACCIÓN DE LAS EXIGENCIAS ESTABLECIDAS EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

POSIBLE NORMA UNE A ELABORAR: SE CONSULTARÁ SI ESTE TIPO DE CONTENIDO ES VIABLE PARA UNA NORMA UNE, YA QUE ADEMÁS DEBE SER LA NORMA QUE ARTICULE A TODAS LAS DEMÁS, Y DEBE ESTABLECER UNOS MODOS DE GARANTÍA DE CALIDAD DE LOS MATERIALES Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN, EN BASE A PROCEDIMIENTOS DE CONTROL.

Inicios de la Asociación Pueblos del Barro

Con ocasión de los encuentros personales mantenidos en las primeras reuniones de elaboración de la Norma sobre construcción con tierra en España, se dio a conocer la existencia de la Asociación Italiana de Municipios por la Tierra Cruda , y se vio el interés de agrupar a diferentes municipios españoles en los cuales gran parte de sus edificaciones están construidas con ese material para constituir una asociación semejante, para coordinar esfuerzos y abordar actividades conjuntas de cara a lograr un mayor aprecio y difusión de ese material de construcción.

En las primeras reuniones mantenidas con este propósito los presentes, miembros de municipios, ONG y grupos de investigación, analizaron diferentes aspectos de la situación de las construcciones con tierra. Entre ellos destacan:

1.- El desconocimiento del material, tanto a nivel de mano de obra como por parte de los técnicos. Existe además un menosprecio de los materiales y técnicas tradicionales, especialmente de la tierra, que se asocia con la pobreza y el retraso.

2.- Existen grandes problemas para la utilización de la tierra y otros materiales tradicionales como la madera, por la carencia de normativas y el rechazo de las aseguradoras.

3.- Es imprescindible la recuperación del oficio y la capacitación de la mano de obra, antes de que desaparezcan los viejos artesanos, tanto para las viviendas, como para la arquitectura monumental construida en tierra.

4.- Las ventajas que ofrece la tierra respecto a aislamiento e inercia térmica hacen que aunque la construcción en tierra pueda inicialmente resultar más cara, por la mayor mano de obra necesaria y por falta de industrialización, luego se producen menores costes de calefacción o de aire acondicionado que harán esta construcción mucho más rentable a medio plazo.

5.- El protocolo de Kyoto pone a los fabricantes de materiales de construcción severas condiciones por el alto consumo de energía necesaria para su fabricación y elevado grado de contaminantes que estas industrias lanzan a la atmósfera. La tierra es un material local, necesita menos energía para su transporte y puesta en obra, no contamina, y al final de la vida del edificio es totalmente reutilizable y reciclable. Además los edificios de tierra son sanos y saludables, y proporcionan confort ambiental y espiritual a sus habitantes.

6.- Es necesario constatar que no son sólo patrimonio nuestras iglesias y monumentos, también lo son las humildes construcciones con tierra de nuestros pueblos, que contribuyen a definir la identidad de un territorio.

7.- Es necesario unir a todos cuantos estén a favor de la tierra, para lograr un cambio de mentalidad por parte de los usuarios, para que a valoren el inmenso patrimonio de las construcciones con tierra y le conserven. Para ello se requiere el apoyo de las administraciones por el camino de las subvenciones, la capacitación profesional y el asesoramiento técnico. Así mismo las administraciones deberían apostar por construir equipamientos públicos (escuelas, edificios administrativos, etc.) y nuevas viviendas utilizando la tierra cruda.

8.- La conservación del patrimonio tradicional puede ser un motor de desarrollo para el decadente mundo rural.

Se constata que el contacto y puesta en común entre diferentes municipios con abundante patrimonio en tierra cruda, y que están actuando de manera dispersa, puede posibilitar una mejor defensa del mismo planteando entre todos actividades de mayor nivel como congresos, cursos de capacitación, exposiciones, etc. que puedan abordarse en conjunto e ir rotando por los mismos, consiguiendo más fácilmente el apoyo de las universidades y administraciones públicas a favor de la construcción con tierra.

Durante el futuro congreso que se realizará en agosto en el Municipio de Cuenca de Campos por el Grupo Tierra, está previsto un encuentro de municipios interesados para la definición de objetivos y el inicio y puesta en marcha de una asociación española de pueblos de tierra.

Considero que la difusión por diferentes países de la idea de constituir asociaciones similares puede convertirse en un gran instrumento para defender y promover la construcción con tierra.

Valladolid, mayo de 2006

Paginas Web Interesantes:
-Buenas Prácticas Dubai 2002.- Amayuelas: http://habitat.aq.upm.es/dubai/02/bp226.html
-Associazione Nazionale Città della Terra Cruda (Italia): www.terra-cruda.org
-Centro da terra de Portugal: asociación portuguesa para promover la construcción con tierra: www.centrodaterra.org/
-Craterre.- (Primer y más importante centro de investigación y formación de la construcción con tierra en el mundo): http://terre.grenoble.archi.fr/index1024.htm
-Cedterra: Centro de Información sobre la casa de tierra (Italia): www.casediterra.it
-Lista de correo de construcción con tierra "arqui-terra": www.elistas.net/lista/arqui-terra
-Lista de correo "Aqui-terra Fotos": http://groups.msn.com/Arqui-terraFotos

Anexo
ACTO CONSTITUTIVO DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE CIUDADES DE LA TIERRA CRUDA (ITALIA)

En Sestu, cerca del Centro Ancianos, en el ámbito del Convenio "Tierra Cruda 2000", se han encontrado representantes de los Ayuntamientos de la tierra cruda de las Regiones Cerdeña, Abruzzo, Piamonte y Marche para discutir la propuesta avanzada por la Red de los Ayuntamientos de la Tierra Cruda de Cerdeña para la constitución de una Asociación Nacional, que parte de las siguientes motivaciones:

-Insatisfacción ante un modelo de desarrollo que no ha dado respuestas satisfactorias a las necesidades de las comunidades, y al mismo tiempo toma de conciencia del valor de un patrimonio acumulado por las comunidades mismas en la construcción de su espacio de vida y trabajo, patrimonio hasta ahora completamente descuidado hasta los límites de una real puesta en liquidación, pero potencialmente instrumento extraordinario de auto-reconocimiento y de desarrollo

- El reconocimiento de una matriz común constituida por la cultura del construir en tierra cruda;

-El objetivo de la recuperación del patrimonio en tierra cruda y del uso de los materiales en tierra cruda;

-La necesidad de una común práctica de planificación territorial;

-El reconocimiento de la modernidad del construir en tierra, que constituye un puente fundamental hacia Europa y el resto del mundo.

-El abandono del patrimonio en tierra cruda en nuestros centros ha significado pérdida de conocimientos técnicos y empresariales difusos, de creatividad, de paisajes urbanos y rurales, de prácticas atadas a las culturas materiales. Con ellas nuestras comunidades han creado su espacio de vida con un empleo inteligente de recursos a veces exiguos. Hoy estas mismas prácticas pueden constituir modos avanzados de contestar a las necesidades contemporáneas: la construcción ecológica, la práctica del sostenibilidad alojamiento, un nuevo modelo de desarrollo basado sobre los recursos locales y sobre la fruición cultural y ambiental

-Lo que se propone no es pues la renuncia a lo nuevo, sino la adquisición de un punto de vista en el que lo moderno no es antitético a la tradición. Hace falta ser conscientes que lo nuevo no es creación al estado puro, no nace de la nada, sino que es la transformación y la renovación de lo que existe y está vivo. Al contrario nada nuevo puede nacer si no es originado por una tradición vital en el interior de la cual se crean las condiciones de la renovación.

Por los motivos expuestos los Alcaldes abajo firmante acuerdan refrendar el presente ACTO CONSTITUTIVO de la Asociación Nacional de Ciudades de la Tierra Cruda.

Los ayuntamientos que refrendan el presente acto son los socios fundadores de la Asociación y acuerdan:

1. aprobar el proyecto de Estatuto, del que se adjunta copia con la intención de aprobarlo en los correspondientes Consejos Municipales antes del 28 de febrero de 2001, para luego estipular el acto delante del notario antes del 31 de marzo de 2001

2. los consejos municipales además de aprobar el Estatuto tendrán que autorizar al Alcalde o delegados a firmar los actos constitutivos de la Asociación

3. designar al Sr. Muscas Marco, Alcalde del Ayuntamiento de Samassi como coordinador de la asociación constituida hasta el nombramiento del Presidente, teniendo que cuidar las relaciones con los socios fundadores para que sean predispuestos los actos necesarios por la constitución de la Asociación.

4. establecer una cuota de adhesión de L. 2.000.000 por los ayuntamientos menores de 10.000 habitantes, de L. 3.000.000 para los ayuntamientos de 10.001 hasta 30.000 y de L. 4.000.000 para los ayuntamientos más allá de los 30.000 habitantes para afrontar los gastos relativos al acto notarial y otras que se harán necesarias.

Leído, y aprobado por los abajo firmantes.

Sestu, el 14 de diciembre de 2000

> El Alcalde del Ayuntamiento de Sestu
> El Sindico Ayuntamiento de San Esperate
> El Alcalde del Ayuntamiento de Samassi
> El Sindico Ayuntamiento de Ussana
> El Alcalde del Ayuntamiento de Villamassargia
> El Sindico del Ayuntamiento de Serrenti
> El delegado del Alcalde del Ayuntamiento de Quartu S. Elena
> El delegado del Alcalde del Ayuntamiento de Segariu
> El Sindico del Ayuntamiento de Treia
> El delegado del Alcalde del Ayuntamiento de Roccamontepiano
> El Sindico del Ayuntamiento de Casalincontrada en representación de los siguientes Ayuntamientos: Casalincontrada, Orsogna, Fará F. Petri y Chieti"

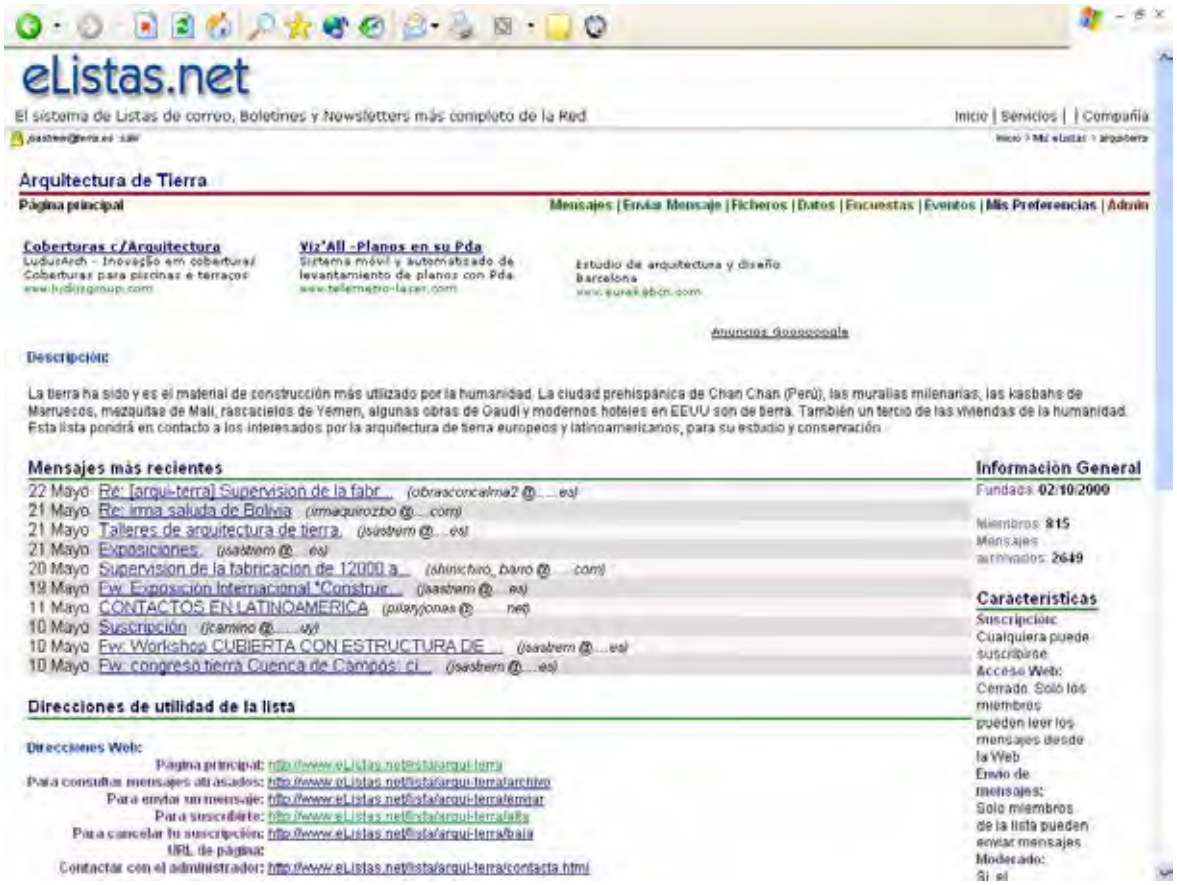


Imagen nº 1.- Pagina web de arqui-terra, www.elistas.net/lista/arqui-terra



Imagen nº 2.- Pagina web de “Arqui-terra Fotos”, http://groups.msn.com/Arqui-terraFotos



Imagen nº 3.- Viviendas bioclima ticas de Amayuelas



Imagen 4.- Vivienda en Cuenca de Campos.- Valladolid.

José María Sastre

Arquitecto técnico.
Formó parte del equipo redactor del proyecto de 10 viviendas bioclimáticas en Amayuelas de Abajo (Palencia), construídas con tierra.
Coordinador de la lista de correo "arqui-terra", miembro de Proterra y de la ONG Arquitectos Sin fronteras de Castilla y León.

3.3

PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN DE CONSTRUCCIONES CON TIERRA CRUDA: "LA TAPIA"

Ana Maria González Serrano* - Mercedes Ponce Ortiz de Insagurbe
Departamento de Construcciones Arquitectónicas I
Escuela Técnica Superior de Arquitectura - Universidad de Sevilla
C/ Reina Mercedes, 2 - 41012 – Sevilla, España
Teléfono: 00-34-95 455 65 91
Fax: 00-34-95 455 70 18
E-mails: gserrano@us.es - mponce@us.es

Palabras clave: inspección – catalogación - documentación

Resumen
El planteamiento de intervenir sobre cualquier edificación obliga, técnicamente a abordar conocimientos constructivos previos que permitan diagnosticar las causas de posibles daños sobre el mismo y justificar la ejecución de acciones reparadoras o de refuerzo; siempre debe existir un análisis previo de materiales, técnicas, sistemas o procedimientos constructivos utilizados.
En el análisis de la realidad y problemática de las construcciones con tierra cruda, se confirma que el resultado de soluciones constructivas depende del ámbito geográfico donde se ha obtenido la materia prima, las tradiciones constructivas heredadas, las posibilidades tecnológicas condicionadas básicamente por la realidad socio-económica del medio al que pertenecen.
Con el próposito de contar con una herramienta común para poder establecer criterios de análisis de construcciones con tierra existentes, se plantea como objetivo crear un protocolo de actuación, como herramienta de aplicación que genere un procedimiento sistemático de análisis del estado constructivo, que permita establecer un diagnóstico en base a un estudio profundo mediante el cual se puedan elaborar informes con cierto grado de fiabilidad y sustento tecnico-científico.

Para defininir diferentes criterios de análisis y establecer varias vías de entrada para contar con la máxima información posible en un documento protocolar, se observan los siguientes aspectos:

- Estudio previo de la construcción
- Plan de inspección del objeto
- Situación geográfica
- Tipología arquitectónica
- Descripción del tipo de elemento constructivo: características formales, constructivas, comportamiento resistente…
- Descripción, localización y definición de daños y/o lesiones
- Reconocimiento, caracterización y evaluación de su estado constructivo

En el estudio de las soluciones constructivas con tierra cruda, dada su diversidad tipológica y dispersión geográfica, es necesario definir en una herramienta como el protocolo, una serie de fichas de estudio e identificación de todos los casos posibles, debiendo diferenciar los sistemas constructivos en base a tapias, adobes y/o entramados.
Este documento, que forma parte de un extenso trabajo de investigación; es la herramienta de información que recoge los datos imprescindibles para la valoración e intervención en el conjunto edificado que se estudia. Se pueden establecer, tras varias actualizaciones y revisiones, diferentes descriptores a considerar en la elaboración de las fichas de campo.
A través de la información obtenida in situ, los levantamientos gráficos recogidos y los ensayos in situ y de laboratorio necesarios, se puede establecer un sistema de catalogación.

Conscientes de la repercusión que el conocimiento de un elemento constructivo tiene en los procesos de rehabilitación, se sintetiza este trabajo en una caracterización tipológica de soluciones de construcción de “la tapia”, lo que permite tipificar las propuestas estudio e intervención y abrir líneas de investigación sobre las mejoras posibles en su intervención con los medios disponibles en la actualidad.

Desarrollo

Las revisiones periódicas que se llevan a cabo en los edificios, como medida de control y seguridad, se realizan en la mayoría de las Comunidades Autónomas y en los diferentes Ayuntamientos de las principales ciudades de España, desde que se impuso, por obligatoriedad, la Inspección Técnica de las Edificaciones con cierto grado de antigüedad (20 años en algunos y 50 años o más en otros). Por medio de este análisis constructivo se mantiene actualizado eficientemente el sistema de conservación y mantenimiento de los mismos.

El método aplicado por las Inspecciones Técnicas a Edificios (I.T.E.)[1] consiste en la presentación de la documentación de análisis de la construcción basada en formularios tipo elaborados por un técnico cualificado al que el propietario le hace el encargo. Este material se presenta en el Ayuntamiento, siendo éste el gestor que establece si es necesaria la intervención sobre el inmueble. Los propietarios están obligados a realizar la obra[2] y, posteriormente, a la ejecución de la misma justificarla con el certificado final de obra. Las intervenciones sobre su propiedad pueden encararse con ayudas o subvenciones que cubren desde la mitad o el 75 % de los gastos dependiendo de la suma del salario mínimo interprofesional de la mayoría de los vecinos.

Las ciudades pioneras en poner en práctica este mecanismo de revisión periódica de los edificios fueron Madrid y Barcelona, secundadas por la mayoría de las principales ciudades españolas. El objetivo principal que se persigue con esta medida prescriptita, es evitar la ruina del patrimonio inmobiliario y el deterioro de las condiciones de seguridad de los mismos. Las Ordenanzas de Conservación, Rehabilitación y Estado ruinoso de los edificios de cada ayuntamiento incluyen esta acción de control como deber de los propietarios, donde se involucra la administración y los técnicos habilitados para desarrollar la actividad de control[2].

Al producirse numerosas intervenciones en las diferentes ciudades, se actualiza la catalogación de edificaciones y se redefinen las que carecían de datos para ello. Este incremento de información urbanística se desarrolla fundamentalmente en los cascos antiguos, zonas donde la densidad de edificios de más de 30 años es mayor. Esta actividad de puesta al día también incluye la actualización que paralelamente y complementaria se produce con las intervenciones arqueológicas, colaborando a que queden recogida la información sobre el patrimonio monumental.
Contradictoriamente, se promueve la conservación de la ciudad con actuaciones directas sobre su edificación que obligan a una labor integral a nivel técnico y aparecen dudas sobre cuales son los criterios más adecuados a la hora de intervenir y ejecutar la obra de actuación.

En numerosos casos se generan vacíos de conocimiento técnico en los profesionales encargados de actuar sobre determinados elementos constructivos, sobre todo los se construyeron con procedimientos tradicionales con los materiales disponibles. Por lo tanto, se desconocen sus técnicas constructivas o el uso del material, y se manifiesta la falta de control en la intervención. No hay suficiente formación profesional en los planes de estudios sobre técnicas constructivas tradicionales, destacando en especial las de construcciones con tierra. Cualquier tipo de intervención sin la base conceptual a nivel técnico, hace perder el control en la fase proyectual donde se deben establecer cuales son los puntos fuertes o más débiles de análisis constructivo para definir los criterios de intervención.

En Andalucía, la tradición de construcción con tierra se mantiene en zonas definidas a nivel geográfico de forma más o menos clara. En determinados lugares, gracias a las condiciones de conservación de su arquitectura vernácula toman más fuerza y son ejemplos de integración con su entorno. Como ejemplo, persisten en la cultura popular habitar y construir construcciones con tierra no procesada[3], arquitectura excavada, como son las "casas cuevas" de Granada y Almería.

El resto de construcciones donde se conserva la técnica de construir con tierra, procesada y con sistemas mixtos[3], pasan de la escala doméstica de los edificios residenciales en algunos pueblos (viviendas, haciendas de olivares), a la configuración arquitectónica a escala monumental, tipológicamente muy diferente, como son los torreones de antiguas fortalezas militares o grandes recintos amurallados, restos históricos del legado cultural de la región. Las primeras: con muros de tapia o mampostería de adobes en la planta baja con entramados de madera y rellenos de adobes desde la planta primera, y en las segundas: tapias ejecutadas con técnicas diferenciables.

En síntesis, podemos afirmar que el sistema constructivo que utiliza tierra cruda que se halla más extendido en Andalucía, es de tapia. Aunque como se hace mención en el párrafo anterior, subsisten otros sistemas en combinación con la misma. Las edificaciones de tapia se han mantenido en pie durante siglos, aún contamos con ejemplos edilicios de alto valor patrimonial en nuestras ciudades sobre los que se ha intervenido, están en proceso de estudio para su rehabilitación o se plantea ejecutar su análisis.

La situación varía en el centro y norte de España, donde numerosas poblaciones todavía mantienen importantes conjuntos de arquitectura integrando poblaciones completas, levantados con técnicas constructivas tradicionales: tapia, adobe o entramados; y donde existen instituciones y organismos (Ayuntamientos, CIAT-Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional, Navapalos, etc.) donde se busca poner en valor el patrimonio de construcciones de tierra existentes, fomentando su divulgación mediante cursos, talleres o realizaciones prácticas destinadas a demostrar las posibilidades arquitectónicas de este material como medio de recuperación de ese patrimonio cultural; incluso dando recomendaciones de productos tradicionales mejorados industrialmente.

La experiencia a nivel regional ha demostrado que la actitud que se adopta en la aplicación de la práctica profesional marca el destino de este tipo de construcciones. La falta de control en su seguridad y funcionamiento estructural, por precariedad en conceptos técnicos hace confuso el control de los puntos fuertes o débiles que se pueden defender a la hora de tomar decisiones. Generalmente, a nivel técnico, se pone en duda la estabilidad estructural de lo no conocido y las propuestas de intervención terminan por desvalorizar el objeto encontrado, eliminándolo o, como mucho, respondiendo con actuaciones que agregan o adicionan otros materiales o cambiando el sistema constructivo de manera radical.

Haciendo un análisis del estado de la cuestión, se plantea, mediante este trabajo, la viabilidad de trasladar estos conceptos de estudio sistemático al análisis y conocimiento de las construcciones de tierra, que por su complejidad y disposición de elementos específicos obligan a integrar varios conceptos en el estudio de la definición de sus particularidades.

En primera medida, la propuesta de elaboración de un protocolo de actuación se desarrolla como iniciativa buscando encarar esta temática de forma especifica; además, como "propuesta piloto" para el enfoque del estudio y la investigación de las diferentes soluciones de TAPIA que pueden encontrarse en nuestro entorno, donde se desarrolla nuestra actuación profesional.

Se pretende elaborar una "guía de actuación" para identificar, verificar y analizar a diferentes soluciones arquitectónicas que aplican la tierra como material de construcción y las técnicas constructivas que se aplican con su utilización.

El objetivo es poder desarrollar y ampliar la investigación y el estudio de todos los sistemas constructivos en tierra: tierra apisonada, tierra moldeada, tierra moldeada[3].
Existen varios catálogos de técnicas constructivas en tierra, no solo en Europa sino también en diferentes países latinoamericanos, donde se pueden diferenciar las técnicas constructivas en el uso de la tierra como material y el léxico utilizado en la denominación de los diversos elementos que componen la tradición constructiva de cada país.

Las experiencias prácticas en el empleo de la tierra como material de construcción no han encontrado en Europa un desarrollo masivo. Solo ejecuciones puntuales son ejemplo de lo dificultoso que sigue siendo llevar a cabo este tipo de iniciativas. Los Centros (por ejemplo CRATerre o CIAT) que se dedican al estudio de este tipo de construcción están concentrados en la investigación, divulgación y apoyo mediante el asesoramiento técnico a determinadas instituciones o localidades donde se debe realizar alguna intervención.

Las exigencias actuales de control de calidad en la ejecución de estas obras de intervención, genera un ámbito de actuación cada vez mas estricto para el profesional que tiene que asumir la responsabilidad de establecer criterios de restauración, sustitución o adecuación entre de lo existente y lo nuevo. Esta situación se da en numerosos casos de actuaciones sobre objetos que poseen cierto valor cultural y/o patrimonial y también, por que no decirlo, en obras de menor envergadura – edificios residenciales de localidades donde fueron utilizadas técnicas tradicionales para el levantamiento de la mayoría de las viviendas- Actualmente, en España la entrada en vigor de los nuevos Códigos Técnicos de la Edificación –marzo 2006-, crea un marco técnico legislado, actualizando la normativa vigente para adecuarla al ámbito europeo y a la Ley de Ordenación de la Edificación -1999-.

Estas nuevas prescripciones de obligado cumplimiento afectan al contenido y resultado formal del diseño y planteamiento general de los proyectos de ejecución debiendo replantear el concepto de seguridad, calidad y control en las obras de ejecución.

Los puntos que destacan en estos Códigos Técnicos son la incorporación de los nuevos conceptos de seguridad estructural, de utilización, salubridad, protección contra el ruido y contra el fuego, y el ahorro de energía.
Otra novedad consiste en sumar a las consideraciones específicas para obras de nueva construcción, el ámbito de aplicación de estos Códigos Técnicos a obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación parcial o integral.

Por esto mismo, el planteo de este trabajo resulta interesante desde el mismo momento que las imposiciones de responsabilidad profesional varían al formar parte de una comunidad cada más exigente como la europea y, la necesidad de puesta al día impulsando a la elaboración mecanismos de actuación sistemáticos capaces de producir la recopilación eficiente de datos para poder tener criterios claros en las diferentes fases de intervención en cualquier edificación.

En un PROTOCOLO se establece el procedimiento sistemático para el diagnóstico del estado constructivo de una edificación. Se aplica una metodología de análisis y de actuación y tal como se define en el protocolo de ITE de la ciudad de Sevilla[4] "*aporta el conocimiento de la realidad compleja del estado real de la edificación y de las intervenciones más adecuadas en actuaciones futura*".
Las inspecciones a todo tipo de edificación suelen comenzar con un reconocimiento visual de la misma y si el proceso se sistematiza se pueden obtener datos bastante completos y realizar un análisis general haciendo énfasis en los aspectos más destacables y

significativos a tener en cuenta. Es decir, desarrollar un trabajo técnico y a la vez, investigar de forma exhaustiva a la misma. Toda inspección debe plantear límites para que no se incremente el trabajo necesario o se puedan generar mayores expectativas, sobre todo teniendo en cuenta su trascendencia económica y/o social.

"*El profesional que lo use debe adaptarlo a las condiciones particulares del objeto y finalidad del trabajo a desarrollar, adecuando a cada fase las decisiones a tomar*"[3] *(ITE- Ciudad de Sevilla)*
En el estudio de toda edificación debe existir vinculación de los referentes históricos y geográficos con los valores constructivos y los posibles síntomas patológicos con la tipológica arquitectónica correspondiente.
En la actualidad, existen numerosos trabajos dedicados a la construcción de tapia u otro sistema de tierra con ejecución de proyectos dispersos que por falta de conocimiento o difusión se completan de forma aislada, o como mecanismo de solución a problemas locales. Dichas experiencias quizás podrían ser aplicables en otros ámbitos o servir como referencia documental para análisis y estudio sobre esta temática. El debate sobre estas cuestiones son las mismas en todos los encuentros o se expresan, de forma escrita, en opiniones de expertos en la materia.

La situación actual de la utilización de la construcción en tierra es ambigua, ya que la propaganda en contra de la misma sigue generando exclusión dentro de las consideraciones como material de construcción, empezando por la falta de desarrollo temático en los programas de estudios universitarios en facultades de Arquitectura. Por otro lado, se siguen estudiando y ejecutando nuevas aplicaciones con mejora en la elaboración de la materia prima, de técnicas y procedimientos constructivos.
Saber leer el documento construido es una tarea compleja, en ocasiones llega a ser hasta misteriosa, plantea dudas, por lo que la inspección, más o menos minuciosa, es en algunos casos, la vía más eficiente para desglosar las partes que después de integrarlas transmiten la información descifrada.
Los medios actuales de digitalización de la imagen permiten ampliar zonas de la construcción con una definición que brinda mayores posibilidades de captar particularidades o variantes que pueden escaparse a la observación inicial a la edificación.

Como método instrumental, utilizando estas herramientas (fotografía digital, programas informáticos específicos), se puede plantear la estratificación de una zona o el conjunto de la edificación, estudiando las diferentes fases de construcción por las que ha pasado el edificio o una parte del mismo, ordenándolas e incluso datándolas. Puede ser que se descubra que fueron acumulativas o disociativas dentro del proceso de ejecución.
Para poder realizar la inspección de la edificación de forma eficaz, el primer trabajo que se debe organizar es el "plan de inspección", es decir, establecer un organigrama de actividades a llevar a cabo para delimitar el tipo análisis, las características del objeto de estudio, la envergadura y tiempo que supondrá desarrollar el trabajo. Para ello, hay que evaluar cuales son los objetos a reconocer, definir un orden de prioridades en las tareas, además, de prever los instrumentos, medios auxiliares y permisos que sean necesarios[4].

El desarrollo de la inspección debe integrar todo el proceso de análisis y la evaluación del estado de la edificación: reconocimiento, caracterización de lesiones o daños existentes, mediciones de los mismos y la evaluación final del estado del objeto, pudiendo o no definir las recomendaciones para actuar sobre él.
Para poder plantear cada una de las fases de estudio de la propuesta de protocolo de caracterización de construcciones con tierra cruda, se sigue el esquema del protocolo de las ITE[4] que se aplica en la ciudad de Sevilla, comentado al inicio de la ponencia, ya que en éste se establecen las secuencias lógicas de obtención de datos y visitas a cualquier tipo de edificación.

Este documento, se plantea como complemento de los que deban presentarse para cumplir con cualquier Ordenanza municipal. Es un modelo de elaboración continua con posibilidades de modificaciones que lo perfeccionen y sumen o renueven conceptos. Por lo tanto, se transforma en un documento abierto y adaptable a las necesidades del encargo por parte del propietario o la administración – para incorporar en tasaciones, inspecciones periódicas, informes de procedimientos judiciales, etc.

- ESTRUCTURA DEL PROTOCOLO

El "documento protocolar de caracterización de las construcciones con tapias" se organiza en tres partes cuyo contenido engloba los elementos básicos para la obtención de información previa, la realización de la inspección técnica – caracterización de la construcción, ensayos o pruebas- y la redacción del informe final del estado del objeto.
Este esquema se ordena teniendo en cuenta las fases necesarias de inspección, que sirven para organizar la secuencia lógica de análisis, abarcar el ámbito de actuación y recopilar todos los datos que sirvan de guía en el estudio del edificio.

Primera Fase: INFORMACIÓN PREVIA

En esta fase, se busca la recopilación de la información previa sobre la edificación y su entorno[4], con el objetivo de tener la mayor fuente de datos posibles antes de la visita, contrastarla analizando el objeto in situ y complementarla después del trabajo de campo.
Una serie de fichas pueden servir como elemento conductor de los datos a recopilar como información previa, aspectos a tener en cuenta se detallan en la Tabla 1.

PROTOCOLO CARACTERIZACIÓN DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

TIERRA APISONADA

INFORMACIÓN PREVIA

Fuentes de Información

ASPECTOS FUNCIONALES			
Datos del solicitante	**Información del propietario:**	Situación edificio	**Información de localización:**
	Nombre / Razón social		Nombre de via o zona
	Dirección postal y electrónica		Área urbana / suburbana / rústica / rural
	Forma de contacto		Datos Topográficos / Cotas de nivel

ASPECTOS URBANISTICOS		
Ficha urbanística	Tipología urbanística	exenta
		entre medianeras
	Altura de la edificación	sobre rasante
		bajo rasante
	Superficie de la parcela	parcela
		construida
		útil
	Usos de la edificación	residencial
		comercial
		servicios
		industrial
		otros
	Infraestructura urbana	completa
		parcial
		no tiene
	Catalogación según planeamiento municipal	según localización de solar
		no tiene
	Grado de protección	según características edilicias

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	
Datos de la edificación	Fecha de construcción
	Datos históricos de intervenciones
	Fecha y características de última intervención
	Estado y datación de edificaciones colindantes

ASPECTOS PATRIMONIALES	
Datos Históricos	Catalogación patrimonial
	Declaración Bien Cultural
	Marco histórico cultura/socio-econom
	Fuentes documentales / valores patrimoniales

IDENTIFICACIÓN DEL MEDIO	
Estudio entorno	Observación: toma de datos de singulares-fotos/croquis
	Documentación gráfica existente: planos/fotos/dibujos
	Referencias de intervenciones arqueológicas cercanas
	Modificaciones de calificación de la zona/infraestructuras

IDENTIFICACIÓN CONSTRUCTIVA	
Documentación gráfica	Fotografías / croquis del entorno
	Fotografías / croquis de la envolvente del edificio
	Fotografías / croquis singularidades constructivas
	Fotografías / croquis singularidades formales o estéticas
Datos Grales Edificación	Técnica constructiva del medio: tipo de tapia (ver tabla 2)
	Sistema constructivo: portante o cerramiento
	Estructura: identificación de cargas / sobrecargas
	Variantes tipológicas: estudio del volumen del edificio
	Caracterización del estado de los materiales. Tipos y otros elementos que componen la tapia

Tabla 1 – Fuentes de información previa

A esta información la complementarán anexos que brinden datos con referencias a:

- Mapas geotécnicos de la zona, barrio o manzana correspondiente. Estudio geotécnico
- Factores medioambientales:
    - Datos térmicos con estadísticas de temperaturas máximas y mínimas en diferentes estaciones del año, valores mensuales, saltos térmicos y si los hubiera, datos relevantes de fenómenos aislados;
    - Características pluviométricas de la región, zona topográfica con datos estadísticos de precipitaciones: máxima en 1 hora y mínima anual;
    - Porcentajes de humedad ambiente en diferentes estaciones del año;
    - Características de vientos dominantes, orientaciones;
    - Grado de riesgo sísmico: muy alto, alto, bajo;
    - Mapa de rastreo de valores de nivel freático o dato de perforaciones de referencia.
- Aspectos culturales de tradición constructiva con tierra en el área de estudio.
- Valoración de la técnica constructiva por tradición, por cuestiones socio-económicas o por fomentar la autoconstrucción.

También como información previa hay que hacer una descripción constructiva del objeto en cuestión. Para definir el tipo de tapia que se analiza hay que diferenciar entre las variadas técnicas constructivas de tierra apisonada. Es importante contar con un guión descriptivo que permita contar con la caracterización de las mismas, permitiendo definir cual o cuales entran dentro del ámbito de estudio de la inspección.

En la Tabla 2 se detallan la clasificación más corriente de las que existen en la arquitectura tradicional española.

En la Tabla 2 se detallan la clasificación más corriente de las que existen en la arquitectura tradicional española.

INFORMACIÓN PREVIA

Tipología constructiva:

TAPIA MONOLITICA				
Tapia ordinaria				
Apisonado por tongadas				
Tierra aireada y humedecida				
Preparacion previa de meses				
Tapia mejorada				
Apisonado por tongadas				
Tierra con gravas o cascotes				
Adición de cal (tapia real)				
Tapia con refuerzos				
Refuerzos en caras				
Calicastrada		Arena gruesa y cal en cara exterior		
Acerada		Careado con pelladas de cal		
Valenciana		Mampuestos de piedra en cara exterior	Colocación por tongadas	
Refuerzos en juntas rectas		Junta H y V de mortero de yeso o cal	Evita retracción en juntas	
Refuerzos en juntas curvas				
Alternas		Junta H y V de mortero de yeso o cal	Brencas o lunetos	
Alineadas		Junta H y V de mortero de yeso o cal		
TAPIA MIXTA				
Machones piedra		Juntas H reforzadas con verdugada	Luz entre machones	Alto
Machones ladrillo		Juntas H reforzadas con verdugada		Alto verdugada
Machones adobe		Juntas H reforzadas con verdugada		
Machones yeso		Reforzados c/ cascotes o mampuestos		Alto tongada
Con rafas		Machon,Junta H y V de mortero de yeso o		Ancho
Entramado de madera		Modulo Estructura de madera	Luz entre soportes	Alto tongada
		Cerramiento de tapia		Ancho

FOTO o CROQUIS en detalle de la TAPIA señalando:
- modulación de cajones: ancho, alto y espesor
- número de tongadas en altura
- distancia entre huecos de perforaciones de agujas
- distancia entre juntas verticales y horizontales
- detalle de arranque de muro: verificar tipo de cimentación
- detalle de remate de muro: verificar apoyo de elementos de cubierta
- detalle de los encuentro de paños de muros en las esquinas
- verificación de desplomes de paramentos, nivel de hiladas
- verificación de grosor de muro: homogéneo o doble hoja
- tipo de revestimiento exterior y/o exterior
- verificación y localización de elementos de refuerzo (llaves, zunchos)

Tabla 2 – Caracterización del muro de TAPIA

Con estos datos de partida, se puede especificar correctamente cada elemento constructivo y la técnica empleada en el entorno donde se hace el estudio.

La identificación formal del sistema constructivo y la estructura compositiva de todas sus partes y los elementos que se consideren como herramientas de ejecución terminan por aportarnos los datos iniciales del objeto. Se deben fotografiar o croquizar los diferentes muros de la edificación, hacer levantamientos y comprobaciones técnicas de estabilidad y seguridad estructural en todas las zonas que presenten lesiones o daños.
Para la identificación resistente, se debe detallar la caracterización de materiales, existencia de elementos de refuerzo y verificar el tipo y cantidad de intervenciones previas.
Para la realización de este trabajo de campo es fundamental la observación general y la revisión del máximo de singularidades propias del objeto o que se puedan especificar en el estudio del entorno.
Si se dispone de información mediante documentación gráfica existente: planos, fotos, dibujos, etc., su estudio permitirá tener mayores datos válidos para enfocar el trabajo, debiéndose incorporar cualquier referencia de intervenciones arqueológicas cercanas.
Segunda Fase: INSPECCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

INSPECCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Plan de inspección

* Replanteo de la edificación: Verificación de levantamientos anteriores
* Análisis del estado de la edificación objeto de estudio

IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES CONSTRUCTIVAS

	QUE COMPONEN MURO		QUE AFECTAN MURO
CIMIENTO	Apoyo continuo / Anclajes unión con	CUBIERTA	Sistema estructural con o sin
	Enterrados o semienterrados / Nivel		Material de estructura de
	Dimensión de zanja /		Materiales de cobertura
	Mampostería u hormigón / Altura		Elementos que apoyan sobre
FACHADA	Exteriores o medianeras	FORJADO	Sistema estructural con o sin
	Aplome de muro / Integridad de tapias		Material de estructura de
	Cantidad y dimensión de huecos		Materiales de cierre horizontal
	Tipo de refuerzos enmarcando huecos		Elementos que apoyan sobre
	Tipo de refuerzos en esquinas del		Perforaciones ejecutadas en
MUROS DIVISORIOS	Dimensiones muros	ESCALERA	Sistema estructural
	Número de crujías		Material de estructura de
	Dimensión de huecos		Perforaciones ejecutadas en
REVESTIMIENTOS	Material del revestimiento	PATIO/S	Tipo: abierto / semicubierto
	Características: integral o parcial		Superficie
	Desprendimientos: integral o parcial		Proximidad al muro
	Disgregación: integral o		Pendiente de desagüe
	Abombamiento: integral o		Detalle encuentro solería-muro
	Tipo de acabado final		Tipo de solería / zócalo

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

MURO DE TAPIA	Molde		Madera
			Metálico
	Tapial		Dimensiones / Peso
	Tapial de		
	Agujas	Madera	Dimensiones
		Metálico	
	Costales	Madera	
		Metálico	
	Pisones	Madera	Tipo de cabeza / Peso
		Metálico	
		Mecánico	Tipo de cabeza /

MATERIALES BÁSICOS

COMPONENTES	ARENA	
	LIMO	
	ARCILLA	
	ESTABILIZANTES	
		Cemento portland
		Cal
		Fibras
		Emulsiones asfálticas
		Polímeros sintéticos
	OTROS	

IDENTIFICACIÓN CONSTRUCTIVA

DOCUMENTACIÓN GRÁFICA	FOTO o CROQUIS necesarios con descripción estratificada de las zonas en estudio del muro
	Definición gráfica de lesiones
	Diferenciación por grado importancia frente a la perdida de estabilidad

ENSAYOS DE REFERENCIA

Pruebas in situ	Contenido de arcillas	Prueba de lavado de manos
		Prueba de cinta
	Sedimentación en botella	Estudio de suelos
	Estudio de finos	Prueba de la cinta
		Prueba del rollito
		Prueba del palmeteo
		Prueba de lavado de manos
	Contenido de humedad	Prueba de bola
Laboratorio	Estudio de suelos	Clasificación de componentes
	Granulometría	Contenido de arcillas/arenas/limos
	Límites de Atterberg	Límites líquido y plástico
	Ensayo Proctor normalizado	Resistencia por m3
	Contenido óptimo de humedad	Porcentaje / Retracciones

SINTOMAS PATOLÓGICOS

CARACTERIZACIÓN de las LESIONES O DAÑOS		Humedad por capilaridad
		Humedad por filtraciones
		Humedad de contenido
		Costra de verdín / líquenes
		Eflorescencias
		Fisuras / Grietas
		Desprendimientos
		Deformaciones: pandeo / alabeo
		Asientos / punzonamiento
		Erosión por aire / agua / abrasión
		Disgregación de componentes / zonas
		Pérdida de masa: zonificar
AFECCION	ABIOTICA	Radiación solar
		Vientos dominantes
		Precipitaciones ácidas
		Fuego
		Sismo
		Vandalismo
	BOITICA	Bacterias
		Plantas
		Insectos
		Roedores

NORMATIVA DE REFERENCIA

Existe un listado de Normas de referencia que se encuentra en revisión para poder elaborar prescripciones propias a sistemas constructivos en tierra. Verificar las que pueden ser aplicables.

Tabla 3 – Plan de Inspección de la Edificación

Tercera Fase: INFORME FINAL
En esta fase se realiza el Proceso de Evaluación de la información en general: de todos los datos obtenidos previamente, de las verificaciones ejecutadas durante la inspección durante el trabajo de campo y de las conclusiones finales del estado de seguridad que brinda cada parte de la edificación.

Se puede establecer la conveniencia de intervenir rehabilitando los sectores más afectados o de todo lo inspeccionado, la necesidad de realizar trabajos de restauración, conservación y/o mantenimiento.

En la conclusión final, se deben repasar los datos obtenidos en cada fase tratando de distinguir por unidades constructivas la situación en la que se encuentran las diferentes zonas del objeto estudiado y establecer pautas directoras de la futura actuación a recomendar (Tabla 3), según la gravedad de daños o lesiones que se presenten, siempre dando prioridad a la garantía de seguridad mediante la estabilidad estructural o de adherencia.

PROTOCOLO CARACTERIZACIÓN DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

TIERRA APISONADA

INFORME FINAL

Evaluación del estado constructivo

		UNIDADES – ZONAS AFECTADAS								
			MUROS		ACABADO					
ESTADO CONSTRUCTIVO		CIMIENTO	PORTANTE	DIVISORIO	EXTERIOR	INTERIOR	APOYO ELEMENTOS de CUBIERTA	APOYO ELEMENTOS de FORJADOS	APOYO de ESCALERAS	PROXIMIDAD A PATIOS
LESIONES GRAVES – Comprometen estabilidad										
LESIONES NO GRAVES	SANEABLES - reparación									
	CONTROLAR EVOLUCION									
PROPUESTA INTERVENCIÓN	INTEGRAL – Asegurar estabilidad									
	PARCIAL – Refuerzos estructurales									
	CON SEGUIMIENTO – Control evolución									
	INMEDIATA – Riesgo de estabilidad estructural									
INTERVENCION CON CONTROL	PERIODICIDAD	Especificación de períodos de inspección continua								
	SEGUIMIENTO CON TESTIGOS	Especificación de material a utilizar, zonas donde se colocan y punto de referencia, fecha de colocación y periodo control								
OBSERVACIONES:										
Definición de cualquier dato no contemplado que pueda servir de referencia como trabajos complementarios que sirvan para mantener seguridad.										

Tabla 4 - Evaluación general final del estado de la edificación

El informe final será la síntesis detallada de todos estos conceptos y se podrá hacer una propuesta de intervención a nivel técnico con especificaciones en cada caso. Por eso es conveniente agregar, como conclusión, fotografías complementarias que aporten al estudio general referencias del estado real del edificio al entregar la documentación.

Conclusiones

Esta propuesta piloto de elaborar un protocolo de actuación como herramienta de estudio riguroso y amplio, busca elaborar un método sistematizado de estudio de las construcciones con tierra, tal como se plantea para la mayoría de las edificaciones que utilizan materiales convencionales.

Las herramientas que sirven de guía para el análisis de la mayoría de tipologías constructivas se encuentran en manuales específicos o programas informáticos que permiten organizar la toma de datos en el trabajo de campo.

De esta manera, puede decirse que las posibilidades de presentación de la documentación necesaria para informar y dictaminar el estado de una construcción, dentro del marco normativo en el que se obliga a la inspección técnica de edificaciones, es libre y sin formato establecido.

El hecho de contar con herramientas orientadoras, que mediante fichas organizan los datos a obtener y estudiar, hace que exista un limite para establecer las pautas técnicas de posibles intervenciones.
La amplia gama de sistemas, técnicas y procedimientos constructivos según los diferentes materiales empleados en la construcción permite plantear como viable establecer un mecanismo de estudio sistematizado para cada uno de los subsistemas constructivos.

Por eso la elaboración de este Protocolo de Caracterización de la construcción con tapia, es una idea ambiciosa, puede ser la génesis de una herramienta específica para enfocar el estudio de las edificaciones levantadas con tierra.

La primera fase de desarrollo, toma “la tapia”, como elemento de análisis desde el punto de vista de la seguridad, su conservación y mantenimiento. No se trata de establecer un catálogo de soluciones, ya que cada edificación presenta su complejidad, la necesidad de encarar retos propios en el trabajo de intervención.
Pero si establece un mecanismo para evaluar el estado actual de la cuestión y tener un balance de las áreas donde, todavía, se cuenta con insuficiente información sobre los elementos existentes, y el estado de parte del patrimonio cultural.

Además, las posibilidades de análisis y estudio de las construcciones en tierra cruda en general, permite hacer de este trabajo una nueva línea de investigación como base que permita justificar intervenciones con respaldo técnico de forma más efectiva, y como medio de recuperación y mejora del conocimiento en conservación y mantenimiento, fomentando los recursos técnicos y humanos con preparación para esta actividad.

Citas y notas

1.- La ley 7/2002, de 7 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía (LOUA) entró en vigor el 20 de enero de 2003 regulando en su artículo 155 el deber de los propietarios de terrenos, construcciones y edificios mantenerlos en condiciones de seguridad, salubridad y ornato público; y en su artículo 156 especifica la obligación de obtener el informe de Inspección Técnica de la Edificación firmado por técnico competente.

2.- El “certificado” de la Inspección Técnica de Edificaciones (ITE) exigido por distintos Ayuntamientos de las ciudades españolas se basa, solamente, en rellenar un modelo de formulario en una inspección visual, a posteriori, si resulta necesario se debe elaborar un informe como documento final. En cambio en la Ordenanza municipal sobre “Inspección Técnica de la Edificación” del Ayuntamiento de Sevilla, del 20 de mayo de 2004, queda aprobado con carácter definitivo el Informe de Inspección Técnica de la Edificación actual, por el cual un técnico competente debe informar sobre el estado de la edificación y si reúne las condiciones de seguridad, salubridad y ornato público.

3.- Definición de los grupos tecnológicos en el sinópticos de la geo-construcción que aplica en sus documentos de Habiterra – CYTED: “Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de Adobe, Tapial, Ladrillos y Bloques de cemento”)

[4].- El Protocolo de Inspección Técnica de Edificaciones (ITE), al que se hace referencia, es una herramienta que permite tener un documento elaborado en conjunto por la Fundación para la Investigación y Difusión de la Arquitectura, el Colegio Oficial de Arquitectos de Sevilla y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. España. Esta documentación está disponible en formato impreso e informático para todos los técnicos con competencia para la redacción de informes de diagnosis de cualquier tipo de construcción.

Bibliografía

*HUETE FUERTES, R.: RODRÍGUEZ LIÑAN, C.: JARAMILLO MORILLA, A.; SUAREZ SAMANIEGO, L.; SANZ CUESTA, V. *ITE- Protocolo de Inspección Técnica de Edificaciones*. Colegio Oficial de Arquitectos de Sevilla – Fundación FIDAS. España. 2003

*LÓPEZ MARTINEZ. "*Tapias y tapiales"*. En: *Logia: Arquitectura y Restauración Nº 8.* . España. 1999. Pág. 74-89

BAULUZ DEL RIO, Gonzalo; BARCENA BARRIOS, Pilar. *Bases para el diseño y construcción con tapial*. MOPT. Madrid, España. 1992.

*HOUBEN, Hugo; GUILLAUD, Hubert. *Traité de Construction en Terre*. CRATerre. Edita Parenthèses. Marsella, Francia. 1995.

*SALAS, Julián. *La tierra material de construcción*. Monografía 385 / 386. CSIC. Instituto Eduardo Torroja. Madrid, España. 1986.

*VIÑUALES, Graciela; MARTINS NEVES, Celia; FLORES, Mario; RIOS, L. Silvio. *Arquitecturas de Tierra en Ibero América*. HABITERRA. Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Buenos Aires, Argentina. 1994.

*CYTED, HABYTED y PROTERRA Proyecto XIV.6, Tecnología de Construcción con Tierra. *Técnicas Mixtas de Construcción con Tierra*. Proyecto XIV.6 PROTERRA del CYTED Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. 2003.

*LATORRE G, Pablo; CABALLERO Z., Luis. *La importancia del análisis estratigráfico de las construcciones históricas en el debate de la restauración monumental*. Informes de la Construcción Vol. 46 Nº 435. CSIC. Instituto Eduardo Torroja. Madrid, España. 1995. Pág. 5.

*CABALLERO Z., Luis. *Método para el Análisis Estratigráfico de construcciones históricas o "Lectura de Paramentos"* . Informes de la Construcción Vol. 46 Nº 435. CSIC. Instituto Eduardo Torroja. Madrid, España. 1995. Pág. 37.

*MALDONADO RAMOS, Luis; VELA COSSIO, Fernando. *Curso de Construcción con Tierra (I) Técnicas y Sistemas Tradicionales.* Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, España. 1999.

*MALDONADO RAMOS, Luis; VELA COSSIO, Fernando. *Curso de Construcción con Tierra (II) Vocabulario tradicional de construcción con Tierra* Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, España. 1999.

*MALDONADO RAMOS, Luis; VELA COSSIO, Fernando. *Curso de Construcción con Tierra (III) Nuevas aplicaciones de la Tierra como material de construcción.* Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, España. 1999.

*MALDONADO RAMOS, Luis; CASTILLA, Francisco; VELA COSSIO, Fernando. *La técnica del tapial en la Comunidad Autónoma de Madrid.* Informes de la Construcción Nº 452. CSIC. Instituto Eduardo Torroja. Madrid, España. 1995. Pág. 27-37.

*DE HOZ ONRUBIA, Jaime; MALDONADO RAMOS, Luis; VELA COSSIO, Fernando. *Diccionario de construcción tradicional TIERRA.* Nerea. Madrid, España. 2003.

*OLCESE SEGARRA, Mariano. *Arquitectura de Tierra: tapial y adobe.* Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid. Valladolid, España. 1993.

*DE OLARTE, José Luis; GUZMAN, Evelin. *Manual de Edificación con Tierra armada. Diseño, cálculo y construcción con el sistema CET.* Consejería de Política Territorial, Dirección General de Arquitectura, ID Comunidad de Madrid. Madrid, España. 1993. www.ceetydes.org

*SOLER ARIAS, E.; SUAREZ SAMANIEGO, L.; RODRIGUEZ ROBLES, D.; HUETE FUERTES, R. y otros. "*Protocolo de Inspección Técnica de Edificaciones"*. En: *I Jornadas de Investigación en Construcción.* CSIC. Instituto Eduardo Torroja . Madrid, España. 2005. Pág. 827-38.

Ana Maria González Serrano

Arquitecta.
Profesora del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universidad de Sevilla, España, desde 1996.
Miembro de ACRAM (Aula de Construcción y Rehabilitación en Madera)
Doctoranda del Programa de Doctorado: Rehabilitación Arquitectónica y Urbana. Universidad de Sevilla.
Actualmente desarrolla Tesis doctoral sobre construcción en tierra.
E-mail: **gserrano@us.es**

Mercedes Ponce Ortiz de Insagurbe

Doctora Arquitecta.
Profesora del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Sevilla, España.
Profesora del Master: Peritación y Reparación de Edificios de la Fundación FIDAS (Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Arquitectura en Sevilla).
Profesora del Programa de Doctorado: Las Técnicas Constructivas en la Rehabilitación del IUCC de Sevilla.
E-mail: **mponce@us.es**

COMISIONES



Investigación y Desarrollo Tecnológico

4.1

MAMPOSTERÍA CON TIERRA ESTABILIZADA COMPRIMIDA

Carlos Eduardo Alderete * - Lucía Elizabeth Arias - Rafael Francisco Mellace
Stella Maris Latina - Mirta Eufemia Sosa - Irene Cecilia Ferreyra
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca Nº 1900 - Tucumán - Tel. 0381-4364093 - int. 7912/19
carlosalderete@yahoo.com.ar

Palabras clave: mampostería - bloque - tierra estabilizada

Resumen
El BTC, componente básico de elementos constructivos, destinados a cerramientos verticales en la ejecución de viviendas, ha sido utilizado en nuestro país desde hace décadas. Sin embargo, es poca la información disponible de aquellos primeros intentos que quedaron en el tiempo sin continuidad ni seguimiento posterior.

Desde hace años en el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) se desarrollan, a partir de trabajos previos -propios y de otros investigadores- estudios sobre las características físicas, mecánicas y tecnológicas del BTC, con el propósito de incorporar mejoras tecnológicas y de impulsar su uso masivo en la producción del hábitat.

En la construcción de la sede del CRIATiC, se aplican distintas alternativas de BTC en la conformación de elementos constructivos que respondan a los planteos estructural y arquitectónico adoptados en los diferentes componentes del conjunto. Se incorporan innovaciones respecto de formas, dimensiones, producción y montaje ensayándose diferentes propuestas de bloques articulados (BaTc)

En el presente artículo se reseñan los resultados obtenidos con el uso de distintas técnicas constructivas en la ejecución de muros (BTC, con junta de asiento y BaTc, sin ella). Se analizan la incidencia de los espesores, alturas y longitudes de cada elemento; forma, dimensión y propiedades de los componentes básicos (BTC y BaTc) y del mortero de asiento. Se determinan las dosificaciones más convenientes a fin de verificar requerimientos estructurales y de máxima economía, resaltando la importancia de implementar un monitoreo permanente para verificar y/o corregir los distintos tipos de tierras utilizados (control de calidad) como la influencia de la calificación de la mano de obra disponible (no especializada), factor a considerar desde la concepción misma del diseño hasta la terminación de los detalles constructivos previstos.

La experiencia adquirida permite ratificar algunas hipótesis de partida y rectificar otras, lo que induce a profundizar los trabajos coordinados de laboratorio y de campo generando nuevas líneas de investigación. Pero por sobre todo se concluye en resaltar la importancia de registrar en forma sistemática el aprendizaje asimilado y la evolución del comportamiento de las construcciones a través del tiempo.

Introducción

La materialización de cerramientos verticales mediante el uso de sistemas de mampostería constituye una de las formas más utilizadas en el mundo. La simpleza de su técnica de ejecución posibilita el empleo de diversos materiales que moldeados, tallados o fabricados convenientemente adoptan la forma de mampuesto que el sistema requiere.
Así, el hombre recurrió al uso de la piedra, tierra, cerámicos, hormigón, hasta incluso el vidrio, acompañando las distintas etapas que caracterizan a la obra de arquitectura en su evolución a través del tiempo. Su amplia difusión permitió que las distintas corrientes inmigratorias que poblaron nuestro continente impusieran este sistema como una forma tradicional de construcción, que perdura hasta nuestros días.

Con el transcurso del tiempo, el avance en las investigaciones posibilitó determinar con precisión las características físico-mecánicas de los componentes, de los elementos constructivos (muros y techos) y desarrollar técnicas de ejecución más apropiadas para mamposterías de mejor desempeño

En este aspecto, en la Argentina existen normas que regulan la construcción de mamposterías en zona sísmicas, por caso, el CIRSOC 103 Tomo I y III y, el nuevo Reglamento CIRSO 501 Y 501-E, referidos al uso de ladrillos cerámicos (macizos y huecos) y de bloques de hormigón, por ser los de uso más frecuente y masivo en la actualidad.

Contrariamente, la incorporación y estudio riguroso de componentes de tierra cruda no alcanzó aún el desarrollo requeridos para ser admitidos en las reglamentaciones técnicas oficiales. Relacionados inevitablemente con el adobe, se los asocia a preconceptos de precariedad, pobreza y, fundamentalmente, de vulnerabilidad sísmica.
La falta de difusión sobre las reales posibilidades de uso de la tierra, de modernas técnicas de estabilización, sistemas constructivos etc., como el estado actual de las investigaciones que se realizan en el mundo, son en gran medida las causas de esta situación.

En tal sentido, desde hace años en el CRIATiC se desarrollan a partir del análisis de trabajos propios y de otros investigadores, estudios sobre las características físicas, mecánicas y tecnológicas de componentes y elementos constructivos de tierra cruda con el propósito de incorporar mejoras tecnológicas y de impulsar su uso masivo en la construcción del hábitat.
Con tal finalidad, en la construcción de la sede del CRIATiC, se aplican distintas alternativas de uso del BTC en la conformación de elementos constructivos (muros y techos) que respondan a planteos estructurales y arquitectónicos propuestos en los diferentes volúmenes del conjunto. Se incorporan innovaciones respecto de formas, dimensiones, producción y montaje, ensayándose diferentes propuestas de bloques articulados (BaTC-I y BaTc-II)

Objetivos
Dado que las normas para la construcción con mamposterías en zonas de riesgo sísmico exigen que las mismas respondan satisfactoriamente a las solicitaciones generadas por acciones dinámicas y consecuentemente, los materiales componentes ser capaces de generar estados de tensiones internas que contrarresten las solicitaciones impuestas, con la aplicación de componentes de tierra estabilizada (BTC y BaTC) se persiguen los siguientes objetivos:

Generales

a. Demostrar que sistemas de mampostería de BTC y BaTC, pueden ser diseñados para cumplir satisfactoriamente los requisitos exigidos en las normativas existentes.

Particulares

b. Demostrar que se pueden obtener, para propiedades de los componentes de los morteros de asiento y de la mampostería en su conjunto, valores predeterminados a partir del diseño adecuado de las mezclas y de técnicas de ejecución en forma equivalente a los otros materiales convencionales. Comprobar la aplicabilidad de la normativa para determinar tales propiedades
c. Relacionar los valores obtenidos en laboratorio con los resultados de obra en lo referente al control de las propiedades de los componentes derivados del apropiado diseño y control de las mezclas.
d. Estudiar el comportamiento de distintos mampuestos diseñados en función del estado de solicitaciones según el planteo estructural, cuando se varían tipo de bloques (dimensión y forma), suelos, dosificaciones, dimensiones de muros, aberturas, etc.

Metodología
Partiendo de la hipótesis de que es factible utilizar componentes de tierra cruda para la ejecución de mamposterías según las exigencias de las normas vigentes controlando sus propiedades en función de la aplicación de técnicas y métodos adecuados, la metodología de trabajo utilizada consistió en:

a. Estudio de las variables que inciden en las propiedades del BTC y BaTC, a fin de optimizar las mezclas y modos de ejecución para asegurar la obtención de los valores propuestos. Base del mismo fue el análisis previo de la información existente y su verificación a través de pruebas de laboratorio.
b. Ensayos de laboratorio de bloques y elementos constructivos, según protocolos normalizados para la determinación de propiedades físicas y mecánicas de otros materiales y explorar su posible adecuación y aplicación sistemática para el caso.
c. Registro de datos; análisis de resultados, verificación de aciertos y/o errores en cada una de las soluciones propuestas, desde la concepción del diseño hasta la comprobación de su comportamiento en obra en el largo plazo.

Desarrollo y resultados
ETAPA I: Diseño del mampuesto

Forma y dimensiones
Se utilizaron dos tipos de bloques comprimidos, diferentes en cuanto a forma, dimensiones y su incorporación en la mampostería, a saber:

a. El BTC (CINVA-RAM) de 29,00 cm x 14,00 cm x 0,10 cm -largo, ancho y alto respectivamente- utilizado en la ejecución de mampostería con junta de asiento, en muros de muros portantes, con aparejos tipo francés (29 cm de espesor).

b. El BaTc-I, componente diseñado por el CRIATiC para el sistema LAMARS, de 0,36 cm x 0,18 cm x 0,10 cm -largo, ancho y alto respectivamente- aplicado en la ejecución de mampostería sin morteros de asiento. Este componente, por su diseño, permite resolver los aparejos mediante nervaduras que los traban en forma mecánica sin adherencia química entre sí, disminuyendo considerablemente la rigidez del muro. El BaTc-I es el primer modelo de bloque articulado, estudiado en el Centro; sus dimensiones permiten trabarlos al 50 % de su longitud, y fueron diseñados para ser dispuestos a soga. En la actualidad se está ensayando el BaTc-III, expuesto en el póster que por cuerda separada se presenta en este SIACOT.

Materiales
Ambos tipos de bloques se fabrican con idénticas mezclas de tierra y cemento, dosificados convenientemente en volúmenes aparentes.
La variada procedencia de la materia prima demandó en ocasiones su corrección mediante la mezcla de diferentes tierras, o la adición de arena para mejorar sus cualidades. Las características de la tierra empleada se analizaron en forma constante para asegurar su calidad, dado el importante volumen requerido para la fabricación de aproximadamente 30.000 unidades de mampuestos. Se procesó en total, sólo para la construcción de los muros del CRIATiC, alrededor 250 m^3 de tierra en estado suelto considerando el desperdicio natural, resultado de la selección por tamizado
Los ensayos de laboratorio determinaron como la tierra más apropiada para alcanzar las propiedades pre-establecidas, debía contener aproximadamente 60 % de limo, 30 % de arena y 10 % de arcilla.

Dosificación de las mezclas
Para definir la dosificación más adecuada en las mezclas de tierra-cemento con las que se obtuvieran las citadas propiedades físico-mecánicas y condiciones de máxima economía, se estudiaron distintos tipos de tierra, influencia del tamaño máximo del grano (TMG), variación de la cantidad de cemento, cantidad de agua de amasado y se determinaron porcentajes de absorción, variaciones de resistencia en función del estado hídrico del bloque, etc.

Fabricación
La fabricación de los BTC, se realizó con la máquina CINVA-RAM. Para los BaTc-I, se usó una máquina similar desarrollada en el CRIATiC con dimensiones diferentes, placas desmontables que definen diferentes formas del bloque articulado, modificándose además la tasa de compresión.

Se consideró conveniente optimizar el proceso de desmenuzado y tamizado de la tierra, empleando una máquina moledora-mezcladora para reducir el remanente (aproximadamente 30 %) y tiempo empleado en la operación manual. En 8 horas de trabajo se produjeron 250 bloques entre cuatro personas (beneficiarios de planes asistenciales, sin calificación previa).

ETAPA II

El comportamiento de las mamposterías de BTC, se encuentra aún en etapa de investigación en la Argentina. Los trabajos desarrollados por los distintos centros que estudian el tema, no llegaron todavía a conclusiones definitorias requeridas para establecer una normativa, que respalde jurídicamente y técnicamente a los responsables de autorizar la ejecución de de obras con este tipo de material.

El reglamento existente para materiales convencionales es claro en cuanto a disposiciones establecidas para asegurar su comportamiento confiable frente a la acción de solicitaciones estáticas y dinámicas. Dicha confiabilidad parte naturalmente de un adecuado diseño constructivo-estructural y de la verificación de estrictas propiedades físicas y mecánicas de los materiales, componentes y elementos constructivos que intervienen en el sistema
Conforme a ello, se adoptó el criterio de aplicar la normativa vigente en la ejecución de muros de mampostería de BTC (componentes básicos y mortero de asiento) par verificar si los resultados obtenidos se enmarcan dentro de los valores exigidos para otros materiales.

En tal sentido se utilizó el Reglamento CIRSOC 103 Parte III “CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERÍA” y se tuvieron en cuenta los nuevos proyectos de reglamento CIRSOC 501 “REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA” y CIRSOS 501-E “REGLAMENTO EMPÍRICO PARA CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERÍA DE BAJO COMPROMISO ESTRUCTURAL”, ambos en etapa de discusión.
En el capítulo 5 “CALIDAD DE LOS COMPONENTES DE LA MAMPOSTERÍA” , artículo 5-1 “Mampuesto” se establece:…”En muros resistentes, se admitirá la utilización de mampuestos elaborados con materiales distintos de los especificados, siempre que se satisfagan los requisitos que en este reglamento se establecen para los mampuestos cerámicos y de hormigón, lo que deberá comprobarse mediante ensayos…”

Basado en tal prescripción, se diseñaron las mezclas de suelo-cemento para obtener los valores de trabajo exigidos individualmente para mampuestos y morteros y para la mampostería en su conjunto. La comprobación requerida se realizó de acuerdo a los establecido en los artículos 5 y 6 de dicho reglamento, obteniéndose los siguientes valores:

a- Mampuestos

Tipo de mampuesto	f'_u	f_{um}	$\delta_{m\ máx}$	Nº de muestras por lote	Nº de lotes
BTC	5,0 MPa	7,0 MPa	0,12	10 u	120

(Tab.1) Resistencia característica del BTC

Donde:

f'_u: resistencia característica del BTC
f_{um}: valor promedio de las resistencias determinadas mediante ensayos
δ_m: coeficiente de variación
Lote: conjunto de 250 unidades (producción diaria)

b- Morteros

Tipo de mortero	Calidad de resistencia	Resistencia mín a compresión a 28 días	Dosificación
N	Normal	5,0 MPa	1: cemento – 2: suelo 1: arena

(Tab.2) Resistencia del mortero

c- Mamposterías

La resistencia a compresión de la mampostería se determinó en base a la resistencia característica f'_u y de los mampuestos utilizados y el tipo de mortero empleado (Capítulo 6, artículo 6-1 del proyecto CIRSOC 501). El factor de correlación, entre f'_m y f'_u se adoptó de tabla 6.2 del mismo.

Esta decisión surge de investigaciones previas sobre el tema Mampostería de bloque comprimidos de tierra-cemento con junta de asiento, (Arias. Alderete, Mellace) donde los ensayos realizados oportunamente demostraron para el caso, la validez de la fórmula:

$$\underline{f'_m = f_1 \times f'_u}$$

Donde:

f'_m: resistencia a compresión de la mampostería
f'_u: resistencia a compresión de los mampuestos
f_1: factor de correlación

Se obtuvieron así, los siguientes valores:

Tipo de mampuesto	f'_u	Tipo de mortero	Resistencia mín a compresión 28 d	f_1	f'_m
BTC	5,0 MPa	N	5,0 MPa	0,35	1,75 MPa

(Tab.3) Características del BTC

En función de esto, se determinaron los módulos de elasticidad longitudinal y de corte de la mampostería según lo establecido en el artículo 6-2, párrafos 6-2-1 y 6-2-2 del citado reglamento. La verificación de tales valores se encuentra aún en proceso de ensayo.

$\underline{E_m = 850\ f'_m}$ $\Rightarrow$ $E_m = 1478{,}5$ MPa

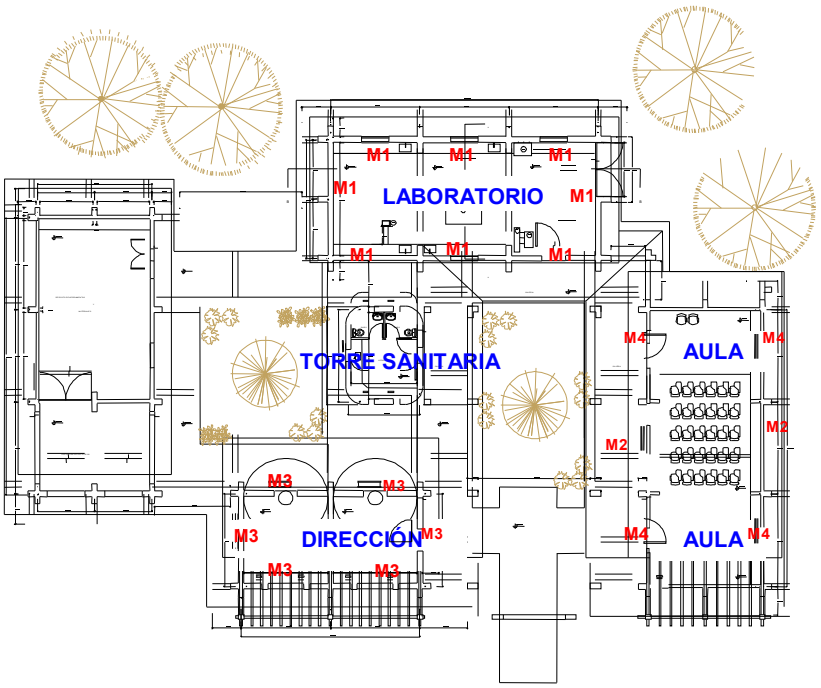
$\underline{G_m = 0{,}3\ E_m}$ $\Rightarrow$ $G_m = 446{,}2$ MPa

Siendo:

E_m: módulo de elasticidad longitudinal de la mampostería
G_m: módulo de corte de la mampostería

Consideraciones de diseño

El diseño estructural en tres de los cuatro volúmenes que integran la sede del CRIATiC, se basó en el uso de encadenados horizontales y verticales de hormigón armado, vinculados entre sí, enmarcando los cerramientos verticales. Las razones técnicas, constructivas, económicas, etc, se detallan en el trabajo "**Diseño y análisis estructural de componentes con tierra cruda"** presentado en este Seminario.



Consecuentemente, lo muros de mampostería fueron diseñadas y construidas para resistir cargas contenidas en su plano; de acuerdo a la clasificación de muros (CIRSOC 103, arte III capítulo "ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍAS-MUROS"), se consideran muros resistentes (artículo 7-1-2) y debido a que los mismos se encuentran confinados por columnas y vigas de encadenados se los define como "Mamposterías encadenadas" (artículo 7-2-1).

En el edificio del Laboratorio se trabajó con mamposterías encadenadas simple. En los ocales destinados al módulo-aula y módulo-dirección se utilizó mampostería encadenada armada.

En función de ello se establecen en la etapa de proyecto las condiciones a cumplir por dichos muros, indicadas en el cuadro siguiente:

Desig	Local	Clase	Dimensiones						Relaciones						Armadura mínima			
			Espesor (m)		Longitud (m)		Altura (m)		H/L		A panel (m^2)		A abertura (m^2)		Horizontal		Estribos	
			s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d
M1	Lab.	M.E.S	0,25 a 0,30	0,29	6	4,95	3,5	3,3	> 2,2	0,71	25	16,3	5,7	3,9	-	-	-	-
M2	Aula	M.E.A	0,25 a 0,30	0,29	6	4,95	3,5	3,3	< 2,2	0,71	25	16,3	5,7	3,9	2 ϕ 4,2 c/70 cm	2 ϕ 8 c/80 cm	ϕ 4,2 c/33 cm	ϕ 6 c/20 cm
M3	Direc.	M.E.A	0,11 a 0,17 9	0,14	4	4,5	2,8	2,8	< 2,2	1,87	25	4,2	-	-	2 ϕ 4,2 c/70 cm	2 ϕ 8 c/80 cm	ϕ 4,2 c/33 cm	ϕ 6 c/20 cm
M4	Aula	M.E.A	0,18 a 0,25	0,18	4,5	4,6	3,5	3,3	< 2,2	0,71	25	16,3	5,7	3,9	2 ϕ 4,2 c/70 cm	2 ϕ 8 c/80 cm	ϕ 4,2 c/33 cm	ϕ 6 c/20 cm

(Tab 4) Características muros CRIATiC

Donde:

M.E.S.: mampostería encadenada simple
M.E.A.: mampostería encadenada armada
M1 a M3: muros con BTC (con junta de asiento)
M4: muros con BaTC (bloque sin junta de asiento)
s/r: según reglamento para zona sísmica 2
s/d: según diseño adoptado

Aspectos constructivos

La vinculación entre muros y encadenados verticales se realizó con 2 barras de acero tipo III de 6 mm de diámetro y 500 mm de longitud (armadura de refuerzo) embutida en la mezcla de asiento, mortero cementicio 1:3 (cemento: arena), distanciadas verticalmente 0,50 m y ancladas al encadenado, tal como se especifica en el proyecto CIRSOC 501-E (artículo 7.3.2.4).

El espesor promedio de las juntas horizontales y verticales fue 12 mm (CIRSOC 501-E, artículo 1.0.1.2.), para facilitar el posterior "tomado" de juntas ya que se trata de muros con acabado a la vista. En los muros encadenados armados (M2 y M3), se colocaron armaduras longitudinales (2 ϕ 8 mm), vinculadas con estribos de 6 mm de diámetro separados horizontalmente cada 20 cm, y verticalmente cada 0,80 cm y embutidas en hormigón de gravillas de 4 cm de espesor (300 kg de cemento y 13 MPa de resistencia a compresión). Ajustado al reglamento, se colocaron en coincidencia con el nivel de antepecho y dintel de cada abertura (CIRSOC 103, parte III- artículo 9-17, tabla 14).
Los encadenados se llenaron después de levantar los muros, hasta la mitad de su altura, para obtener un anclaje efectivo de cada mampuesto en la columna. Cuando se alcanzó la altura final se llenó el resto.

Conclusiones

Los resultados obtenidos de la experiencia, permiten aseverar que es posible usar componentes constructivos de tierra cruda para la producción de muros con sistemas de mampostería en zonas de riesgo sísmico, con análogos comportamientos estructurales a la de los materiales convencionales.
En efecto, los valores logrados en los diferentes ensayos practicados conforme a la normativa existente, satisfacen las exigencias establecidas en los códigos vigentes para las propiedades físicas y mecánicas tanto de mampuestos y morteros como de la mampostería en su conjunto. Consecuentemente, resulta factible la utilización de BTC y BaTc en muros resistentes, bajo las condiciones estipuladas.

Una correcta identificación y clasificación de la tierra empleada, posibilita optimizar las mezclas de tierra-cemento para alcanzar una eficiente estabilización con lo que se logra mejorar las propiedades finales de los componentes: aumentar la resistencia final a rotura por compresión y corte; reducir la absorción de agua (máx. 16%); mejorar la terminación superficial, etc.

Aún cuando la experiencia se acotó al análisis de componentes básicos del sistema mampostería (BT y BaTc), es factible aceptar las conclusiones como válidas para el caso de muros monolíticos.

Bibliografía

*PROYECTO DE REGLAMENTO CIRSOC 501. *Reglamento argentino de estructuras de mamposterías.* INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.2005. (Proyecto en discusión pública).
*PROYECTO DE REGLAMENTO CIRSOC 501-E. *Reglamento empírico para construcciones de mamposterías de bajo compromiso estructural.* INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.2005. (Proyecto en discusión pública).
*ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. "Variación de la resistencia del BTC según distintos estados hídricos". En: Libro de Memorias III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (II SIACOT). Tucumán, Argentina. 2004. págs: 235-244.

*ALDERETE, Carlos E; ARIAS, Lucía E; MELLACE, Rafael F. “Optimización de mezclas de suelo-cemento”. En: CD de Memorias III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (II SIACOT). Tucumán, Argentina. 2004.
*MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. *Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda – Tucumán-Argentina – Etapa II: Construcción y monitoreo de prototipos.* Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda. Tucumán, Argentina. 2003.
*MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. *Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda – Tucumán-Argentina -Etapa I: diseño y ensayos previos.* Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda. Tucumán, Argentina. 2003.
*ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. *Mampostería de bloque comprimidos de tierra-cemento con junta de asiento.* Edición LEME. Serie: “Componentes constructivos de la envolvente” (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 2002.
*ALDERETE, Carlos E; ARIAS, Lucía E; MELLACE, Rafael F. *Control de la absorción en bloques comprimidos de suelo-cemento.* Edición LEME. Serie: “Componentes constructivos de la envolvente” (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 2002.
*MELLACE, Rafael F; ALDERETE, Carlos E.; ARIAS, Lucía E. *Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda: Sistema Constructivo "LAMARS.* I Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (I SIACOT). Salvador- Bahía- Brasil, 2002.
*ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. *Análisis sismorresistente - Proyecto CRITIC (Parte I): Mampostería de bloque comprimido de tierra-cemento*. Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Componentes constructivos de la envolvente (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina.2001.
*REGLAMENTO INPRES-CIRSOC 103. *Normas Argentinas para construcciones sismorresistentes, Parte III-Construcciones de mamposterías.* INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.1998
*MELLACE, Rafael F; ALDERETE, Carlos E. *Ensayos físico-mecánicos de suelo y componentes constructivos de tierra cruda. Salón de Fiestas K-Sama - Santa María*, *Catamarca.* Edición LEME. Serie: “Componentes constructivos de la envolvente” (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 1996.
*GALLEGOS, Héctor. *Albañilería Estructural.* Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. 2ª Edición corregida y aumentada.1989

Carlos Eduardo Alderete

Ingeniero Civil - Cursado completo Carrera de MAGÍSTER EN AUDITORÍA ENERGÉTICA - FAU - UNT. - Director Académico Carrera: Dr. Arq. Guillermo E. Gonzalo – Auxiliar Docente Graduado- "Construcciones I", Electiva "Arquitectura de Tierra Cruda" Facultad Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán - Director del Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME). INVESTIGACION: Categoría IV– otorgada por Consejo de Investigaciones de la UNT (CIUNT) -Integrante Equipo Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda (CRIATiC) – Miembro adjunto del Proyecto 6 PROTERRA (CYTED-HABYTED). Integrante RED- Protierra (Argentina)
Integrante Proyectos: - "Producción y Transferencia de Tecnologías de Tierra Cruda Apropiadas para la Construcción de Viviendas de Interés Social y Equipamiento del Hábitat Popular en el NOA." - "Tecnologías Constructivas para Viviendas de Interés Social y Equipamiento Rural y Periurbano en el NOA" - "Diseño y Transferencia de Tecnologías Alternativas en Tierra Cruda". Innovación Producida: Sistema Constructivo "LAMARS" -Prototipo Arquitectónico y Tecnológico: Construcción CRIATiC.
Participó como ponente en congresos, seminarios y jornadas; en actividades de transferencia: asistencia técnica, charlas y talleres de capacitación en centros vecinales, escuelas, comunidades rurales de Tucumán.
e-mail: carlosealderete@yahoo.com.ar

Lucía Elizabeth Arias

Ingeniera Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) /
e-mail: arias-alderete@arnet.com.ar, luciaelizabetharias@yahoo.com.ar

Rafael Francisco Mellace

Arquitecto.Candidato a Magister UBB-Chile. Profesor Titular de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán. Director proyectos CIUNT y ANPCYT. Director del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: rfmellace@herrera.unt.edu.ar, rfmellace@arnet.com.ar

Stella Maris Latina

Arquitecta. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: stellamarislatina@yahoo.com.ar

Mirta Eufemia Sosa

Arquitecta. Formación especializada de posgrado DPEA "Arquitectura de Tierra", CRATerre-EGA, Francia. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: mirta_sosa@hotmail.com

Irene Cecilia Ferreyra

Arquitecta. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: icferreyra@hotmail.com

4.2

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS CON TIERRA CRUDA

Lucía Elizabeth Arias* - Carlos Eduardo Alderete - Rafael Francisco Mellace
Stella Maris Latina - Mirta Eufemia Sosa - Irene Cecilia Ferreyra
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca Nº 1900 - Tucumán - Tel. 0381-4364093 - int. 7912/19
arias-alderete@arnet.com.ar, luciaearias@gmail.com

Palabras clave: estructura - sismorresistencia - tierra estabilizada

Resumen
El edificio sede del CRIATiC, prototipo experimental, en el que se aplican y monitorean innovaciones tecnológicas, representa en la actualidad una de las construcciones de tierra cruda de mayor importancia en la región. Está integrado por cinco cuerpos independientes en los que se aplican técnicas tradicionales y evolucionadas correspondientes a los tres principales sistemas constructivos: sistema monolítico (tapial); sistema de mampostería (BTC y BaTc) y sistema mixto (quincha y entortado). El diseño arquitectónico responde a requerimientos de uso en función de su destino, por lo cuál los cinco módulos se resuelven con volumetrías diferentes y distintos sistemas constructivos

Desde el punto de vista estructural, dado que la obra se encuentra emplazada en zona de riesgo sísmico (zona II-riesgo moderado), se planteó un diseño particular para cada módulo, afín a la resolución constructiva adoptada.

Si bien en el diseño arquitectónico del conjunto se tuvieron en cuenta las recomendaciones generales de sismorresistencia respecto de, por ejemplo, regularidad de formas, distribución de masas y rigideces, tamaño y ubicación de aberturas etc., en particular cada módulo responde en función del sistema estructural propuesto. En el trabajo se describen los criterios adoptados en cada caso.

La determinación de las solicitaciones por acciones dinámicas se basó en el método de la fuerza estática equivalente, descripta en el Reglamento INPRES-CIRSOC 103, norma que se usó como referencia, tanto para el dimensionado como para los ensayos físico-mecánicos de sus componentes, por analogía a lo establecido para otros materiales.
La determinación previa de solicitaciones por acciones estáticas y dinámicas permitió optimizar las dosificaciones de las mezclas a fin de obtener máxima economía en bloques, morteros de asiento, tapial, etc., lo que en la práctica resultó muy importante ya que permanentemente se debió reformularlas conforme al tipo de tierra disponible.

Las conclusiones del trabajo confirman la validez de aplicar la normativa existente, dado el similar comportamiento estructural de los elementos constructivos empleados respecto de los resueltos con materiales convencionales. La ocurrencia de tres sismos de mediana intensidad ocurridos durante la ejecución de la obra, sin consecuencia alguna, ratifican la hipótesis sustentada.

Introducción

La estabilidad de las construcciones afronta su momento de mayor riesgo, cuando es solicitada por la acción dinámica que ejercen los movimientos sísmicos. La energía liberada se transmite por el suelo afectando todo lo que en él se encuentra adherido; es precisamente en ese instante cuando deben responder apropiadamente, tanto por su diseño arquitectónico, estructural y constructivo como por su calidad de ejecución para brindar la seguridad requerida.

En la actualidad el diseño y construcciones de edificios realizados con materiales “convencionales” (ladrillos cerámicos macizos, bloques de hormigón, hormigón armado, etc.), se rigen por normas que determinan formas, dimensiones, disposiciones constructivas, propiedades características del material, componentes y elementos constructivos y procedimientos operativos, atendiendo requisitos de estabilidad y resistencia.

Contrariamente a lo que ocurre en el campo de la construcción convencional, en general no existen normas técnicas que establezcan las exigencias a que deben ajustarse las construcciones que utilizan la tierra cruda como material principal, en cualquiera de sus formas.

Se carece de una herramienta reglamentaria que especifique, por ejemplo, las reales posibilidades de carga y sobrecarga de las estructuras en función del material utilizado y su adecuado comportamiento frente a diversas solicitaciones a que pudieran ser sometidas; de esta forma las obras que corrientemente se ejecutan resultan sísmicamente vulnerables.

Esta realidad cobra importancia cuando se trata de construir con tierra en zonas de riesgo sísmico como lo es Tucumán y la región del NOA, generando gran resistencia su aceptación por parte de la población y en especial por organismos oficiales.

Al decir “construcciones de tierra”, se dispara automáticamente la idea de “barro - adobe”, socialmente ligada con “precariedad, insalubridad, pobreza”; si además se dice “sismo” es inevitable relacionarlas con “tragedia”. Estos prejuicios, basados en verdades a medias, constituyen el argumento indiscutido de los detractores de la tecnología de tierra.

Desde el CRIATiC, se trabaja para revertir esta idea tan arraigada en nuestra sociedad y demostrar que la tierra cruda es un material natural abundante que ofrece alternativas ciertas para ser utilizado en la construcción de edificios; estudiado con métodos científicos de análisis físicos, químicos, mecánicos, estructurales, etc., permite obtener con técnicas apropiadas un producto final de alto desempeño.

Sus líneas de trabajo buscan profundizar sobre ello y, paralelamente, sobre conceptos de diseño sismorresistente, para obtener la necesaria confiabilidad estructural. Con tal propósito, en la edificación del CRIATiC se utilizan diversas técnicas en la construcción de muros y techos con sistemas de mampostería (bloques comprimidos BTC y BaTc) y de tapial (muros monolíticos de tierra encofrada).



(Fig.1) BTC, BaTc y Tapial

Las investigaciones realizadas desde hace años, han posibilitado el diseño y ejecución de componentes y elementos constructivos con propiedades físicas y mecánicas reguladas, mediante el adecuado manejo de mezclas y técnicas de producción. Así se pudo definir texturas, colores, formas, dimensiones, pesos, estabilidad volumétrica, absorción, compacidad, resistencias mecánicas, etc., según requerimientos de diseño arquitectónico, estructural y constructivo; de confort higrotérmico y economía, etc.

Esto fue particularmente importante ya que, dada la envergadura de la obra se tuvo que trabajar con distintos tipos de suelo, por lo cuál se debió rediseñar permanentemente las mezclas para mantener las propiedades características preestablecidas. Estas propiedades se ajustaron a las resistencias a compresión mínima exigida por las normas para los distintos componentes, morteros y mamposterías determinadas mediante normalizados según especificaciones CIRSOC 103, Tomo III (Cap. 5 y 6). En el caso del tapial de adoptaron los mismos valores considerando un comportamiento elástico del mismo.

Los ensayos realizados dieron los siguientes valores:

a- Mampuestos

Tipo de mampuesto	f'_u	f_{um}	$f_{m\ máx}$	Nº de muestras	Aplicación
BTC	5,0 MPa	7,0 MPa	0,12	30 u	Mampostería c/junta de asiento
BaTc	5,0 MPa	7,0 MPa	0,12	30 u	Mampostería s/junta de asiento

(Tab.1) Resistencias características mampuestos

Donde:

f'_u: resistencia característica del BTC y BaTc
f_{um}: valor promedio de las resistencias medidas
f_m: coeficiente de variación

b- Morteros

Tipo de mortero	Calidad de resistencia	Resistencia mín a compresión a 28 días	Dosificación	Aplicación
N	Normal	5,0 MPa	1: cemento – 2: suelo 1: arena	Mampostería
I	Intermedia	10,0 MPa	1: cemento – 3: arena	Bóveda de cañón corrido

(Tab.2) Resistencias mínima a compresión de morteros

c- Muro resistente

Sistema constructivo	f'_u	Tipo de mortero	Resistencia mín a compresión 28 d	f_1	f'_m
Mampostería	5,0 MPa	N	5,0 MPa	0,35	1,75 MPa
Tapial	10,0 MPa	-	10,0 MPa	0,35	3,50 MPa

(Tab.3) Resistencia a compresión sistemas constructivos (mampostería y tapial)

Donde:

$\mathbf{f'_u}$: resistencia a compresión de los mampuestos
$\mathbf{f'_m}$: resistencia a compresión de la mampostería
$\mathbf{f_1}$: factor de correlación

Diseño Sismorresistente
En cada uno de los cuatro módulos que integran la obra se definió un planteo estructural diferente, acorde a su volumetría y tipo de sistema constructivo adoptado, fundado en los conceptos generales del diseño sismorresistente aplicable, a saber:

- *Regularidad de forma*
  Se diseñó cada volumen siguiendo una distribución modular que se repite obteniendo formas cuadradas o rectangulares, con simetría según las direcciones principales consideradas ortogonales.

- *Densidad de muros*
  En ambas direcciones se dispuso aproximadamente la misma distribución a fin de distribuir la fuerza sísmica en forma proporcional en cada uno de ellos.

- *Distribución de masas y rigideces*
  Los muros se distribuyeron simétricamente en planta para disminuir los efectos torsionales a valores mínimos. Se determinaron sus dimensiones (altura, espesor, largo) y la disposición y tamaño de aberturas de forma de tal que se evitaran excentricidades adicionales entre el centro de masa y el centro de rigidez de cada volumen y consecuentemente la fuerza sísmica actuante en cada uno de ellos.

- *Desplazamiento relativo*
  Para controlar el desplazamiento relativo de los muros se los vinculó con arriostramientos horizontales (inferiores y superiores) a nivel de cimientos y coronamiento a fin de disminuir las solicitaciones por flexión y corte en cada paño y en la unión entre éstos.
- *Ductilidad*
  Dada la notable rigidez, característica de este tipo de construcciones, fue necesario dotarla de la ductilidad apropiada para disipar, en su caso, la energía transmitida por la aceleración del suelo. Para ello se consideraron distintas alternativas como disposiciones constructivas, elementos y materiales que verificaran la hipótesis de cálculo (ver punto 2 de Soluciones Propuestas).

- *Valoración de esfuerzos*
  Se adoptó para evaluar la acción sísmica, el método de la fuerza estática equivalente, recomendado en el reglamento CIRSOC 103 – Parte I.
  La distribución de esfuerzos se realizó mediante el método de las áreas de influencia por las características del diseño. Los distintos elementos constructivos fueron diseñados para absorber la tensión básica de corte y verificados de acuerdo a las recomendaciones del reglamento CIRSOC 103 – Parte III, siempre que fuera posible.

Análisis de soluciones alternativas
Al analizar las soluciones factibles de aplicar en cada volumen, se planteó inicialmente la posibilidad de evitar el uso de hormigón armado como estructura sismorresistente. Para ello se consideraron aspectos relacionados con la compatibilidad de materiales, el impacto ambiental (ecología), economía y antecedentes históricos de construcciones que hoy perduran en áreas sísmicas, etc. al explorar soluciones alternativas que absorbieran las fuerzas de corte coplanar en los muros de BTC. En todos los casos se planteó arriostrar los muros horizontalmente a fin de controlar los desplazamientos relativos a causa de las aceleraciones del suelo. Algunas alternativas se exponen a continuación con el propósito de explicar cómo se llegó a la solución finalmente adoptada.

1- Variación de masas

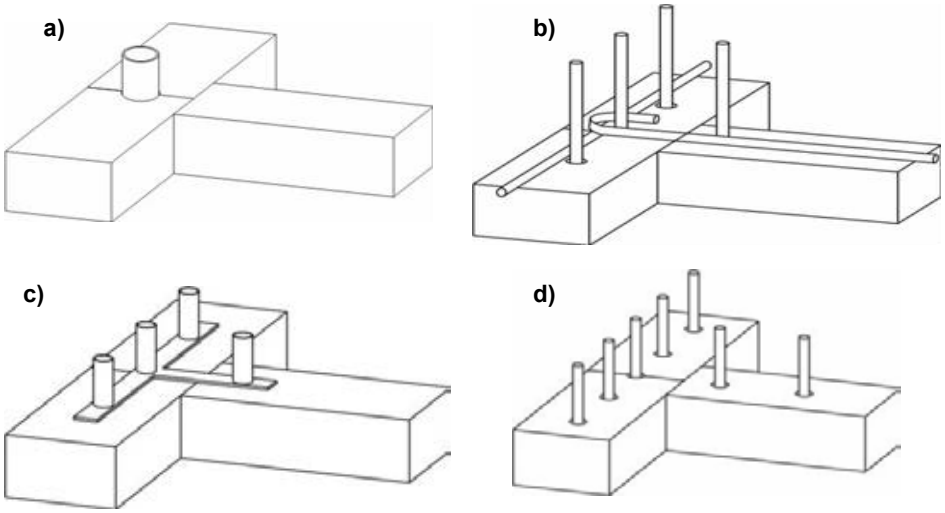
Esta solución requería aumentar el espesor de los muros conforme a la distribución en altura de las fuerzas de corte o bien incrementar considerablemente las secciones en nudos con lo cual se aumentaba la rigidez en perjuicio de la ductilidad. Por otra parte, al generar variaciones bruscas de rigidez se favorecía la posibilidad de corte en la unión vertical entre muros y por otra, significaba un incremento de costos no despreciable. Sumado a ello la escasa resistencia a tracción por corte diagonal de la mampostería, resulta claro por qué se desechó esta alternativa.

2- Refuerzos metálicos

Se analizó la posibilidad de utilizar bloques perforados para alojar en ellos refuerzos verticales metálicos (tubos o barras de acero) en:

- encuentros de muros (Fig. 2a- 2b y 2c)
  Esta solución aparentemente factible desde el punto de vista técnico, resultó extremadamente complicada de ejecutar en la práctica. Además de requerir de intervención de mano de obra calificada para la confección de grapas, anclajes, uniones, etc, se incrementaba considerablemente el tiempo y costo de obra.

- Distribuidos verticalmente en la longitud del muro (Fig. 2d)
  La incorporación de barras de acero de ϕ 8mm ó ϕ 10 mm distribuidas a lo largo de los muros, resolvía en principio el aspecto técnico - estructural pero complicaba la ejecución de los trabajos en obra y obligaba a reforzar el sector de nudos, significando por otra parte una importante cantidad de armadura y consecuentemente mayores costos.



(Fig. 2) Refuerzos metálicos

3- Refuerzos de madera

Se consideró el uso de refuerzos de madera en formas de escuadrías (secciones macizas o compuestas), inclusive el empleo de cañas bambúceas, conforme a los antecedentes bibliográficos. La generalizada tendencia de combinar estos materiales de origen vegetal con la tierra cruda por razones de compatibilidad, disponibilidad, etc., contrasta con las condiciones particulares del medio local, donde la excesiva humedad ambiente exige un tratamiento de protección y mantenimiento permanente para evitar la aparición de fisuras en las zonas de contacto por efecto de las variaciones volumétricas que dificultan la apropiada adherencia con los componentes básicos de los muros y el trabajo solidario ante la acción de un sismo.

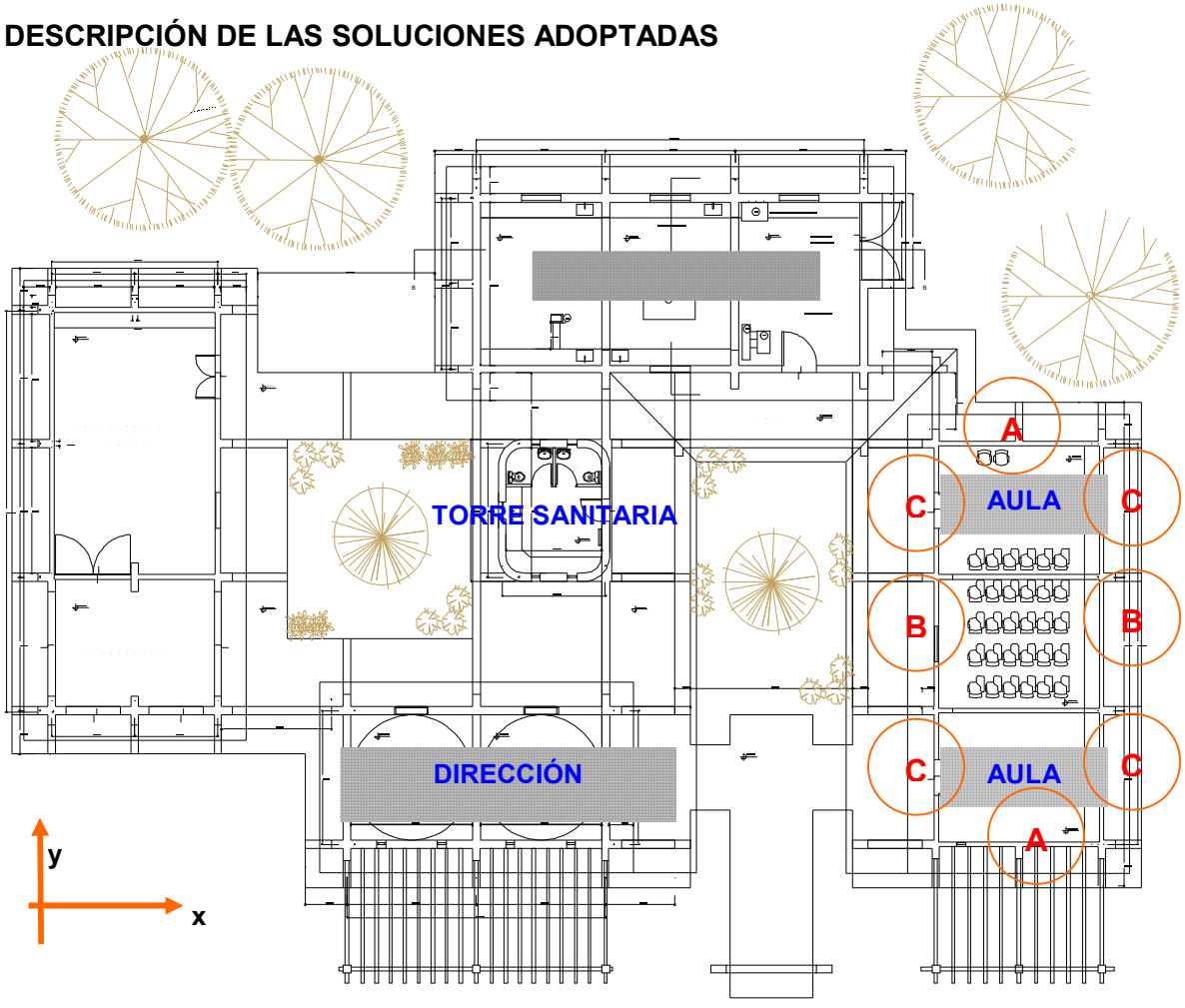
4- Refuerzos de hormigón armado

Como resultado de lo antedicho, se decidió finalmente el uso de de refuerzos (encadenados verticales y horizontales) de hormigón armado, por las siguientes razones:

- Estructuralmente cumplen con los reglamentos vigentes y con los criterios usuales de ingeniería sismorresistente. Los encadenados verticales colaboran para mantener la integridad del muro anclándolo a los encadenados horizontales y a los cimientos, restringiendo la flexión perpendicular y el corte coplanar.

- Constructivamente responden a una modalidad ampliamente conocida por lo que su ejecución resultó sencilla para la mano de obra disponible, debiéndose sólo verificar el cumplimiento de las recomendaciones de normas existentes, Del análisis de costo efectuado, considerando todas los factores involucrados (materiales, mano de obra y tiempos de ejecución) resultó el más recomendable para lograr el fin buscado (eficacia constructiva-estructural y economía).

DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS



(Fig. 3) Planta general CRIATiC

1. Modulo-Laboratorio

El cuerpo destinado al laboratorio se desarrolla en tres módulos de 4,95 m de ancho y 7,00 m de largo, cubriendo una superficie total de 104 m^2. Su diseño arquitectónico-funcional responde a la necesidad de espacios libres importantes en su interior. Su volumetría se define con cerramientos verticales (CV) de 3,60 metros de altura realizados con sistema de mampostería. El techo resuelto con tres bóvedas de cañón corrido, respeta la expresión formal de las construcciones existentes, cubriendo una superficie total de 140 m^2 aproximadamente, en proyección horizontal en planta.

Con el objeto de verificar la aplicabilidad de la normativa se diseñaron los distintos elementos constructivos, respetando las exigencias del CIRSOC 103, Parte III y los Proyectos de reglamento CIRSOC 501 y CIRSOC 501-E, (discusión), todos referidos a las construcciones de mamposterías.

Los CV se diseñaron como muros resistentes (mampostería encadenada simple s/clasificación CIRSOC 103, Parte III, cap. 7). Estos se confinan con encadenados horizontales y verticales de hormigón armado, vinculados entre sí. Los mampuestos de BTC unidos con mezcla de asiento se disponen según aparejo francés; fueron ensayados en laboratorio, de acuerdo a lo establecido en los cap. 5 y 6 del CIRSOC 103, Parte III.

En el diseño de los muros se verificó el cumplimiento de la norma, respecto de:

Altura muro:	H = 3,30 m.	(entre encadenados horizontales I-S)
Longitud muro:	L = 4,65 m.	($L_{máx}$ = 6 m)
Espesor:	e = 300 mm.	
Relación H/L	E = 0,71	(< 2,6 $L_{máxima}$)
Superficie muro:	A = 15,30 m^2	($A_{máx}$ = 25 m^2);
Área Ventanas:	A_{abv}= 2,25 m^2	(<35 % A pared);
Área puertas:	A_{abp}= 3,8 m^2	

Las aberturas se ubicaron centradas respetándose las recomendaciones respecto a distancias mínimas a los bordes y la relación vacío/lleno en cada paño.

La vinculación de los paños de muro con los encadenados verticales se logró con dos barras de acero de 6 mm de diámetro y 0,60 m. de longitud, colocados horizontalmente en juntas de mortero cementicio cada cuatro hiladas (aproximadamente 0,50 m).

Los encadenados se calcularon considerando el comportamiento anelástico de la mampostería, como condición de máximo riesgo. Las armaduras se determinaron en función de las solicitaciones actuantes reforzando las zonas críticas de cada elemento con la densidad de estribos requeridas por las tensiones de corte.

En todos los casos se trabajó con acero tipo III DN y hormigón H13 ($\sigma`_{bk}$= 13 MPa resistencia última).

El diseño del techo en cuanto a forma, responde al estilo arquitectónico del entorno en el cual fue emplazada la obra y a la intención de difundir y extender el uso del BTC a otro tipo de soluciones constructivas. Para ello, se apropió un sistema conocido, bóvedas de cañón corrido, que mediante una técnica de ejecución sencilla, rápida y económica, posibilitó su construcción con el auxilio de cimbras deslizantes desarrolladas en el CRIATiC.

El adecuado comportamiento estructural de este tipo de solución fue verificado para cargas estáticas y dinámicas en techos (bóvedas cerámicas) existentes hace más de 30 años en la FAU.

El fundamento estructural es simple: por un lado, el perfil de la generatriz asegura el trabajo del BTC a compresión pura; por otro, una capa de hormigón armada colada in situ absorbe las solicitaciones eventuales de tracción que pudieran generar acciones dinámicas (viento, sismo etc.).

Las bóvedas tienen una luz de 4,65 m., 1,40 m. de flecha y un largo total de 8,30 m. El diseño de la traza más conveniente se estudió y verificó mediante ensayos previos, para adecuar formas y estados tensionales.
En su diseño, se intentó con una traza circular, pero trabajar dentro de los valores recomendables de luz, flecha, radio, etc., implicaba aceptar flechas demasiado bajas que no daban el perfil buscado. Se planteó también una traza elíptica, pero el estado de solicitaciones generaba esfuerzos de flexión en el arranque.
La solución en ambos casos requería un incremento de altura de las vigas en el arranque de las bóvedas, lo que no resultaba posible debido a que, en un caso no se podía perder la altura libre interior y en otro, no se podía aumentar la altura de los CV por estar al límite de los valores exigidos por normas para muros resistentes de mampostería.
Finalmente se decidió trabajar con una traza parabólica (inicialmente resistida desde el punto de vista formal) por responder adecuadamente a la línea de presiones.

Las características de los bloques y morteros se ajustaron a los valores exigidos por las normas para su uso como muros resistentes de mampostería simple.

Tipo de mampuesto	f'_u	Tipo de mortero	Resistencia mín a compresión 28 días	f_1	f'_m
BTC	5,0 MPa	I	10,0 MPa	0,5	2,25 MPa

(Tab.4) Resistencias para mampostería de BTC
Donde:

f'_m: resistencia a compresión de la mampostería
f'_u: resistencia a compresión de los mampuestos
f_1 : factor de correlación
I : resistencia intermedia. Se utilizó mortero cementicio MC 1:3 (cemento: arena)

Dado que el eventual efecto de fuerzas dinámicas actuando lateralmente sobre las bóvedas provocaría el desplazamiento de la línea de presiones fuera del tercio medio de la sección, generando esfuerzos de tracción por flexión en los bordes, se resolvió disponer una cáscara de hormigón armado de 4,00 cm. de espesor con malla electro soldada de acero ø 4,20 mm. y 15,00 cm. x 150,00 cm. de abertura.

2. Modulo-Aulas

El diseño arquitectónico formal y el planteo estructural mantienen idénticos criterios a los expuestos para el módulo- laboratorio. La diferencia radica en el tipo de CV adoptado, que responden a sistemas constructivos distintos.
En este caso se dispusieron paños laterales en la dirección del eje x-x, (paños A) construidos con tierra estabilizada compactada in situ (tapial de 0,30 cm. de espesor). En la dirección y-y, se construyeron muros resistentes de mampostería armadas encadenada (BTC) del mismo espesor, con juntas de asiento y refuerzos horizontales (paños B) y muros de mampostería encadenada armada de 0,18 cm. de espesor, sin juntas de asiento (BaTc-I sistema LAMARS) en los extremos (paños C), tal como se indica en (Fig. 3).

No obstante no ajustarse estrictamente a algunas de las recomendaciones establecidas en proyecto de Reglamento CIRSOC 501 y 501-E (en discusión) para estructuras de mampostería, referente a la variación del tipo de materiales, el comportamiento global de la estructura a partir del análisis particular de sus componentes permite prever una respuesta eficiente ante solicitaciones sísmicas; en efecto:

- El edificio en su totalidad está dotado de un reticulado espacial materializado por encadenados horizontales y verticales de hº aº que confinan cada paño de muro. Este reticulado, sin

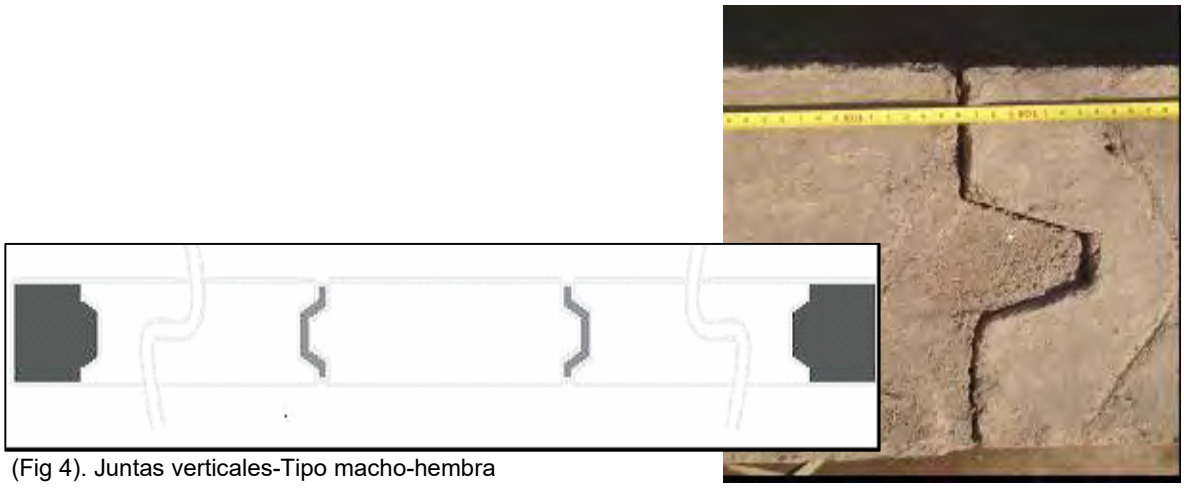
barras de extremo libre, fue diseñado y calculado para absorber el 100 % de la fuerza dinámica, suponiendo para los muros un comportamiento no lineal durante la excitación sísmica.

- Cada muro se dispuso conforme a las características de sus componentes, de modo de conservar la simetría de formas y la regularidad de masas y rigideces a fin de evitar excentricidades relativas entre el centro de acción de la fuerza sísmica y el centro de reacción de la estructura. De esta manera se evita la ocurrencia de efectos torsionales que incrementarían el valor absoluto de la fuerza sísmica solicitante sobre cada elemento.

- Los muros de mamposterías con juntas de asiento (paños B), presentan las mismas características constructivas de los del módulo-laboratorio; se agregan en este caso, refuerzos longitudinales para mejorar la ductilidad y mantener la integridad del conjunto. Esto responde a lo establecido en el reglamento CIRSOC 103 Parte III, art.7.8. Esta armadura absorbe las fuerzas de tracción que se producen en los muros por acción de corte diagonal, cuando el muro se plastifica por figuración.

- Los muros de mampostería sin juntas de asiento (paños C), se dispusieron en forma colineal con los muros con juntas y en la determinación de su espesor (180mm.) se tuvo en cuenta todas las disposiciones reglamentarias respecto de longitudes, alturas y áreas de paño; áreas máximas de aberturas; relación vacíos/lleno etc. Con ello se satisface además los requisitos para un adecuado comportamiento higrotérmico. El hecho de que los componentes básicos (BaTc-I) se articulan entre sí mecánicamente sin junta de asiento, le otorga mayor ductilidad a la mampostería, favoreciendo la disipación de energía en caso de sismos. La inclusión de armadura longitudinal, contribuye a la resistencia a compresión y flexión, al tiempo de mantener la integridad del muro si éste abandonara su comportamiento elástico.

- Los muros monolíticos (tapial) se dispusieron en los planos laterales o cabeceras del módulo-aulas (paños A). Al carecer de las juntas de asiento propias del sistema de mampostería (generadoras de eventuales planos de falla) ofrece mejores respuestas frente a las solicitaciones de compresión y de corte paralelo y diagonal al eje del paño. Dado que su comportamiento se puede asimilar a la de un tabique de baja ductilidad con escasa respuesta a tracción y flexión, se diseñaron soluciones constructivas para mejorar su comportamiento estructural, resolviendo juntas verticales (tipo macho-hembra) (Fig. 4) dispuestas en los bordes del tercio medio de la longitud del muro, lugar donde las fuerzas de corte perpendicular son aún más reducidas. La idea fue incorporar, como una especie de rótula plástica, un disipador de energía en esos planos transversales.



(Fig 4). Juntas verticales-Tipo macho-hembra

3. Modulo-Torre servicios

En su resolución se aplicó la técnica de muros monolíticos, dispuestos según una distribución modular en planta que permite la utilización de sólo un par de moldes (tapialeras) de idéntico diseño. Estructuralmente se comporta como un tubo rígido de paredes portantes y de espesor constante (0,30 cm.), donde las aberturas fueron dispuestas de tal manera de lograr simetría de formas, masas y rigideces.

Se aplicaron los principios generales de composición estructural especificados en el capítulo 8 del reglamento CIRSOC 103 Parte III. Los muros se encuentran encadenados horizontalmente a nivel inferior, medio y superior, para controlar los desplazamientos relativos de cada paño durante posibles efectos sísmicos. A mitad de su altura (entrepiso de servicio) y vinculada al encadenado, se colocó una placa rígida conformada por una losa de viguetas premoldeadas con capa de compresión de hormigón de 4,00 cm, que estáticamente colabora para soportar cargas gravitatorias, respetando lo indicado en el CIRSOC 103 Parte III, párrafo b, art. 4.1.1.2. Considerado como un diafragma resistente, la distribución de las solicitaciones a ese nivel se distribuirá proporcionalmente a la rigidez de cada muro, que al ser aproximadamente iguales asegura el trabajo solidario de los cuatro módulos del tapial.

Los encadenados se vinculan en el sentido vertical con barras de acero tipo III de ø10, 00 mm. espaciados cada 60,00 cm, que, inmersos en la masa del tapial, arrancan desde el cimiento y finalizan en el encadenado a nivel del coronamiento. Esta armadura colabora además en la absorción de las solicitaciones por corte en la dirección del muro; su sección se determinó considerando un comportamiento inelástico de los muros, como situación de máximo riesgo.

La resolución constructiva responde a idénticos criterios aplicados en los muros cabeceros del módulo-aula, adoptándose el mismo tipo de juntas de construcción para absorber eventuales movimientos por retracción de secado y a la vez incorporar un mecanismo disipador de energía a modo de rótula plástica para mejorar la ductilidad global de la construcción.

En el diseño de los muros, se aplicaron las pautas del CIRSOC 103 Parte III y sus proyectos 501 y 501-E en lo referente a espesor, altura y longitud de paño, tomando para éste la distancia entre dos juntas constructivas verticales (se las considera como dispositivos de ductilidad).

Las dimensiones de las aberturas son inferiores al 10 % de cada paño y están reforzadas por una estructura resistente de hormigón armado premoldeado a modo de reja y marco rígido. En antepechos y dinteles se colocaron armaduras horizontales pasantes cada 60 cm a cada lado de los mismos.

Con respecto al material, se realizaron pruebas de laboratorio para determinar las dosificaciones adecuadas en función del tipo de tierra disponible, a fin de asegurar a los muros la capacidad de responder a solicitaciones estáticas y dinámicas bajo comportamiento elástico.

Los datos obtenidos se sintetizan a continuación:

Composición tierra (%)				**Dosif Tierra/cemento**	$f_u = 0{,}65\ f'_{um}$	f'_{um}	f_u	σ_f	$\tau_\perp$	τ_d
L	**Arc**	**Ar**	**IP**		**(MPa)**					**MPa**
60	30	10	8-10	1:8	6,5	10,7	0,12	0,10		4

(Tab 5) Dosificaciones y resistencias para tapial

4. Modulo-Dirección

Se adoptó una volumetría dada por dos módulos idénticos en superficie y forma a los del conjunto; pero con una altura más baja, acorde a su destino.

Los CV se ejecutaron con mampostería de BTC con juntas de asiento, mientras que el techo se resuelve con cúpulas cilíndricas sustentadas sobre una losa de hormigón armado (acero tipo III y hormigón de 13,00 MPa) que vuela hacia los laterales de los muros 0,60 m.; en el centro una viga anular de igual diámetro recibe las cargas de cada cúpula.

Estructuralmente, el techo se considera como cerramiento horizontal con capacidad resistente a cargas estáticas y dinámicas, sin llegar a conformar un diafragma resistente para la distribución de esfuerzos y solicitaciones. A nivel de coronamiento las deformaciones se controlan con los encadenados superiores de hormigón armado. A diferencia de los casos anteriores se distribuye el peso del techo en todos los muros perimetrales uniformando de esta manera, el estado de solicitaciones en cada uno.

Las cúpulas, se resolvieron con ladrillos cerámicos macizos de 15,00 cm. de espesor, alternando cada cuatro hiladas, una de BTC asentados con mortero aéreo reforzado (MAR), en proporciones ¼:1:3 (cemento: cal: arena). Tienen un diámetro de 4,00 m. y 1,40 m. de flecha, con generatriz circular. Para su ejecución se utilizó un compás diseñado para asegurar la horizontalidad de las hiladas y una curvatura circular y constante. Exteriormente están revestidas con una capa de hormigón de 4,00 cm. de espesor y malla electro soldada de acero ø 4,20 mm. y 15,00 cm. x 150,00 cm. de abertura para absorber las posibles tracciones que pudieran surgir por efectos de las acciones sísmicas.

Las cargas generadas son transmitidas al suelo de fundación a través de muros resistentes de mampostería encadenada armada dispuestos, con el mismo concepto que en los módulos laboratorio y aula, en forma horizontal y vertical, vinculados entre sí espacialmente y confinando los muros; la diferencia en este caso radica en que se adoptó un espesor de 15,00 cm., como una alternativa acorde a la menor altura de estos CV (2,80 metros).

Ajustado al planteo arquitectónico modular como objeto formal de diseño, los muros del módulo-dirección no se ajustaban estrictamente por sus dimensiones a los valores exigidos en las normas. La longitud de diseño de 4,65 m. supera en 15% la recomendada por el CIRSOC 103 Parte III (art. 9, párrafo 9.2, tabla 13) y proyecto CIRSOC 501-E (cap. 7, art. 7.2.2 y tabla 4) para muros resistentes de mampostería de 150 mm. de espesor; ello hubiera permitido importantes esfuerzos de tracción producidos por excentricidad de las cargas verticales durante la acción sísmica, cuando ésta actúa perpendicular al plano del muro.

Para salvar tal situación, se ejecutó un contrafuerte de hº aº 1,00 m. de longitud y 15,00 cm. de espesor en el centro de cada paño en correspondencia con las aberturas, hasta la altura del antepecho. Este tabique inserta verticalmente sus armaduras al encadenado inferior y a las armaduras horizontales del muro y por los laterales de las aberturas al encadenado superior. Horizontalmente se dispusieron armaduras pasantes ancladas en los muros 60,00 cm a cada lado.

En el marco cajón de las carpinterías se coló un hormigón de granza fina para que trabajara con las armaduras pasantes como un enmarcado de hormigón armado, reforzándose de esta forma la zona más solicitada por los esfuerzos de corte en el plano del muro en sentido vertical. Esa solución posibilitó considerar dos paños de menor longitud enmarcados a ambos lados de las aberturas, conforme a las pautas de diseño recomendados por la norma.

Conclusiones

Los resultados obtenidos, aún cuando restan analizar futuros datos del monitoreo a que se someterán todos los elementos constructivos de la obra, confirman la validez de aplicar la normativa existente para materiales convencionales, dado el similar comportamiento estructural verificados al presente. La ocurrencia de tres sismos de mediana intensidad durante la ejecución sin consecuencia alguna, ratifican hasta aquí la hipótesis sustentada.

Se confirma la convicción de que la tierra cruda estudiada con rigor técnico-científico mediante análisis físicos, químicos, mecánicos, estructurales, y aplicada con técnicas y sistemas constructivos apropiados es un material que ofrece posibilidades ciertas de obtener un producto final -el edificio- estructuralmente confiable.

Por otra parte el modelo de gestión, interactuando el CRIATiC con organismos oficiales y la participación durante todo el proceso de mano de obra no calificada (desempleados beneficiarios de programas asistenciales), sumados a la facilidad de transferir la experiencia a otros campos de la comunidad, alientan la posibilidad de generar emprendimientos productivos en los sectores socialmente más vulnerables de la región.

Los autores agradecen la colaboración al Arq. Maximiliano Rapisarda

Bibliografía

*PROYECTO DE REGLAMENTO CIRSOC 501. *Reglamento argentino de estructuras de mamposterías.* INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.2005. (Proyecto en discusión pública).

*PROYECTO DE REGLAMENTO CIRSOC 501-E. *Reglamento empírico para construcciones de mamposterías de bajo compromiso estructural.* INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.2005. (Proyecto en discusión pública).

*ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. "Variación de la resistencia del BTC según distintos estados hídricos". En: Libro de Memorias III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (II SIACOT). Tucumán, Argentina. 2004. págs: 235-244.

*ALDERETE, Carlos E; ARIAS, Lucía E; MELLACE, Rafael F. "Optimización de mezclas de suelo-cemento". En: CD de Memorias III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (II SIACOT). Tucumán, Argentina. 2004.

*MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. *Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda – Tucumán-Argentina – Etapa II: Construcción y monitoreo de prototipos.* Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda. Tucumán, Argentina. 2003.

*MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. *Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda – Tucumán-Argentina -Etapa I: diseño y ensayos previos.* Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda. Tucumán, Argentina. 2003.

*ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. *Mampostería de bloque comprimidos de tierra-cemento con junta de asiento.* Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos de la envolvente" (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 2002.

*ALDERETE, Carlos E; ARIAS, Lucía E; MELLACE, Rafael F. *Control de la absorción en bloques comprimidos de suelo-cemento.* Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos de la envolvente" (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 2002.

*MELLACE, Rafael F; ALDERETE, Carlos E.; ARIAS, Lucía E. *Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda: Sistema Constructivo "LAMARS.* I Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (I SIACOT). Salvador- Bahía- Brasil, 2002.

*ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. *Análisis sismorresistente - Proyecto CRITIC (Parte I): Mampostería de bloque comprimido de tierra-cemento*. Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Componentes constructivos de la envolvente (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina.2001.

*REGLAMENTO INPRES-CIRSOC 103. *Normas Argentinas para construcciones sismorresistentes, Parte III- Construcciones de mamposterías.* INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.1998

*MELLACE, Rafael F; ALDERETE, Carlos E. *Ensayos físico-mecánicos de suelo y componentes constructivos de tierra cruda. Salón de Fiestas K-Sama - Santa María*, *Catamarca.* Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos de la envolvente" (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 1996.

*GALLEGOS, Héctor. *Albañilería Estructural.* Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. 2ª Edición corregida y aumentada.1989

Lucía Elizabeth Arias

Ingeniera Civil - Cursado completo Carrera de MAGÍSTER EN AUDITORÍA ENERGÉTICA - FAU - UNT. - Director Académico Carrera: Dr. Arq. Guillermo E. Gonzalo – Auxiliar Docente Graduado- "Construcciones I" y Electiva "Arquitectura de Tierra Cruda" Facultad Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán - INVESTIGACION: Categoría IV – otorgada por Consejo de Investigaciones de la UNT (CIUNT) -Integrante Equipo Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda (CRIATiC) –Miembro adjunto del Proyecto 6 PROTERRA (CYTED-HABYTED). Integrante RED- Protierra (Argentina)
Integrante Proyectos: - "Producción y Transferencia de Tecnologías de Tierra Cruda Apropiadas para la Construcción de Viviendas de Interés Social y Equipamiento del Hábitat Popular en el NOA." - "Tecnologías Constructivas para Viviendas de Interés Social y Equipamiento Rural y Periurbano en el NOA" - "Diseño y Transferencia de Tecnologías Alternativas en Tierra Cruda". Innovación Producida: Sistema Constructivo "LAMARS" -Prototipo Arquitectónico y Tecnológico: Construcción CRIATiC.
Participó como ponente en congresos, seminarios y jornadas; en actividades de transferencia: asistencia técnica, charlas y talleres de capacitación en centros vecinales, escuelas, comunidades rurales de Tucumán.
e-mail: arias-alderete@arnet.com.ar , luciaearias@gmail.com

Carlos Eduardo Alderete

Ingeniero Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: carlosealderete@yahoo.com.ar

Rafael Francisco Mellace

Arquitecto.Candidato a Magister UBB-Chile. Profesor Titular de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán. Director proyectos CIUNT y ANPCYT. Director del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: rfmellace@herrera.unt.edu.ar, rfmellace@arnet.com.ar

Stella Maris Latina

Arquitecta. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: stellamarislatina@yahoo.com.ar

Mirta Eufemia Sosa

Arquitecta. Formación especializada de posgrado DPEA "Arquitectura de Tierra", CRATerre-EGA, Francia. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: mirta_sosa@hotmail.com

Irene Cecilia Ferreyra

Arquitecta. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: icferreyra@hotmail.com

4.3

LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO ELABORADOS CON SUELOS SUPERFICIALES Y BARROS DE EXCAVACIÓN PARA PILOTES

Hugo Begliardo* - Mirta Sánchez - M. Cecilia Panigatti
Silvia Casenave - Gerardo Fornero
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rafaela
Bv. Roca 989 – 2300 Rafaela (SF) – Tel/Fax (03492)-32710/432702
laboratorio.civil@frra.utn.edu.ar - www.frra.utn.edu.ar

Palabras clave: ladrillos de suelo-cemento - viviendas de interés social - barros de excavación

Resumen
En el centro-oeste santafesino, al igual que en otras regiones de la República Argentina, el suelo es el recurso natural más abundante, sino el único, para ser utilizado como material de construcción. Tradicionalmente ha sido aprovechado para la confección de ladrillos cocidos comunes de elaboración artesanal, técnica ampliamente difundida en la región. Su utilización en condición cruda y estabilizada es resistida y hasta desconocida en las distintas esferas de la población, sea por razones de uso, costumbres constructivas o bien culturales.
En las dos últimas décadas, el aprovechamiento conforme al uso tradicional ha presentado complicaciones en algunas zonas, debido al significativo ascenso de la capa freática hasta niveles cercanos a la superficie. Este hecho, además, ha generado pérdida en la capacidad portante del terreno y cambios en las conductas tradicionales de cimentación de las construcciones, lo que implicó el paso de fundaciones superficiales a profundas mediante pilotes, aún en edificaciones de pequeño a mediano porte.
La técnica empleada en la ejecución de pozos para pilotes colados *in situ* involucra la inyección de agua, generando barros de excavación que constituyen un residuo de construcción y demolición (RCD) de estado inicial líquido, donde el contenido de agua es del orden del 50% del peso seco del suelo. Este tipo de residuo no es aceptado en rellenos sanitarios, fundamentalmente si se hallan construidos en positivo, como se da en la ciudad de Rafaela, cabecera de dicha región.
En razón de estas circunstancias, desde el año 2003 la U.T.N. F.R.Ra. ha venido practicando investigaciones sobre ladrillos de suelo altamente comprimido, estabilizado con cemento, tendientes a promover su uso en vivienda de interés social.
El objetivo del presente trabajo es comparar resultados de ensayos de laboratorio sobre este tipo de ladrillos, confeccionados a partir de suelos superficiales de naturaleza arcillosa, pertenecientes al horizonte “B”, y mezclas de suelos más profundos (hasta 12 m.) provenientes del secado de los señalados barros de excavación, cuya naturaleza es predominantemente limosa, pertenecientes en forma mayoritaria a la formación pampa y, en menor grado, a los horizontes “B” y “C”.
El modelo de ladrillo confeccionado, dado su configuración y acabado, permite elaborar mamposterías económicas al no requerir de mezcla de asiento ni revoque exterior. Las investigaciones se han centrado en lograr durabilidad, resistencia y buen aspecto de los especimenes.

Introducción

El suelo-cemento, o suelo estabilizado con cemento, es un material que tiene características propias y un comportamiento particular que lo distingue de otros materiales compuestos.
Se han ensayado muchas definiciones del mismo, sin haberse llegado a un acuerdo pleno entre los investigadores o Instituciones que operan con él.

La más aceptada, aunque a veces adoptada con ligeras variantes, es la propuesta por la PCA (Portland Cement Association): *“el suelo-cemento es una mezcla íntima de suelo, convenientemente pulverizado, con determinadas porciones de agua y cemento que se compacta y cura para obtener mayor densidad. Cuando el cemento se hidrata la mezcla se*

transforma en un material duro, durable y rígido. Se le usa principalmente como base en los pavimentos de carreteras, calles y aeropuertos" [1]. Entre otros, O'Flagerty (Londres, 1968) lo ha definido como *"un material endurecido formado por el curado de una mezcla íntima de suelo, cemento y agua que se compacta"* [2].

En todos los casos han sido definiciones rígidas, imprecisas y hasta confusas, si se las toman en sentido estricto y se las compara con las de otros materiales compuestos que también reciben cemento como adición, como la del hormigón (o concreto) dada por algunos Organismos [N1].

La tendencia más reciente es la de identificarlo como "**suelo tratado con cemento**", con lo cual se evita la rigidez de las definiciones que se han propuesto, otorgando la flexibilidad necesaria para hacer clasificaciones más objetivas.
Si bien se tiene conocimiento que este material comenzó a ser utilizado por los constructores al comienzo del uso del cemento pórtland, para la confección de pisos y muros, su aplicación en forma metódica y científica se originó entre 1910 y 1920, de manera casi simultánea e independiente en E.U.A. e Inglaterra, recibiendo el gran impulso en ocasión de la Segunda Guerra Mundial, al ser utilizado en la construcción de 130 aeropuertos con fines militares. Asimismo, su uso se volvió a ver fortalecido a partir de la crisis energética y económica internacional de 1972, como alternativa de ahorro de energía, frente a materiales como el acero y el hormigón armado [1], [3].

El **suelo** tratado con cemento puede ser hecho con:
- Suelo granular limpio.
- Mezcla de suelos granulares y finos, predominantemente limosos.
- Mezcla de suelos granulares y finos, predominantemente arcillosos.
- Suelos limosos.
- Suelos arcillosos.

Sin embargo, el suelo ideal para la confección de ladrillos de suelo cemento es el de naturaleza arenosa, con una proporción de finos tal que le confiera cierta plasticidad para su moldeo en bloques [4], [5]. En ese sentido, una proporción adecuada sugerida por Roseto [5] es:
- Arcilla: 5-10%
- Limo: 10-20 %
- Arena: 60-80%

Klees y Natalini [3] presentan una tabla en la que se insertan las sugerencias de distintos Organismos e investigadores (Tab. 1).
Es conveniente evitar aquellos suelos con contenidos de sales que afecten el cemento (como los sulfatos) y con materia orgánica. Sin embargo, se registran trabajos sobre suelos contaminados con diferentes contenidos de materia orgánica, con valores aceptables de resistencia a la compresión, para tenores de ésta inferiores al 3% [6].

Criterio de	Composición porcentual		
	Arena	Arcilla	Limo
ICPA	70 a 85	5 a 10	10 a 20
HOUBEN	40 a 70	20 a 30	0 a 30
CINVA	45 a 80	Suma: 20 a 55	
MERRIL	Más de 50	Suma: Menor de 50	

Tabla 1: Fracciones recomendadas para elaborar suelo-cemento

En cuanto al **cemento**, en principio todo aquél del tipo pórtland es apto. Frente a la presencia de sulfatos, se debe recurrir a cementos con propiedades especiales (Norma IRAM 50001), como el MRS (Moderadamente Resistente a los Sulfatos) ó ARS (Altamente Resistente a los Sulfatos), puesto que estas sales influyen decididamente en la durabilidad y resistencia a la compresión simple.

Asimismo, está comprobado que los cementos expansivos, contribuyen a reducir la fisuración cuando el suelo cemento está compuesto de un significativo porcentaje de finos plásticos.

El **agua** de amasado debe cumplir las mismas exigencias que las demandadas para la elaboración de hormigones (Reglamento CIRSOC 201; Norma IRAM 1601). En tal sentido, el agua potable es apta. Su función es la de aportar trabajabilidad a la mezcla y la de hidratar el cemento. El porcentaje de agua óptimo en relación al peso seco del suelo es uno de los aspectos más críticos y, por lo tanto, más buscado en las investigaciones por cuanto, entre otras razones, guarda estrecha relación con la apariencia y textura final del ladrillo [7].
A diferencia de lo que se considera suelo "ideal" para la confección de ladrillos de suelo-cemento, esta investigación se ha orientado en hacerlo utilizando mayor proporción de suelos finos, tras el objetivo de tornar aprovechables en el mayor grado posible nuestro recurso natural más abundante: el suelo limo-arcilloso del lugar.

Equipos y procedimientos empleados
Para la elaboración de los ladrillos se empleó una prensa motorizada de accionamiento hidráulico, con presión de trabajo del orden de los 115 kg/cm^2 y capacidad de elaborar dos modelos de mampuesto (Tab.2, Fig. 1).

Tabla 2: Tipos y medidas nominales de los ladrillos de SC

Designación	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)
Tipo 1	141,5	280,0	115,0
Tipo 2	220,0	280,0	115,0

Los suelos analizados proceden de los siguientes lugares:
a) Experiencias de Tomasini y Olivero (2003) [8] : dos muestras tomadas en dos puntos del ejido urbano de la ciudad de Rafaela (prof. 0,30 a 0,70 m), distantes 6000 m entre sí.
b) Experiencias de Begliardo y otros. (2006) [7]: mezcla de pozos excavados en un mismo predio, del Bº Villa Rosas de la ciudad (prof. 0,40 a 12m).

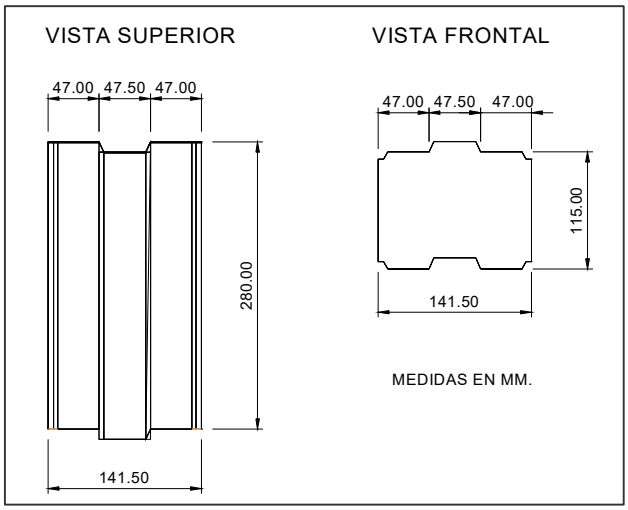


Figura 1 – Ladrillo SC Tipo 1

Tomasini y Olivero, quienes trabajaron con suelos arcillosos del horizonte "B", relacionaron la energía de compresión aportada por la prensa con la de un ensayo de compactación Proctor, de molde y pisón estándar, modificado en el número de capas (4) y golpes (46), al que designaron *"Proctor Modificado 4 x 46"*. En sus investigaciones establecieron para el ladrillo Tipo 1 que el tenor de humedad ideal para fabricar ladrillos de suelo cemento de características físico-mecánicas homogéneas, respondía a un punto de la rama "húmeda" de la curva, desplazado en un Δw (%) del orden de 3,5 % al 5%, para mezclas con el 6% y 10% de cemento pórtland sobre suelo seco, respectivamente (Fig. 2) [8], [9].

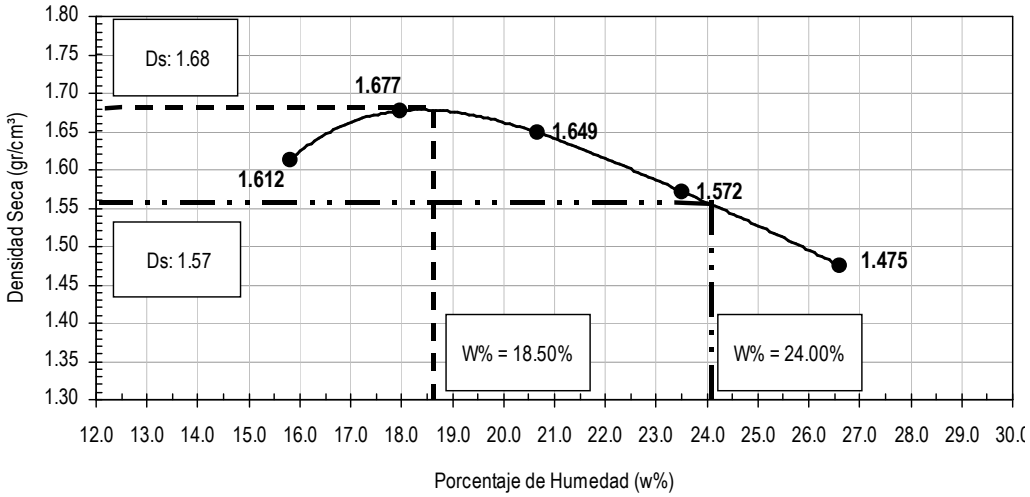


Figura 2- Humedad-Densidad Seca
Ensayo "Proctor Modificado 4x46"

Suelo del lugar (**CL)** - cemento 10 % - arena fina 10

Al trabajarse con barros tomados de la excavación de pilotes [7] se aplicó la misma metodología con la finalidad de comparar resultados de experiencias sobre suelos finos diferentes.

En Laboratorio se practicaron los siguientes ensayos [N2]:

- Sobre *suelos*: identificación (Límites de Atterberg); clasificación según el S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y el H.R.B. (Highway Research Board); determinación cuantitativa del contenido de sulfatos inorgánicos (extracción con KH2PO4 y determinación de sulfato por Método Turbidimétrico con espectrofotómetro a 420 nm).
- Sobre *agregados finos*: análisis mecánico (granulométrico); módulo de finura y absorción.
- Sobre *mezcla de suelo-cemento*: ensayo "Proctor Modificado 4x46" (procedimiento propio)
- Sobre *ladrillos de suelo-cemento*: compresión simple, empleando una prensa de accionamiento hidráulico y carga continua CIFIC de 150 T; absorción por inmersión y densidad; comprobaciones de adherencia; ascensión capilar; estabilidad dimensional; apreciaciones de su aspecto.

Las composiciones adoptadas en cada caso, han sido las siguientes (Tab.3):

Material	Experiencias Tomasini-Olivero (2003)	Experiencias Begliardo y otros (2006)
Suelo (del lugar)	Superficial (0,30 a 0,70 m. b/ n.t.n.). Grupo CL	Profundo (mezcla) (0,40 a 12 m) Grupo ML
Arena fina (Río Paraná), seca.	10 %	10 %
Cemento Portland	10 % CP40 (no especif .tipo)	10 % CPF 40

Tabla 3: Composición de las mezclas.

Los porcentajes de la Tabla están referidos al peso seco del suelo. Éste fue zarandeado a través del tamiz IRAM 4,65 mm (ASTM Nº 4).

La arena fue llevada a estado seco al aire, preservándola del humedecimiento por condiciones atmosféricas (humedad, lluvia) y de la contaminación de agentes extraños o nocivos.

La humedad de la mezcla se ajustó a los resultados obtenidos en los respectivos ensayos Proctor Modificado 4x46, con las correcciones sugeridas por Tomasini-Olivero. Al agua de amasado surgida de ello, se le restó el contenido de humedad del suelo.
Para los ladrillos conteniendo suelos superficiales, del grupo CL, se elaboraron pastones con la humedad "ideal" del 24%. Para aquellos en los que se empleó suelo de excavación del tipo ML, se confeccionaron con humedad variable del 21% al 26%. Este último porcentaje respondería al "ideal", basándose en la corrección hallada a partir del "Proctor Modificado 4x46". Asimismo, algunos ejemplares se fabricaron con hidrófugo de masa incorporado al agua de empaste, a fin de evaluar su comportamiento en condiciones de inmersión parcial.

Resultado de los ensayos

1. Ensayos sobre suelos

En Tabla 4 se vuelcan las determinaciones practicadas sobre los suelos utilizados en las experiencias.

Determinaciones	Ensayos Clasificación	Suelo **CL** (superficial) Tomasini-Olivero (2003)		Suelo **ML**(Barros de excavación) Begliardo y otros(2006)
		Muestra 1	Muestra 2	
Límites de Atterberg	LL	37,34	35,70	32,62
	LP	23,59	23,24	25,07
	IP	14,25	12,46	7,55
Clasificación	SUCS	**CL** (arcilla inorgánica de mediana compresibilidad)		**ML** (limo inorgánico de mediana compresibilidad)
		Color: pardo claro		Color: pardo claro
	HRB	**A6**		**A4**
Sulfatos [N3]	Determinación de azufre inorgánico *	No determinada		S = 119,2mg S/100 g suelo SO_4= 357,6 mg $SO_4^{=}$/100 g suelo.

Tabla 4: Identificación y Clasificación de los suelos

La identificación de los barros coincide con lo descrito por Russo y otros (1979) [10] sobre los suelos típicos de *formación pampa* [N4].

2. Ensayos sobre agregados finos

En ambas experiencias la arena utilizada ha sido la identificada comercialmente como "fina", procedente de Santa fe (Río Paraná), de uso habitual en la zona. Tomasini-Olivero no han practicado determinaciones. Los valores hallados se describen en Tabla 5.

Tipo de análisis	Norma de aplicación	Suelo **CL** Tomasini-Olivero (2003)	Suelo **ML** Begliardo y otros (2006)
Módulo de Finura	IRAM 1505:87	No ensayado	0,86
Absorción	IRAM 1520:02	No ensayado	0,18 %

Tabla 5: Ensayos sobre Arena Fina (Río Paraná)

Se destacan la baja absorción y módulo de finura. Las mezclas que las contienen se tornan propensas a la retención de agua entre sus granos, la que al evaporar en el período de secado generan fisuras en la masa de los materiales compuestos que integran. Este es una

patología muy frecuente observable en revoques de cemento-arena y en hormigones. Por tales antecedentes, no se presenta como el agregado más indicado para la elaboración de ladrillos de suelo-cemento.

3. Ensayos sobre mezcla de suelo-cemento

En Tabla 6 se vuelcan los resultados del ensayo "Proctor Modificado 4x46" sobre las mezclas empleadas en cada una de las experiencias.

Determinación	Procedimiento (interno de laboratorio)	Suelo **CL** superficial Tomasini-Olivero (2003)		Suelo **ML** Barros de excavación Begliardo y otros (2006)
		Muestra 1	Muestra 2	
Densidad seca máxima (g/cm^3)	Ensayo "Proctor Modificado 4x46"	1,68	1,69	1,614
Humedad óptima (%)		18,50	19,30	21

Tabla 6: Ensayo "Proctor Modificado 4x46"
Humedad óptima-Densidad seca máxima

Se observa en los resultados el comportamiento homogéneo alcanzado con los suelos superficiales arcillosos, aún cuando fueron tomados de puntos muy distantes entre sí, y el mayor grado de compactación en relación a los limosos. No hay diferencias significativas en el contenido óptimo de humedad entre ambos tipos.

4. Ensayos sobre ladrillos de suelo-cemento

4.1. Ensayos de compresión simple

La resistencia a la compresión simple, para distintas edades, se registra en Tabla 7.

Descripción	Suelo **CL** superficial Tomasini-Olivero (2003)		Suelo **ML** Barros de excavación Begliardo y otros (2006)			
Contenido de cemento	10%	6%	10 %			
Edad de Ensayo (días)	28	28	7	14	21	28
Resistencia a la Compresión (kg/cm^2)	75,00	56,50	31,03	48,99	46,300	51,40

Tabla 7: Resistencia a la compresión simple (valores medios)
Condición de ensayo: 7 días de curado húmedo bajo film de polietileno.
Luego, secos al aire en ambiente de laboratorio.

Los resultados de ensayos en la experiencia con suelos arcillosos han sido satisfactorios, para las condiciones en las que se ejecutaron, aún para muestras conteniendo un 6% de cemento en peso.

En las muestras con limo, se aprecia estabilización de los resultados a partir de la edad de ensayo de 14 días. Ante la detección de sulfatos en los análisis posteriores al mismo, se presume que ello pudo haber sido una de las causas determinante o concurrente.
En todos los casos, corresponde ampliar la base de datos efectuando ensayos de los ejemplares, aumentando los días de curado y en condiciones húmedas.

4.2. Densidad y absorción

En Tabla 8 se indican los rangos obtenidos, comparándolos con la de ladrillos comunes de venta en plaza.

Ensayo	Ladrillos de suelo-cemento				Ladrillos comunes
	Suelo **CL** superficial Tomasini-Olivero (2003)		Suelo **ML** Barros de excavación Begliardo y otros (2006)		
	Sin hidrófugo		Sin hidrófugo	Con hidrófugo	
	Muestra 1	Muestra 2			
Densidad (g/cm^3)	1,57 a 1,58	1,56 a 1,60	1,68 a 1,71		1,29 a 1,65
Absorción (sobre peso seco)	Sin datos	22,2 % a 22,8 %	18,2 % a 19,6%	10,5 % a 12,8 %	14,9 % a 29 %

Tabla 8: Rangos de Densidad y Absorción (valores medios).

Tanto para los suelos superficiales como para los más profundos, se observa que las densidades alcanzadas en los ejemplares han sido muy homogéneas, siendo mayores para estos últimos.

Del mismo modo, la absorción también ha registrado valores homogéneos para los dos casos en análisis, llamando la atención el hecho de haber sido menor para los suelos limosos. En aquellos de estas características en los que se empleó hidrófugo de masa en el agua de empaste, ésta se vio reducida notoriamente.
Para los ejemplares conteniendo suelos de excavación, confeccionados con la humedad "ideal" del (26%), no ha podido comprobarse la correspondencia entre la densidad alcanzada con la que surge de la curva "Proctor Modificada 4x46" para dicho valor, hecho que manifiestan lograr Tomasini-Olivero en sus trabajos.
Los especimenes enteros fabricados con menor contenido de humedad han sido de mayor longitud, con tendencia a desgranarse en la porción menos densa. Ello ratifica aún más la importancia de lograr, mediante ensayos de laboratorio, la humedad óptima para su elaboración. Los métodos empíricos basados en la apreciación visual o táctil, otorgan menos seguridad en el logro de calidades homogéneas en todos los pastones y en las sucesivas jornadas de trabajo.

En los dos casos descriptos, la baja dispersión de los valores hallados, tanto para las densidades como para la absorción, torna a estos ladrillos previsibles en su comportamiento. No es ese el caso de los ladrillos comunes ensayados (última columna de la Tabla 8), en los que se registraron extremos de variación del orden del 28 % y 95 % para las mediciones de densidad y absorción, respectivamente.

4.3. Ascensión capilar

Este tipo de ensayo sólo se practicó con los ejemplares elaborados con suelos limosos extraídos de los barros de excavación.
A fin de obtener una apreciación pronta de la respuesta del hidrófugo de masa en la confección de los ladrillos, se confeccionaron sólo cinco especimenes. Tres de ellos fueron curados durante 24 horas y luego sometidos a una prueba de ascensión capilar, procediéndose a colocarlos en un recipiente conteniendo un nivel de 2 cm de agua. Los otros dos, a la hora de fabricados, fueron secados en horno a 105 ºC, tras lo cual se los sometió a la misma prueba. El ensayo se completó sometiendo también ladrillos confeccionados sin hidrófugo al mismo tratamiento.

Se observó en los primeros ejemplares que la absorción luego de 24 hs. no llegó a humedecer la cara superior, para luego iniciar una regresión de dicho nivel, con tendencia a aumentar el volumen de secado. En cambio, en los secados en horno, ésta progresó lentamente hasta alcanzar una media del 16 % sobre peso seco. La Foto 1 ilustra sobre este ensayo (los dos de la izquierda, con hidrófugo; el restante, sin hidrófugo.



Foto 1; Ascensión capilar

4.4. Inmersión

Se han practicado ensayos de inmersión prolongada de hasta 40 días, sobre ladrillos enteros elaborados con barros de excavación, de densidad homogénea en toda su masa, y sobre trozos o roturas de ensayos a compresión simple, sin observarse degradación o desgranamiento. Las Fotos 2 y 3 muestran el resultado de esta prueba sobre un trozo de ladrillo de SC (bandeja izquierda) y el de un ejemplar similar, pero confeccionado sin la adición de cemento ni arena (bandeja derecha), al inicio del mismo y luego de 24 hs. Este último comenzó a degradarse al momento de sumergírselo.

Experiencias similares desarrollaron Tomasini-Olivero en sus pruebas con suelos del grupo CL, superando el tiempo arriba indicado con un comportamiento igualmente satisfactorio.



Foto 2: Inmersión (al comienzo)



Foto 3. Inmersión (a las 24 hs.)

La coloración rojiza del trozo de la bandeja izquierda (Foto Nº 6), revela la presencia y La difusión del cemento en la masa de los ejemplares, al sometérselo a la prueba de la fenolftaleína. Bajo la misma prueba no se observa reacción en el de la bandeja derecha.

4.5. Aspecto

Los ejemplares hechos con barros de excavación y elaborados con 26% de humedad, valor próximo al óptimo corregido del Proctor Modificado 4x46, han dado lugar a ladrillos de aspecto bueno a muy bueno. Los restantes han comenzado a presentar fisuras del orden de 0,1 a 0,3 mm luego del período de secado, aún en ambiente de laboratorio. Estando los especimenes en permanente observación, se comprobó en días sucesivos su sensibilidad a la humedad ambiente conforme esta se incrementaba, mejorando su aspecto por cierre de las mismas.

Los ejemplares elaborados por Tomasini-Olivero presentan un aspecto muy bueno, sin fisuras apreciables luego de tres años de confeccionados y resguardados en ambiente de laboratorio, notándose también leve sensibilidad a las condiciones higrotérmicas.

4.6. Estabilidad dimensional
El cambio de longitud registrado, sea de acortamiento por contracción debido al secado, o alargamiento por saturación en agua, ha sido inferior al 0,4% para los elaborados con limos. No se detectaron diferencias sensibles en aquellos elaborados con suelos arcillosos superficiales.

4.7. Adherencia
No se han realizado ensayos específicos normados sobre ellos, salvo simples pruebas con un concreto 1:3 (cemento: arena fina), aplicándolo sobre la superficie expuesta de los mampuestos como revoque fino de escasos milímetros y como mezcla de asiento. Para ello se empleó una emulsión adhesiva del tipo vinílico incorporada al agua de amasado, de uso generalizado en plaza.. Dentro de lo cualitativo de las apreciaciones, tanto en los ensayos de Tomasini-Olivero como en los de Begliardo y otros, el comportamiento a temprana edad ha sido excelente.

Conclusiones
Frente a la presencia de sulfatos detectada en los suelos empleados, causa aparente o concurrente en la estabilización del incremento de la resistencia a la compresión a partir de los 14 días de los ejemplares elaborados con suelos de excavación, se prevé continuar las investigaciones sustituyendo el cemento fillerizado empleado por otro resistente a los sulfatos.

El excelente comportamiento de los ejemplares en condiciones sumergidas, sin degradarse, configura un claro indicio de durabilidad en estas condiciones extremas.
Es necesario continuar con los ensayos de ejemplares confeccionados con hidrófugo de masa incorporado al agua de empaste, observando su desempeño a mediano y largo plazo.

Su destacado comportamiento los tornaría aptos para su empleo como hilada (capa) aisladora de la humedad ascendente de las fundaciones.
Tomasini-Olivero han obtenido buenos resultados con su procedimiento para los suelos arcillosos superficiales (CL). Corresponde seguir realizando pruebas y ajustes del mismo cuando se utilicen limos de baja plasticidad (ML), como el contenido en los barros de excavación del subsuelo rafaelino. No obstante ello, el método provee un camino racional que puede ser aplicado a otros tipos de prensa o modelo de ladrillos, con los ajustes correspondientes a la energía entregada por el equipo disponible.

La homogeneidad en las constantes físicas y comportamiento mecánico registrado en los ladrillos ensayados, factores estrechamente vinculados al control racional en la elaboración de las mezclas, asegura una mejor calidad del producto final, permitiendo disminuir el coeficiente de seguridad aplicado a las tensiones admisibles de resistencia a compresión, a valores muy por debajo del coeficiente ν =10 habitualmente utilizado en los ladrillos comunes cocidos.
El aumento de la población de datos permitirá determinar valores característicos, útiles para la elaboración de normativas sobre este material.

Agradecimientos
A la Lic. Viviana Navarro, profesora de “Geología Aplicada” de nuestra Facultad, por sus aportes en el conocimiento del subsuelo rafaelino.
Al Sr. Eliseo Acastello, por su generosa disposición para con la UTN FRRa y a los Sres. Juan Carlos y César Gasser, por su desinteresada y necesaria colaboración. Sin todo ello, estas investigaciones iniciales no hubiesen sido posibles.

Notas y citas

[N1]. En la versión ACI 318-83 se define al concreto como a la *"mezcla de cemento pórtland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua con o sin aditivos"* (de ref. [1], pág.14). Ciertamente, como lo señala de la Fuente Lavalle, *"…debe considerarse que los agregados finos y gruesos son una parte, total o parcial, de los componentes que existen en los suelos, y que son muy frecuentes los suelos puramente granulares".*

[N2]. Los ensayos que se describen son no sólo convenientes sino posibles de realizar, a un costo relativo bajo, en cualquier Laboratorio específico. Incluso deberían tenerse por exigibles toda vez que el destino de los ladrillos sea el de viviendas de interés social financiadas por organismos oficiales: la calidad del producto final va asociada al conocimiento profundo de las propiedades y comportamiento de los materiales componentes, y de su atinado empleo. Un producto de calidad incrementa la vida útil de las viviendas, contribuyendo a paliar de manera efectiva el déficit habitacional.

[N3]. La determinación de la presencia de sulfatos en los suelos profundos, se realizó con posterioridad a los ensayos de compresión simple de los especimenes, tras detectarse la falta de incremento en la resistencia a los 14 y 28 días.

[N4] "Formación Pampa. Constituida fundamentalmente por depósitos loessicos y limoarenosos, rojizos a castaños que hacia la parte inferior comienzan a intercalar areniscas finas a muy finas, friables, con leve reacción calcárea. Se encuentran también concreciones carbonáticas y material yesífero rellenando oquedades o dispuestos en delgadas venillas" (Ref. [10]). Suelos de esta formación son motivo de investigación, actualmente, en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la U.T.N. F.R.Ra.

Bibliografía

*DE LA FUENTE LAVALLE, Eduardo. *Suelo-Cemento. Usos, propiedades y aplicaciones*, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. México. 1995.

*O'FLAGERTY , L.A. y ANDREWS, D.C.. "Frost effects in lime and cement treated soils". H.R.R. 235. E.U.A.. 1968.

*KLEES, Delia; NATALINI, Mario. "Fabricación de Componentes Modulares para la Construcción de Viviendas de Bajo Costo Utilizando Suelo-Cemento". Dpto. Estabilidad, Fac. Ingeniería, U.N.N.E., Resistencia, Argentina.

*ETCHICHURY, Dardo; ROSETO, Omar. "Producción de Bloques Hipercomprimidos con Mezclas de Suelo-Cemento y Residuos Industriales". Instituto del Cemento Pórtland Argentino. Buenos Aires, Argentina.

*ROSETO, Omar. "Bloques con Mezclas Hipercomprimidas de Suelo-Cemento"., En: *Revista Cemento*. Año 2. Nº7. Instituto del Cemento Pórtland Argentino. Buenos Aires. Argentina. Págs. 11-13.

*RODRIGUEZ DERAS, Jorge; NÁJERA, Aníbal. "Comportamiento de mezclas de suelo-cemento fluido". Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano, Viceministerio de O.Públicas. Unidad de Investigación y Desarrollo Vial. San Salvador. El Salvador. http:// www.mop.gob.sv/uidv.

*BEGLIARDO, Hugo; CASENAVE, Silvia; SANCHEZ, Mirta; FORNERO, Gerardo. "Aprovechamiento de Barros de Excavación para Pilotes". *4ª Encuentro Proyecto Integrador PROCQMA - San Rafael (Mendoza)*. Edic. U.T.N. F.R. La Plata. Argentina. 2006.

*TOMASINI, Gabriel; OLIVERO, Fernando. "Diseño Racional de Ladrillos de Suelo-Cemento y Análisis para su utilización en Viviendas de Interés Social". *Proyecto Integrador* .U.T.N. F.R.Ra. Rafaela. Argentina. 2003.

*TOMASINI, Gabriel; OLIVERO, Fernando; BEGLIARDO, Hugo. "Diseño Racional de Ladrillos de Suelo-Cemento y Análisis para su utilización en Viviendas de Interés Social". *Seminario-Taller de Construcción con* T*ierra* - UNL-FADU; UTN-F.R.S.F. Santa Fe. Argentina. 2004.

RUSSO, Aniello, FERELLO, Roberto y CHEBELI, Gualter. "Llanura Chaco Pampeana". Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*. Vol. I. Córdoba. Argentina.. 1979. Pág. 175.

Hugo Begliardo

Ingeniero Civil– Ingeniero en Construcciones (U.T.N.) Profesor Asociado "Análisis Estructural I" y Profesor Adjunto "Proyecto Final" Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Rafaela.
Servicios / Investigación: Jefe del Laboratorio de Ingeniería Civil. Líneas de investigación: Tecnología del suelo estabilizado, tecnología del hormigón y Reciclado de Residuos de Procesos (RP) y de Construcción y Demolición (RCD).

Mirta Amalia Sanchez

Ingeniera en Construcciones (U.T.N.) Especialista en Metodología de la Investigación Científica y Técnica. Especialista en Docencia Universitaria.
Profesor Titular "Ingeniería Civil I". Profesor Adjunto "Física". Profesor Adjunto "Análisis Matemático II"
Secretaria Académica Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Rafaela
Líneas de investigación: Tecnología del suelo estabilizado y Reciclado de Residuos de Procesos (RP) y de Construcción y Demolición (RCD).

Silvia Noemí Casenave

Ingeniera en Construcciones (U.T.N.)
Profesor Asociado "Estructura de Hormigón Armado". Profesor Adjunto "Álgebra y Geometría Analítica" Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Rafaela.
Secretaria de Extensión Universitaria UTN F.R.Ra.
Líneas de investigación: Tecnología del suelo estabilizado y Reciclado de Residuos de Procesos (RP) y de Construcción y Demolición (RCD).

María Cecilia Panigatti

Dra. en Química-Licenciada en Química (U.N.L.) Profesor Adjunto "Saneamiento y Medio Ambiente" Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Rafaela.
Jefe del Laboratorio de Química.
Líneas de investigación: Contaminación Química y biológica de agua y Reciclado de Residuos de Procesos (RP) y de Construcción y Demolición (RCD).

Gerardo Fornero

Alumno de la carrera de Ingeniería Civil - Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Rafaela
Becario de Servicios a Terceros en el Laboratorio de Ingeniería Civil- UTN F.R.Ra.
Becario de Investigación en el Laboratorio de Ingeniería Civil.
Líneas de investigación: Tecnología del suelo estabilizado.

4.4

MEDICIONES HIGROTÉRMICAS Y LUMÍNICAS EN CONSTRUCCIONES CON TIERRA

Irene Alicia Blasco Lucas *
Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa) - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño
Universidad Nacional de San Juan - Av. Ignacio de La Roza y Meglioli – 5400 San Juan – Argentina
Tel.: +54(0)264 423 2395 / 3259 Int. 349 – Fax: +54(0)264 423 5397 – http://www.irpha.com.ar
E-mails: iblasco@farqui.unsj.edu.ar, iblasco_2000@yahoo.com

Palabras clave: construcción con Tierra - condiciones higrotérmicas y lumínicas-mediciones

Resumen
Mucho se habla de las bondades higrotérmicas de la construcción con tierra realizada en forma espontánea por los habitantes de vastas zonas de nuestro país, sin embargo, no se conoce con certeza el comportamiento de tan noble material en condiciones reales de uso. Con el fin de contribuir a cuantificar el comportamiento higrotérmico y lumínico de las mismas se llevó a cabo un monitoreo físico durante el período comprendido entre el 10 de agosto y el 10 de septiembre de 2004, en la localidad aislada de Balde de Leyes.

Para ello se instalaron cuatro dataloggers tipo HOBO8 en dos viviendas y en la sala comunitaria, que permitieron registrar cada 15 minutos temperatura ambiente, humedad relativa y absoluta, y luminancia. Uno de ellos se colocó en la galería de una de las viviendas, para contar con mediciones de parámetros climáticos exteriores. Los registros de irradiancia solar sobre plano inclinado a 45 grados se obtuvieron en forma horaria, con el solarímetro instalado por el Instituto de Energía Eléctrica de la Facultad de Ingeniería (IEE-FI-UNSJ). La selección de las construcciones se realizó en función de las diferencias constructivas que presentaban, principalmente en el techo.

El análisis estadístico se realiza aplicando el procedimiento PROMEDI-HTL, soportado en planillas Excel (desarrollado por la autora) que permite efectuar un pormenorizado procesamiento analítico-gráfico de los registros. Se hicieron cuatro análisis de dispersión relacionando dos variables: temperatura y humedad relativa, temperatura interior y exterior, iluminancia interior y exterior, e iluminancia interior y factor de luz diurna calculado (FLD), también se analizó la evolución temporal de las variables temperatura, irradiancia solar, humedad relativa, iluminancia y FLD.

Tomando en cuenta el rango ampliado de confort de temperatura, se observó que durante la mayor parte del período monitoreado, las construcciones permanecieron dentro de él. También se pudieron notar diferencias entre las tres construcciones, aún cuando se constató la elevada inercia térmica que poseen los sistemas constructivos empleados. Hubo un predominio de baja humedad relativa, y durante las horas de mayor calor las construcciones no lograron brindar confort. A pesar de que poseen aberturas muy pequeñas, tuvieron un alto nivel de iluminancia interior debido a la elevada iluminancia exterior que caracteriza el lugar.

Aún cuando el monitoreo se realizó sólo durante 30 días, se pudo obtener interesantes conclusiones sobre un importante aspecto de la construcción con tierra que tiene que ver con el bienestar de las personas, demostrando la conveniencia de relevar mediciones sistemáticas del mismo durante períodos más prolongados y en diferentes áreas geográficas.

Introducción

El presente trabajo se enmarca en la actividad 6 –*Registrar y procesar mediciones en comunidad rural seleccionada*- del proyecto de investigación PICT 13-13059 financiado por la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) durante el periodo 2004-2007, denominado *Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas*.

El objetivo del proyecto consiste en desarrollar modelos sustentables, de alta replicabilidad, que permitan plantear soluciones integrales de la problemática de comunidades rurales carecientes, asociada a pequeñas unidades productivas familiares y/o comunitarias de zonas árido-sísmicas, como propuestas superadoras factibles de ser realizadas mediante prácticas de autoconstrucción, autogestión y autoabastecimiento.

Estas pequeñas comunidades rurales se localizan en el secano sanjuanino[1], o en pequeños oasis intermontanos y se caracterizan por basarse en economías de subsistencia, cuyas actividades productivas se relacionan principalmente con la ganadería extensiva (mayoritariamente ganado caprino), las artesanías autóctonas (en barro, lanas, cuero y alimentos) y ocasionalmente con la agricultura, en los pocos casos que logran resolver el abastecimiento de agua. Su tamaño varía entre 15 y 100 habitantes y sus viviendas generalmente se encuentran dispersas, en terrenos fiscales o con títulos no saneados, de precaria accesibilidad vehicular, y con escaso o nulo equipamiento comunitario (Escuela, capilla, puesto sanitario, etc.). Muchas de ellas están situadas cercanas a circuitos turísticos y presentan un potencial para la explotación de los denominados “Turismo Ecológico” y “Turismo Aventura”.

La problemática se origina en el déficit de atención por parte de las políticas de Estado a las necesidades de este sector rural más deprimido, localizado en áreas cuyas características presentan particularidades tales como la aridez y el riesgo sísmico, que las diferencian del resto del país. El fenómeno de la globalización agrava la situación, pues sus avances tecnológicos generalmente no contemplan soluciones adecuadas a las realidades del hábitat de estas comunidades rurales. Este descuido a nivel de políticas gubernamentales, provoca que los pobladores rurales resuelvan la construcción de sus viviendas de manera espontánea, con escaso éxito en cuanto a aspectos relativos al logro de mejoras en su calidad de vida, fundamentalmente referidos a las condiciones de habitabilidad, salubridad, y sismo resistencia.

Con el fin de conocer en profundidad la realidad de su hábitat, los modos de vida asociados y las valoraciones locales, se llevaron a cabo en forma sistemática relevamientos in-situ y encuestas semi-estructuradas, cuyo procesamiento se realizó implementando una Base de Datos. A partir de los resultados obtenidos, se procedió a seleccionar una comunidad entre las relevadas y estudiadas, para continuar realizando análisis de mayor especificidad. Se definieron criterios de selección conforme a las necesidades del proyecto y se constató que la comunidad de Balde de Leyes cumplía la totalidad de los mismos. Allí se efectuó un *monitoreo social*, ponderando las categorías de análisis *Identidad* y *Autenticidad*, y dentro de ella la valoración del *patrimonio tangible* e *intangible*, y otro *monitoreo físico* en construcciones existentes. Sobre este ultimo trata el presente artículo.

Localización de las construcciones

Las construcciones están localizadas en la comunidad de Balde de Leyes[2], que se encuentra ubicada a 160 km al oeste de la ciudad de San Juan, en el Departamento de Caucete, y es accesible a través de 18 Km de huella en mal estado, hacia el Sur de la ruta 141. La localidad más próxima - Marayes- dista 20 km y el centro urbano de Caucete, 130 km (Fig. 1). Actualmente conforman este asentamiento 12 viviendas precarias construidas con adobe, cañas, ramas y barro, dispersas en un radio de 1500m.



Fig. 1. Localización de las construcciones monitoreadas (Balde de Leyes)

Construcciones en tierra monitoreadas

Dentro del monitoreo físico se llevaron a cabo mediciones en tres viviendas, en la Sala Comunitaria, y en la escuela. Lamentablemente el sensor instalado en esta última fue sustraído por un alumno y no se pudo contar con los datos almacenados en él, que se utilizarían a modo de referencia, por tratarse de una construcción en bloque. La selección de las construcciones se realizó en función de las diferencias constructivas que presentaban, principalmente en el techo. Las Figs. 2 y 3 muestran la planta con las dimensiones de los locales, los materiales constructivos, la ubicación de los sensores, y vistas fotográficas de las dos viviendas monitoreadas (V1 y V2).



Fig. 2. Planta y vistas de la vivienda monitoreada V1. Ubicación de sensores C1 y E.

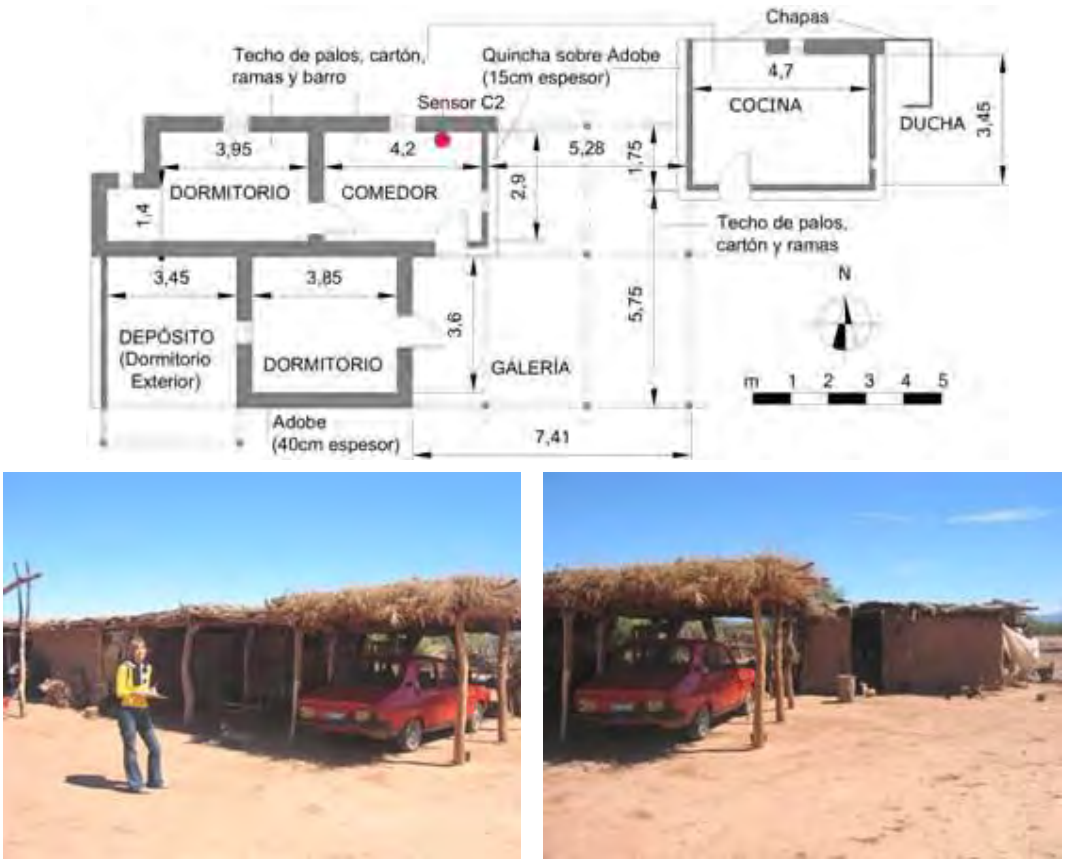


Fig. 3. Planta y vistas de la vivienda monitoreada V2. Ubicación de sensor C2.

La planta con las dimensiones de los locales, los materiales constructivos, la ubicación del sensor, y vista fotográfica de la Sala Comunitaria monitoreada se puede observar en la Fig. 4 (S).

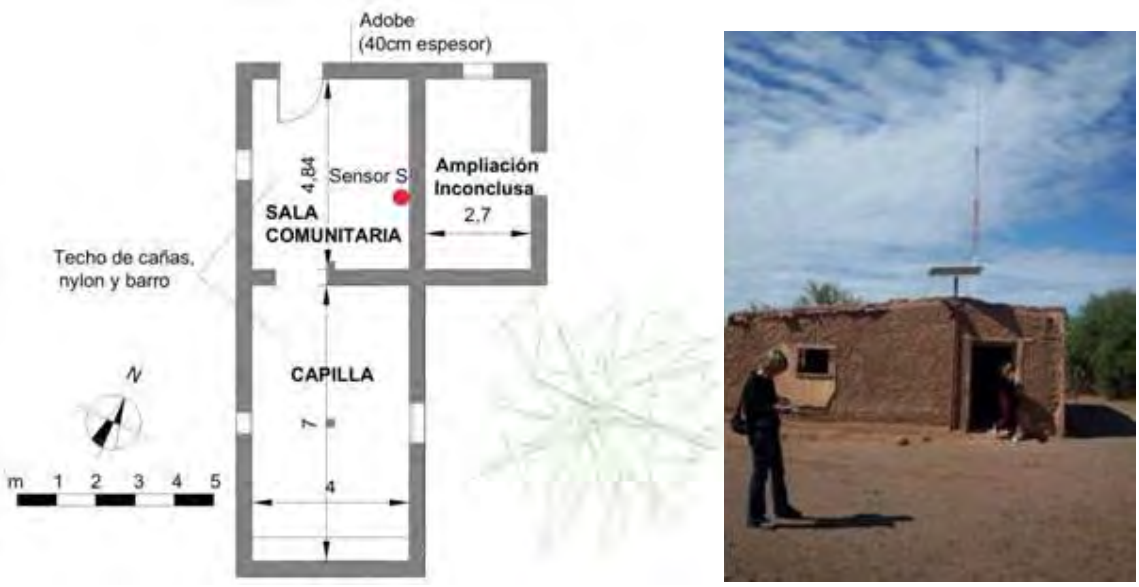


Fig. 4. Planta y vista de la Sala Comunitaria monitoreada S. Ubicación de sensor S.

Índices dimensionales y térmicos

A los efectos de aportar mayor precisión se elaboran las Tablas 1 y 2 con los índices dimensionales y térmicos de cada construcción monitoreada por local y tipo de componente constructivo. En la Tabla 1 se resaltan en color los datos correspondientes a los ambientes donde se ubicaron los sensores. El comedor de V1 está vinculado mediante una gran abertura con el dormitorio, por ello se remarcan ambos locales. Los ambientes monitoreados poseen un factor de forma (Sup. Envolvente exterior/Volumen) inferior a 1 en V1 y en S, y levemente superior en V2.

CASO	LOCAL	Altura	Perimetro	Sup. Cubierta	Muros Internos	Muros Externos	Ventanas		Puertas Internas	Puertas Externas	Masa Termica	Volumen	Factor de Forma
		[m]	[m]	[m^2]	[m^2]	[m^2]	[m^2]	[%]	[m^2]	[m^2]	[m^3]	[m^3]	[m^{-1}]
V1	Cocina	2,2	15,80	15,58	11,44	21,92	0,24	1,09	---	1,40	15,21	34,28	1,13
	Deposito	2,2	12,00	9,00	5,72	19,28	0,24	1,24	---	1,40	11,08	19,80	1,50
	Ducha	2,2	10,00	6,00	5,72	14,88	0,24	1,61	---	1,40	8,96	13,20	1,69
	Dormitorio	**2,2**	**17,06**	**16,41**	**15,62**	**17,51**	**0,24**	**1,37**	**4,40**	**1,40**	**11,44**	**36,10**	**0,98**
	Comedor	**2,2**	**23,00**	**37,00**	**7,70**	**25,93**	**0,24**	**0,93**	**4,40**	**1,40**	**31,66**	**81,40**	**0,79**
	Galeria	2,0	24,80	15,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Total V1		**55,20**	**98,99**	**26,40**	**97,36**	**1,20**	**6,25**	**4,40**	**7,00**	**59,73**	**184,78**	**1,10**
V2	Cocina	2,2	16,90	17,46	---	37,18	0,24	0,65	---	1,40	7,64	38,41	1,46
	Deposito	2,2	16,80	17,60	8,20	8,80	---	---	---	8,20	7,21	38,72	0,89
	Ducha	2,2	8,00	4,00	---	13,14	---	---	---	1,20	1,01	8,80	2,08
	Dormitorio 1	2,2	18,10	16,32	10,40	12,90	0,48	3,72	1,40	---	11,09	35,90	0,81
	Dormitorio 2	2,2	16,50	17,00	18,15	16,75	0,24	1,43	---	1,40	15,90	37,40	0,90
	Comedor	**2,2**	**15,55**	**14,77**	**10,54**	**17,11**	**0,48**	**2,81**	**1,40**	**1,40**	**10,95**	**32,49**	**1,02**
	Galeria	2,0	21,00	24,62	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Total V2		**52,40**	**111,77**	**23,41**	**115,28**	**1,44**	**8,60**	**1,40**	**13,60**	**53,77**	**191,73**	**1,26**
S	**Sala**	**2,2**	**19,28**	**23,01**	**19,23**	**19,23**	**0,24**	**1,25**	**1,80**	**1,80**	**18,15**	**50,62**	**0,87**
	Capilla	2,2	23,60	32,56	7,92	42,24	0,60	1,42	1,80	1,80	23,73	71,63	1,07
	Ampliacion	2,2	16,68	16,24	11,53	21,85	0,24	1,10	---	1,40	15,20	35,73	1,11
	Total S		**41,48**	**71,81**	**19,23**	**86,66**	**1,08**	**1,25**	**1,80**	**5,00**	**50,97**	**157,98**	**1,03**

Tabla 1. Índices Dimensionales y Térmicos por local de cada construcción monitoreada

COMPONENTE	MATERIAL	Espesor	Resistencia Termica	Retardo	Amorti-guación	Trasmitancia
		[m]	[$m^{2o}C/W$]	[h]	[-]	[$W/m^{2o}C$]
MURO 1	**Adobe**	**0,40**	**0,889**	**13,30**	**0,03**	**0,95**
MURO 2	Barro	0,03	0,067	0,95	0,78	4,38
	Ramas	0,09	1,000	1,21	0,73	3,37
	Barro	0,03	0,067	0,95	0,78	4,38
	Total Quincha	**0,12**	**1,067**	**2,16**	**1,51**	**2,40**
TECHO 1	Barro	0,15	0,300	4,76	0,29	2,13
	Cañas	0,03	0,300	1,29	0,71	2,13
	Total Techo 1	**0,18**	**0,600**	**6,05**	**1,00**	**1,30**
TECHO 2	Barro	0,15	0,300	4,76	0,29	2,13
	Ramas	0,03	0,429	0,40	0,90	4,73
	Total Techo 2	**0,18**	**0,729**	**5,16**	**1,19**	**1,96**
PISO	**Tierra**	**0,05**	**0,179**	**5,08**	**0,26**	**2,88**
VENTANA	**Madera**	**0,03**	**0,200**	**1,63**	**0,65**	**2,71**

Tabla 2. Índices Dimensionales y Térmicos por tipo de componente constructivo

El ambiente monitoreado en V1 muestra la mayor masa térmica y a la vez la mayor superficie de muros externos, seguido de S y V2. Estos valores guardan relación directa con la superficie cubierta y el volumen interior de cada uno. Todas las construcciones tienen muy baja altura (2,2 m), debido a que los rollizos que forman parte de la estructura son obtenidos de la flora autóctona (quebracho blanco o algarrobo) y por el proceso de desertificación se consiguen sólo de 3,5 m o 4 m de longitud. Generalmente se entierran los rollizos entre 1m o 1,5 m, para buscar tierra más firme. Además, en la zona han sufrido las consecuencias del terremoto de 1977, cuando se destruyeron totalmente dos viviendas y otras quedaron muy deterioradas, razón por la cual los pobladores temen construir muros de adobe muy altos.

En la Tabla 2 se aprecian las diferencias existentes en la trasmitancia térmica de los muros de adobe y de quincha, como también de los techos de caña y barro, o de ramas y barro, siendo en ambos casos más apropiados los valores de los mencionados en primer término.

Instrumentos de medición y procesamiento

Se utilizaron cinco dataloggers HOBO8 que permitieron registrar cada 15 minutos temperatura ambiente, humedad relativa y absoluta, y luminancia. Uno de ellos se colocó en la galería de una de las viviendas, para contar con mediciones de parámetros climáticos exteriores. Los registros de irradiancia solar sobre plano inclinado a 45 grados se obtuvieron en forma horaria, con el solarímetro instalado por el Instituto de Energía Eléctrica de la Facultad de Ingeniería (IEE-FI-UNSJ). Las mediciones se realizaron en el período comprendido entre el 10 de agosto y el 10 de septiembre de 2004.

El análisis estadístico se realiza aplicando el procedimiento PROMEDI-HTL, soportado en planillas Excel (desarrollado por la autora) que permite efectuar un pormenorizado procesamiento analítico-gráfico de los registros. Se hicieron cuatro análisis de dispersión relacionando dos variables: 1) temperatura y humedad relativa, 2) temperatura interior y exterior, 3) iluminancia interior y exterior, 4) iluminancia interior y factor de luz diurna calculado (FLD). También se analizó la evolución temporal de las variables temperatura, irradiancia solar, humedad relativa, iluminancia y FLD.

Análisis de dispersión

La visualización del análisis de dispersión resulta de mayor interés en modo gráfico, donde se pueden superponer las zonas de confort o valores recomendados. Las Tablas graficas 3 y 4 muestran los resultados obtenidos de relacionar parámetros térmicos.

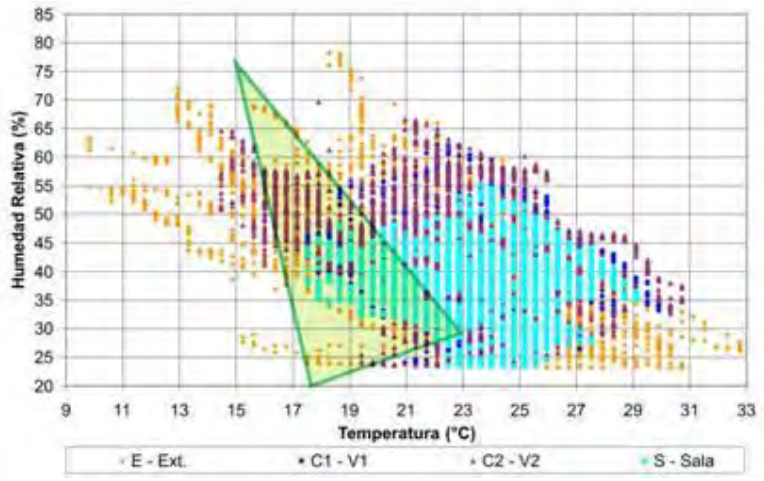


Tabla Gráfica 3. Representación de dispersión de temperatura y humedad relativa.

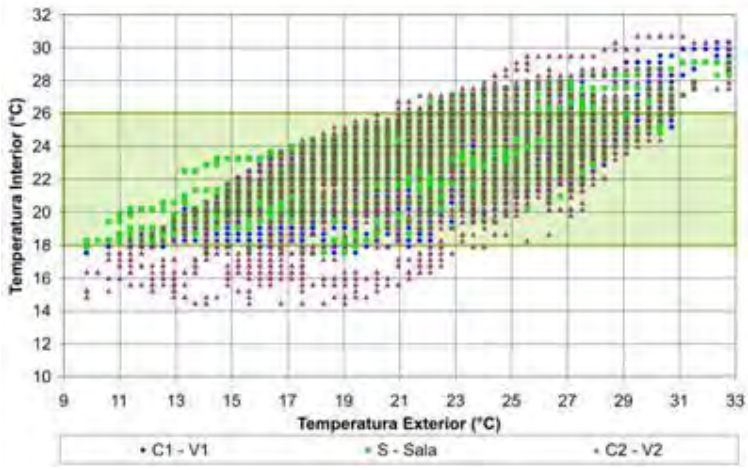


Tabla Gráfica 4. Representación de dispersión de temperatura interior y exterior.

La Tabla 3 muestra que en el período hubo importantes variaciones higrotérmicas, donde la Sala en primer lugar y la vivienda V1 en segundo lugar, tendieron a permanecer más estables. También se observa que hubo un predominio de baja humedad relativa, y que durante las horas de mayor calor las construcciones no lograron brindar confort (el triángulo indica la zona aproximada de confort). La Tabla 4 resalta esta afirmación, y deja en evidencia la inercia térmica que caracteriza las construcciones de adobe. La vivienda V1 posee una pared de quincha, la cual afecta la estabilidad térmica interior, sumado al efecto producido por el techo que tiene una mayor trasmitancia térmica que los muros de adobe.

Las Tablas gráficas 5 y 6 demuestran que a pesar de que las construcciones poseen aberturas muy pequeñas cuyo porcentaje de superficie respecto a los muros permanece inferior a 3%, tienen un alto nivel de iluminancia interior debido a la elevada iluminancia exterior que caracteriza el lugar. La Sala es la que muestra valores más cercanos a los recomendados, seguida por la vivienda V2. Los valores recomendados para iluminancia general de ambientes[3], tales como Comedor, Cocina y Dormitorio, son respectivamente 50, 100 y 25 lux. Teniendo en cuenta que para los planos de trabajo correspondientes se requieren 150, 200 y 150 lux, se toma como referencia un rango deseable entre 50 y 200 lux[4]. La vivienda V1 evidencia un disconfort lumínico por exceso de iluminancia. El Factor de Luz Diurna o FLD se obtiene de dividir la iluminancia interior en la exterior, multiplicándola por 100. El valor mínimo de FLD para las zonas de trabajo de la zona Estar está estipulado en un 2%, y en las viviendas principalmente es superado ampliamente.

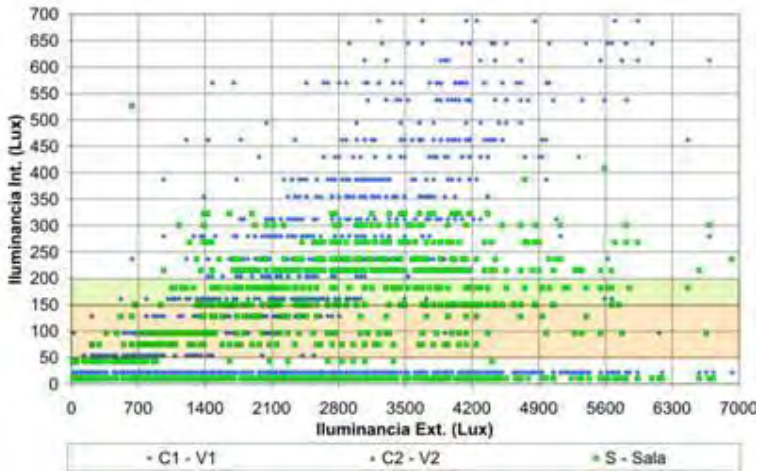


Tabla Gráfica 5. Representación de dispersión de iluminancia interior y exterior.

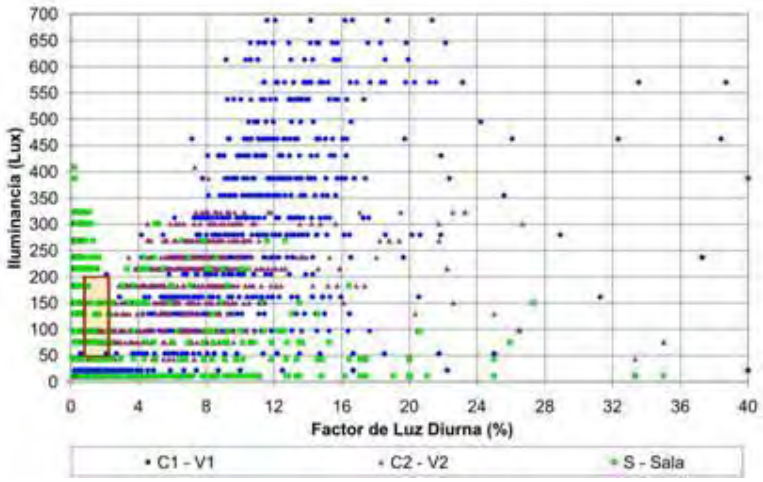


Tabla Gráfica 6. Representación de dispersión de iluminancia interior y factor de luz diurna.

Se realizó el análisis de evolución temporal de las variables temperatura, irradiancia solar, humedad relativa, iluminancia y FLD, cuyos resultados se observan en las Tablas Gráficas 7 a 10.

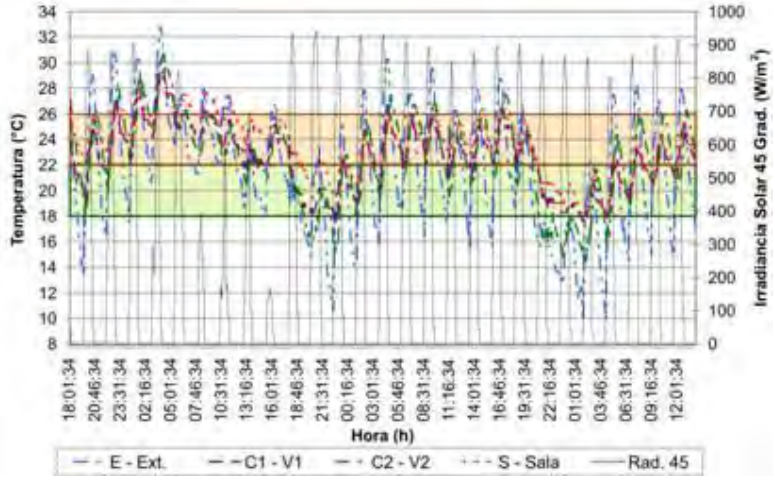


Tabla Gráfica 7. Representación de evolución temporal de temperatura e irradiancia solar.

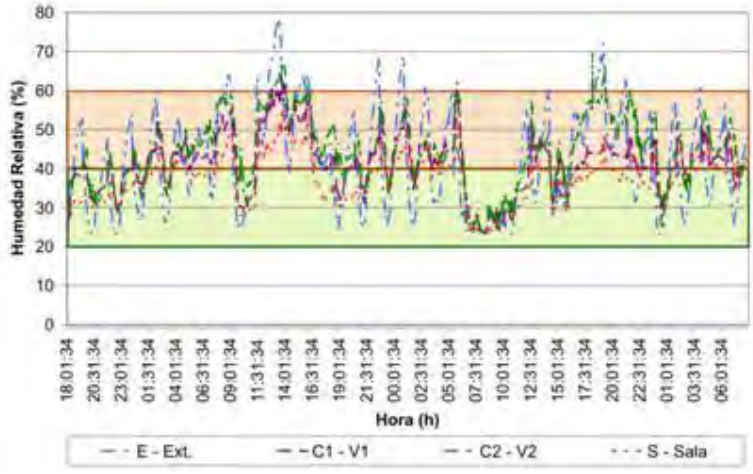


Tabla Gráfica 8. Representación de evolución temporal de humedad relativa.

Tomando en cuenta el rango ampliado de confort de temperatura, se observa en la Tabla 7 que durante la mayor parte del período monitoreado, las construcciones permanecen dentro de él. También se puede notar que la Sala tiene menores oscilaciones térmicas, seguida por la vivienda V1 y luego la V2.

El desfasaje respecto a la onda de temperatura exterior es mayor en el mismo orden y evidencia la inercia térmica que poseen los sistemas constructivos empleados. En la zona se han registrado valores de irradiancia solar que superan los 1500 W/m^2 durante períodos prolongados, lo cual indica que no hubo intensidades máximas habituales mientras se realizaron las mediciones. La Tabla 8 ilustra que hubo baja humedad relativa, y que la Sala tuvo los menores valores.

Las Tablas Graficas 9 a 11 muestran las variaciones de iluminancia exterior, interior y del factor de luz diurna que tuvieron lugar en el período monitoreado. En la Tabla 9 se observa que durante la mayor parte del período de mediciones la iluminación exterior superó los 3000 lux, y en 10 días casi alcanzó los 10000 lux, mientras que en la Tabla 10 se muestra un rango de iluminación interior entre 0 y 600 lux fundamentalmente, donde los máximos son alcanzados en la V1. Sin embrago, a partir de la Tabla 11 se determina que el FLD es mayor en la V2, seguido por la V1 y luego por la S, indicando una mejor eficiencia lumínica en V2.

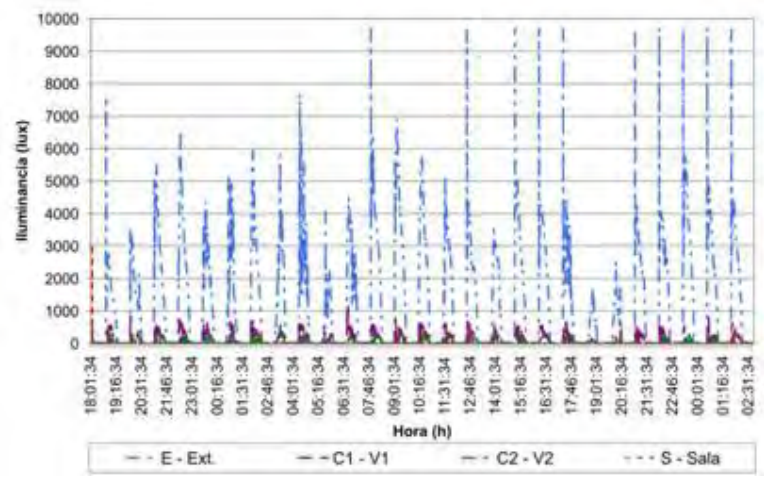


Tabla Gráfica 9. Representación de evolución temporal de iluminancia exterior e interior.

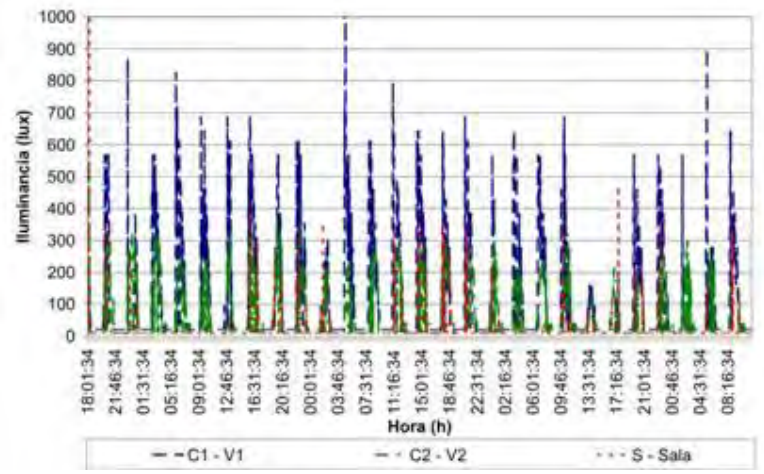


Tabla Gráfica 10. Representación de evolución temporal de iluminancia interior.

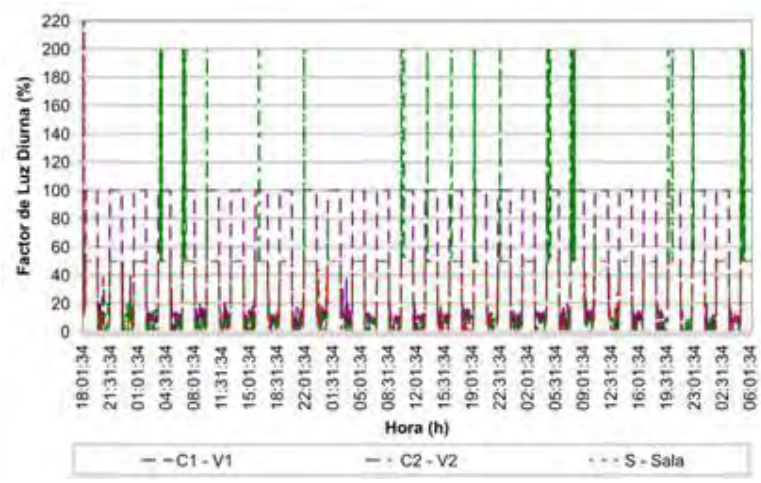


Tabla Gráfica 11. Representación de evolución temporal de factor de luz diurna.

Resumen de valores estadísticos

La Tabla 12, sintetiza todos los datos obtenidos del cálculo estadístico. Contiene los valores promedio, máximos y mínimos de temperatura, humedad relativa, y humedad absoluta, que tuvieron lugar durante el período monitoreado. En los valores medios de temperatura se observa que existe una gran similitud en los tres casos medidos, con leves diferencias que indicarían que V2 se comporta mejor, seguida por V1, y luego por S. Sin embargo, teniendo en cuenta los valores extremos en los ambientes, S tuvo una variación térmica interior de aproximadamente 11º C, V2 alcanzó 15º C y V1 23º C, conservando S el menor valor máximo.

La humedad relativa permanece en rangos de confort en los tres casos, y el orden de buen comportamiento es coincidente con el observado para temperatura. Es de notar que hubo mínimos de 0,00 g/m^3 en la humedad absoluta exterior, producto de la característica aridez de la zona.

Sensor - Ambiente	Valor	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	HR-2 (%)	Humedad Absoluta (gr/m3)	Punto Rocío (°C)	Flujo Luminoso (Lumen)	Iluminancia (Lux)	FLD (%)
E - Ext.	Máximo	32,76	78,20	77,80	16,35	13,20	903,00	9709,68	-
	Mínimo	9,82	23,20	23,60	0,00	3,60	2,00	21,51	-
	Promedio	21,69	41,94	41,87	8,51	7,82	109,61	1178,62	-
C1 - V1	Máximo	30,31	63,80	63,80	16,26	13,10	108,00	1161,29	450,00
	Mínimo	17,52	23,60	23,60	1,52	4,40	2,00	21,51	0,22
	Promedio	22,65	41,40	41,56	9,53	8,36	9,11	97,95	56,65
C2 - V2	Máximo	30,71	69,70	69,00	17,25	13,90	49,00	526,88	200,00
	Mínimo	14,47	23,60	23,60	0,51	4,00	1,00	10,75	0,11
	Promedio	22,51	44,43	44,57	10,28	8,85	5,29	56,85	31,60
S - Sala	Máximo	29,10	55,10	55,50	14,95	11,90	286,00	3075,27	484,75
	Mínimo	17,52	23,40	23,60	2,38	4,70	1,00	10,75	0,11
	Promedio	23,58	37,54	37,93	9,00	8,00	2,07	22,21	27,64

Tabla 12. Cuadro resumen de cálculos estadísticos.

S tuvo variaciones importantes de iluminancia, seguida por V1 y luego V2. Esto no es recomendable dentro de las pautas de control lumínico. En los valores medios, V2 estaría

mostrando una mejor performance lumínica. Considerando el FLD medio, S se encontraría más cercana a los valores recomendados, seguida por V2, mientras que V1 acusa un exceso de iluminación, existiendo encandilamiento en su interior.

Conclusiones

La baja altura de las construcciones tuvo importante incidencia en el comportamiento térmico, ya que esto implica por un lado una menor masa térmica de muros, y por otro, pondera el efecto térmico del techo, pues a través de él se producen las mayores pérdidas o ganancias de calor y se encuentra muy próximo a la zona útil de los espacios sin dar lugar para que el aire se estratifique dejando la capa caliente de la parte superior suficientemente alejada de las personas.

Cabe acotar que los relevamientos dimensionales de las dos viviendas -realizados in-situ- son aproximados, pues no se podía invadir tanto la privacidad de las familias.

El análisis de las mediciones demuestra que las construcciones en adobe son más apropiadas pues atenúan los rigores climáticos del lugar, y que por el contrario, la quincha no se adecua de igual modo. Esto último se comprueba con los resultados obtenidos en V2 que posee una pared de quincha en el ambiente sensado y mostró mayores amplitudes térmicas que V1.

Si bien los habitantes están adaptados al duro clima que caracteriza el lugar, expresaron que habían sufrido el intenso calor diurno que hubo durante el periodo de mediciones, al igual que el frío nocturno. Debido a la escasez de agua, no pudieron aprovechar el refrescamiento evaporativo, a través de la arraigada costumbre local de regar el suelo en el entorno de las construcciones, creando un microclima.

En base al análisis efectuado se puede concluir que para nuevas construcciones en la zona es importante:

- Dotar a los muros de una elevada inercia térmica.
- Mejorar la sismorresistencia de los muros con el fin de poder construirlos de mayor altura.
- Prever mayor aislación térmica en los techos.
- Incorporar aberturas muy pequeñas, cuya superficie represente entre 1% y 3% de la superficie de muros.

Aún cuando el monitoreo se realizó sólo durante 30 días, se pudo conocer detalladamente un importante aspecto de la construcción con tierra relacionado con el bienestar de las personas, demostrando la conveniencia de relevar mediciones sistemáticas durante períodos más prolongados y en diferentes áreas geográficas.

Agradecimientos

Se agradece al Ing. Domingo Pontoriero, la Ing. Liliana Hoese, y la pasante alemana Gesa Palte, por procesar los datos horarios de irradiancia solar sobre plano inclinado a 45º, registrados en la localidad de Balde de Leyes. También se agradece a las Arqs. Guillermina Re, Norma Merino y Halimi Sulaiman por colaborar con los relevamientos in-situ.

Citas y Notas

[1] BLASCO LUCAS Irene, RE Guillermina, VEGA Liliana Beatriz, FÁBREGA Mabel, MERINO Norma, HIDALGO Elena, ROSÉS Rodolfo, SIMON Laura. "Hábitat Rural Autóctono en Zona Árida Argentina". En *Memorias del Congreso Internacional sobre Arquitectura Vernácula* (CISAV' 05). Universidad de Olavide, Carmona, Sevilla, España, 26-28/10/2005. 15 páginas no numeradas.

[2] BLASCO LUCAS Irene, CARESTIA Carina, VEGA Liliana Beatriz, FÁBREGA Mabel, HOESE Liliana, PONTORIERO Domingo, HIDALGO Elena, MERINO Norma, PIGNATARI Graciela. "UPRC en Comunidad Rural Seleccionada". Capitulo III en *Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas*. Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa). San Juan, Argentina. Libro Digital, 03/2006, 66 páginas.

[3] EVANS John Martin. Iluminación: "Alumbrado Natural". Capítulo 6 del Tomo 1 en *Luz, Visión, Comunicación.* AADL: Asociación Argentina de Luminotecnia. Buenos Aires, 2001, pp. 111-133.

[4] BLASCO LUCAS Irene, PONTORIERO Domingo, HOESÉ Liliana, CARESTÍA Carina. "Mediciones Lumínicas en Viviendas Barriales del Gran San Juan". En *Luminotecnia* 79. Buenos Aires, 2005, pp. 106-115.

Bibliografía

*ARIAS Lucia, ALDERETE Carlos, GONZALO Guillermo. "Comportamiento Termohigrófugo de Bloques Comprimidos de Tierra-Cemento en TafÍ del Valle – Tucumán – Argentina". En *La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat, Memoria del Primer Seminario-Exposición Consorcio Terra Cono Sur*, CRIATIC-FAU, Tucumán, 2002, 9 páginas no numeradas.

*CIRVINI Silvia Augusta. "Tecnología e Historia: Arquitectura Vernácula en la Región Cuyo – Argentina". En *Memoria del Tercer SIACOT*, Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra, CRIATIC-FAU, Tucumán, 2004, pp. 17-22.

*NEGRETE Jorge, GUIJARRO José Luis, AJMAT Raúl, RAED Adriana, ROBLES Mariela, GARCIA Carolina, *LORENTE Sergio, DE INNOCENTIIS Luis. "Estrategias Bioclimáticas en Vivienda Rural para la Provincia de Tucumán". En *A y C Arquitectura y Construcción*, Tucumán, Argentina, 2004, pp. 46-49.

*NORMAS IRAM 11601 y 11604. "Acondicionamiento Térmico de Edificios". Instituto Argentino de Nacionalización de Materiales. Buenos Aires, Argentina, 2000.

Irene Alicia Blasco Lucas

Arquitecta (UNSJ-1979). Magíster en Energías Renovables (Universidad Internacional de Andalucía-2000), Actualmente realiza la Tesis Doctoral en Arquitectura (UM). Se ha desempeñado en docencia e investigación en la UNSJ desde 1983, a partir de 1990 es Profesora Titular y Asociada Efectiva. Desde 1999 desarrolla sus actividades de investigación en el IRPHa, y docentes en la FAUD-UNSJ. Es docente de grado en la Cátedra *Taller de Arquitectura IV-B* y de posgrado en el Módulo *Aridez* de *Maestría en Arquitectura de Zonas Árido-Sísmicas*. Desde 1990 forma parte de cuerpos colegiados de la UNSJ, siendo actualmente Consejera Superior de la UNSJ, miembro del Consejo de investigación del IRPHa y del Programa Investigar de la FAUD-UNSJ. Ha dirigido doce proyectos de investigación sobre energías renovables, arquitectura sustentable y tecnologías apropiadas, dos de ellos de cooperación internacional. Desde el año 2005 es Investigadora Categoría I en el Programa de Incentivos. Desde 2004 dirige los Proyectos trianuales PIP 03007/00 (CONICET) y PICT 13059 (FONCyT-ANPCyT). Posee más de cien artículos publicados en prestigiosas revistas y congresos nacionales e internacionales, y es autora de tres libros en edición. Ha obtenido premios y distinciones nacionales e internacionales, y ha realizado transferencias exitosas a través de ocho convenios.

4.5

TIPOS ESTRUCTURALES Y AUTOCONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN REGIÓN ÁRIDO-SÍSMICA[1 2]

Irene Alicia Blasco Lucas - Laura Alicia Simón Gil*
Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa) – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD)
Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) – Av. Ignacio de La Roza y Meglioli – 5400 San Juan – Argentina
Tel.: +54(0)264 423 2395 / 3259 Int. 349 – Fax: +54(0)264 423 5397 – http://www.irpha.com.ar
E-mails: iblasco@farqui.unsj.edu.ar, iblasco_2000@yahoo.com

Palabras claves: tipos estructurales-autoconstrucción con tierra-árido-sísmico

Resumen
Desde tiempos remotos la génesis de toda obra de arquitectura comenzaba con la idea de un ámbito encerrado por muros continuos de barro, ladrillo o piedra, configurantes exteriores de la forma del cobijo interior. El muro era entonces el origen de la estructura portante, se trataba de configuraciones simples, de espacios unitarios. La presencia actual de este tipo de construcción se manifiesta en gran cantidad de viviendas rurales, particularmente de personas de bajos recursos, como lo son las analizadas en el presente trabajo.

Estas se agrupan en puestos localizados en la Provincia de San Juan, Argentina, en una zona caracterizada por su aridez, alta sismicidad y dificultosa accesibilidad, restricciones que influyen de gran manera en la estructuras de las viviendas, que son construidas con métodos artesanales por sus habitantes. En base a relevamientos realizados in-situ se identifican las modalidades constructivas utilizadas, detectando aspectos positivos y negativos de las mismas. Del procesamiento de esta información se determinan los modos constructivos más frecuentes y se caracterizan conforme a la conceptualización de tres tipos estructurales básicos: caja, placa y esqueleto, detallando sus ventajas e inconvenientes.

Respecto a las tipologías estructurales, la tipología de “placa” se presenta de mayoritariamente en las construcciones analizadas. Se considera como tales las estructuras de las viviendas cuyos cerramientos los constituyen piedras o adobes y cuyos encuentros de muros se materializan mediante la trabazón de estos mismos materiales.

La segunda tipología más empleada es “esqueleto”, cuyos elementos resistentes están constituidos básicamente por rollizos de los árboles de la zona; en casos menos frecuentes, hormigón armado. Los cerramientos en estos casos son de ladrillos, adobes, caña y barro, chapas y combinaciones de ellos. Dentro de esta tipología, aunque menos rígidas que los primeros materiales mencionados, se consideran las construcciones de quincha.

A partir de la investigación realizada, se pone de manifiesto la heterogeneidad de modos constructivos como respuesta a la escasa disponibilidad de recursos naturales, humanos y tecnológicos. Esto se traduce en una elevada vulnerabilidad de las viviendas ante los riesgos naturales y en una insatisfacción de las necesidades básicas de habitabilidad y seguridad de las personas.

Se incluyen algunas recomendaciones de mejoras posibles de ser introducidas en la zona, ajustándose a las limitaciones antes mencionadas. Se propone una metodología de análisis para este tipo de estudios, aplicable a otros casos de similares condiciones.

Introducción

La zona de análisis abarca sectores de los Departamentos de 25 de Mayo, Caucete y Valle Fértil en la Provincia de San Juan, Argentina (Ver Fig. 1). Esta se caracteriza por su aridez, alta sismicidad y dificultosa accesibilidad, restricciones que influyen de gran manera en la estructuras de las viviendas de los *puestos*, que son construidas con métodos artesanales por sus habitantes. En base a relevamientos realizados in-situ se identifican las modalidades constructivas utilizadas, detectando aspectos positivos y negativos de las mismas.

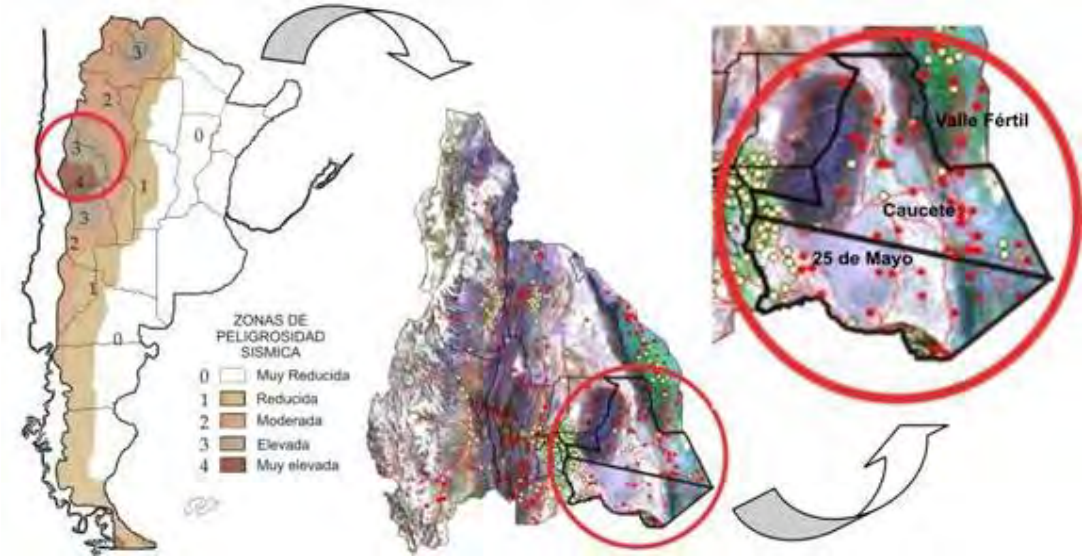


Fig. 1. Localización de la zona de análisis y puestos relevados en el mapa de peligrosidad sísmica

Por la característica de sismicidad de la zona, se procedió a realizar un análisis de los tipos estructurales más frecuentes utilizados en las viviendas. El objetivo de este análisis consiste en sistematizar el estudio de los aspectos tecnológicos–arquitectónicos en sus dimensiones constructivo–estructurales, poniendo especial atención a las restricciones impuestas por su localización y entorno. En este trabajo se describen las principales características estructurales de las viviendas, para luego proponer técnicas de refuerzo con el fin de mejorar la seguridad estructural de las viviendas más vulnerables, o bien, proponer nuevos materiales o tecnologías que posibiliten mejoras, teniendo en cuenta las limitaciones o restricciones; tanto las impuestas por el medio como las humanas.

Estructuras y espacios sencillos

Se ha repetido muchas veces que la arquitectura hace espacios, pero definir un espacio es pensar tanto en las relaciones sensibles como en las racionales, que el habitante establece con el ámbito en que se encuentra y por el que se desplaza. Cobra entonces importancia sustancial la materialidad de las formas que lo limitan, puesto que radica allí una parte importante del estímulo de esa vivencia espacial.

Espacio y formas fueron interdependientes hasta el siglo XIX. Si se piensa en la arquitectura desde los tiempos más remotos, se encuentra siempre la preocupación por buscar los materiales de construcción y adquirir el ingenio para ensamblarlos y de ese modo materializar el necesario cobijo. La piedra, las ramas, las pieles, la arcilla fueron los primeros recursos que se utilizaron y que dieron origen a formas estructurales arquetípicas: el entramado, el plano sólido resistente y la forma plástica, vigentes aún hoy como elementos de sostén y sostenido, a la vez que como cierre del cobijo, al que contribuyen a calificar y darle significado.

La génesis de toda obra de arquitectura comenzaba con la idea de un ámbito encerrado por muros continuos de barro, ladrillo o piedra, configurantes exteriores de la *"forma"* del cobijo

interior. El muro era entonces el origen de la estructura portante. Se trataba de configuraciones simples de espacios unitarios.

La presencia actual de este tipo de construcciones se manifiesta en gran cantidad de viviendas rurales, particularmente, en las pertenecientes a familias de bajos recursos, como lo son las viviendas analizadas en esta investigación.

Tipos estructurales
Una estructura está formada generalmente por una combinación de elementos básicos, para lo cual deben aprovecharse las características peculiares de cada elemento y lograr la forma más eficiente del sistema estructural global, cumpliendo con las restricciones impuestas por el funcionamiento de la construcción y por muchos otros aspectos, como lo es en el caso de las viviendas analizadas, la disponibilidad de materiales aptos para cumplir la misión de soporte de dicha construcción.

Se hacen algunas consideraciones iniciales acerca de ciertas características deseables de los sistemas estructurales. Las características más importantes de un sistema estructural son su resistencia, rigidez y ductilidad. El sistema debe poder resistir de manera eficiente las diversas condiciones de carga a la que puede estar sometida la estructura y poseer rigidez para diferentes direcciones en que las cargas pueden actuar, tanto verticales como horizontales[3].

Conviene que posea ductilidad, en el sentido de que no baste que se alcance un estado límite de resistencia en una sola dirección para ocasionar el colapso brusco de la estructura, sino que esta posea capacidad para deformarse sosteniendo su carga máxima y, posea una reserva de capacidad antes del colapso.

En el espacio de tres dimensiones en el cual existimos no puede prescindirse de la línea, ni de la superficie y, como combinación de estas últimas, el volumen. Si se habla de estructuras lineales o superficiales, sólo quiere decirse con ello, que una o dos de las dimensiones de sus elementos son pequeñas frente a las otras; pero, por reducida que cualquiera de ellas pueda llegar a ser, siempre son necesarias las tres para dar, a la obra, realidad material.

El constructor trata, en general, de evitar el gran macizo de tres dimensiones comparables, porque su gran volumen es índice de su coste. Pero aún, cuando se trate de un macizo, su volumen viene siempre limitado y se presenta a la vista por sus superficies envolventes; y ésta a su vez, por las líneas que marcan sus bordes. De acuerdo a la forma de los elementos estructurales que componen la estructura, podemos clasificar los tipos estructurales como:

A) Esqueleto: Formada por combinación de barras, pudiendo determinarse esquemas estructurales muy diversos: triangulares y tipo marco (Ver Fig. 2a). En los primeros, las cargas externas se resisten esencialmente por fuerzas axiales en los miembros. En los segundos, la transmisión de las cargas implica la aparición de esfuerzos de flexión y esfuerzo cortante. En ambos casos pueden ser bi o tridimensionales.

En las triangulaciones, la eficiencia de la transmisión de cargas, depende de la posición de los elementos. Conviene evitar que los lados de los triángulos formen ángulos muy agudos para lograr alta rigidez (son apropiados los ángulos entre 30° y 60°). La longitud de los elementos debe limitarse de manera que la resistencia no se vea reducida sustancialmente por efectos de pandeo.
Entre las combinaciones de barras que no son trianguladas, la más elemental para transmitir cargas de un techo a la cimentación es la que se obtiene por la simple superposición de vigas sobre postes, de manera que cada uno cumple su función sin una interacción

compleja entre ellas: las vigas trasladan las cargas hacia sus apoyos y los postes las bajan a la cimentación. Esta combinación, comúnmente denominada *poste y dintel*, es la forma más elemental de marco, es uno de los sistemas estructurales primitivos empleados por el hombre para sus construcciones y es el más usado en las construcciones que aquí se analizan. En este sistema no existe transmisión de momentos entre vigas y columnas, lo que hace muy clara y más fácil de calcular la distribución de fuerzas internas en los elementos, pero da lugar a que la transmisión de cargas sea poco eficiente, especialmente para fuerzas laterales (Ver Fig. 2b). La resistencia a cargas laterales se funda en el trabajo en voladizo de los postes que deben estar empotrados en la cimentación, de lo contrario sólo contarían con las fuerzas de la gravedad para contrarrestar el momento de volteo.

En un marco propiamente dicho la transmisión de esfuerzos de una a otra barra no se realiza por simple superposición, sino que existe una conexión entre ellas que proporciona capacidad para transmitir no sólo compresiones sino también tensiones y cortantes. La conexión puede ser una articulación aunque en la mayoría de las estructuras modernas se resuelve mediante un nodo rígido con capacidad de transmitir, además de las fuerzas internas, momentos flectores. Se obtiene así el llamado marco rígido, cuyas principales ventajas respecto al de poste y dintel son una mayor proyección contra acciones accidentales que pueden introducir tensiones en las conexiones y, especialmente, un aumento sustancial de la resistencia y rigidez ante cargas laterales, tan presentes en esta región.

B) Placa: Los elementos estructurales horizontales (losas) y verticales (muros) están formados por placas o láminas que envuelven el espacio, pero no existe una vinculación rígida entre ellas (Ver Fig. 2c). La superposición de placas simplemente apoyadas en una sola dirección y muros, integra un sistema equivalente al poste y el dintel y que tiene limitaciones semejantes. La falta de continuidad en los apoyos lo hace muy vulnerable ante acciones accidentales que pueden introducir tensiones verticales o esfuerzos cortantes en la conexión. La principal limitación es la escasa resistencia a cargas laterales que deben ser resistidas por flexión normal al plano de los muros: por los espesores normalmente delgados de los muros, estos resultan débiles a flexión.

C) Caja: Formada por placas horizontales y verticales estrechamente vinculadas entre sí, que cumple la función portante (Ver Fig. 1d). Para el funcionamiento en caja se requiere que la losa forme un diafragma horizontal que tenga alta rigidez para cargas en su plano, de manera que las cargas laterales se puedan transmitir a los muros más rígidos en cada dirección. Obteniendo la continuidad en las conexiones muro–losa, se logra una acción de marco con la cual se reducen los momentos y las deflexiones de la losa, pero se introducen flexiones en los muros ante cargas verticales. Esta solución es posible en materiales que presentan resistencia a tensión como el hormigón armado o el acero.

Ante cargas laterales, la acción de marco proporciona cierta rigidez y resistencia; sin embargo, el sistema resulta en general poco eficiente debido a que los momentos de inercia de los elementos placa son pequeños debido a su reducido espesor. Es importante destacar que, para que una estructura resista adecuadamente las cargas horizontales (como lo es la principal acción de la fuerza sísmica) es necesario que exista una efectiva continuidad estructural entre los elementos horizontales y verticales que la conforman, cualquiera sea el tipo estructural empleado. Esto se logra más eficientemente cuando se trabaja con materiales como el hormigón armado o con estructuras metálicas con uniones soldadas. En el caso de las viviendas analizadas, es imposible obtener esta continuidad con los materiales locales y las técnicas constructivas a las que tienen acceso los pobladores[4].

"Cuando los materiales se extraen o se fabrican en el lugar, es habitual interpretar que sugieren ese sentimiento de pertenencia o "morada", que muchos escritores sobre el tema consideran una de sus cualidades clave"[5]

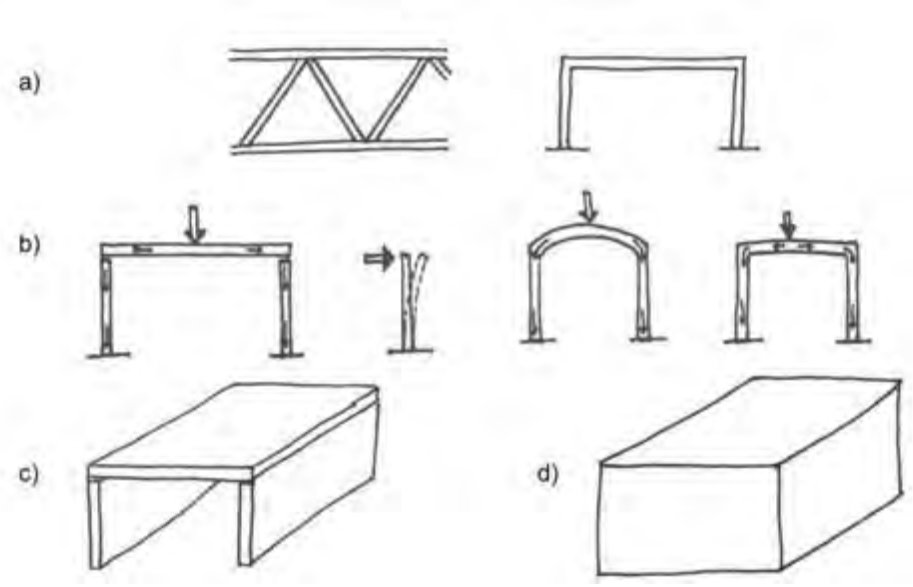


Fig.2. a) Estructura tipo esqueleto, de barras, o de armazón, b) Transmisión de cargas y reacción en el tipo estructural esqueleto, de barras o de armazón, c) Estructura tipo placa o laminar, d) Estructura tipo caja.

Materiales y Tecnologías locales

En América Latina, la mayoría de las viviendas rurales y las de algunos centros urbanos son de tierra[6]. Esto se debe a que la construcción con tierra es una alternativa simple y económica, y para muchos pobladores de bajos recursos económicos, constituye la única posibilidad de ser propietario de una casa.

Las características de las viviendas de tierra dependen de varios factores como el clima, la actividad económica y la ubicación geográfica entre otros. Los principales sistemas para la construcción de edificaciones de tierra, empleados en nuestro país son: la albañilería de adobe (ladrillos de barro secados al sol y asentados con mortero de barro), el tapial (suelo compactado dentro de encofrados de madera), y la quincha (marcos de madera rellenos con caña y cubiertos con barro o yeso).

Las viviendas analizadas, son básicamente, construcciones de adobe, quincha, piedra, bloques y rollizos y muy puntualmente, estructuras de hormigón armado. Los materiales empleados en éstas, se caracterizan, en general, por formar parte de su entorno inmediato, ya que la provisión de los mismos desde otros lugares es muy dificultosa.

Es un hecho conocido que hay una coincidencia preocupante entre los países socio-económicamente menos desarrollados del mundo, que tienen una larga tradición de construcción con tierra, y las regiones de alto riesgo sísmico. Tales son los casos de América Latina, África, el subcontinente de la India y otras partes de Asia, el Oriente Medio. A este hecho no escapan las zonas rurales de la Provincia de San Juan, y particularmente las analizadas en este trabajo.

A continuación se detallan en las Tablas 1 y 2 las características y ventajas de los materiales y sus técnicas constructivas asociadas mayormente empleadas en las estructuras de las viviendas analizadas y los tipos estructurales en que se aplican.

Materiales	ADOBE	PIEDRA	QUINCHA	QUINCHA MEJORADA	ROLLIZO
Tipología Estructural	Esqueleto	Placa	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto
	Placa				
Características	Los vanos deben poseer dinteles de rollizos o cañas transversales empotradas a ambos lados del vano, para soportar el peso del muro por encima de ellos.	Debe lograrse la más efectiva colocación de los bloques o lascas de modo que sea su propio peso quien las aglutine (empleando la menor cantidad de mortero), recurriendo al perfecto anclado de cada pieza.	Es interesante destacar que esta técnica constructiva con gran arraigo en nuestras tradiciones se ha desarrollado alejada de estudios teóricos y basándose en la continuidad de los conocimientos prácticos transmitidos por los antecesores.	Las paredes llevan bases de hormigón para prevenir la humedad que afecta la madera y los bastones en las paredes.	A diferencia de los materiales hasta aquí analizados, los rollizos no se emplean formando placas, sino como elementos estructurales lineales trabajando como vigas o columnas.
	Se evidencia la ausencia casi generalizada de sobrecimientos, y en algunos casos incluso de cimentación que las hace susceptibles al efecto erosivo del agua . En el caso de existir este sobrecimiento, suele ser de pirca: piedras grandes unidas con mezcla de barro, de la misma manera que los cimientos.	Sin duda, la construcción de un muro de piedra requiere bastante destreza ya que las piedras se presentan con formas irregulares y muchas veces necesitan ser talladas para ajustarlas. La primera tarea a realizar y de la que dependerá el resultado final en gran medida es la elección de las piedras.	Los materiales usados son propios de la región y le impregnan características específicas en lo que a textura y color se refiere. En la actualidad, y en nuestra región, las construcciones de quincha representan un porcentaje importante de las viviendas de zonas rurales.	Los aleros del techo poseen suficiente anchura como para asegurar la protección de las paredes contra la lluvia.	La estabilidad se consigue enterrando los postes de madera en agujeros, con el riesgo de que la madera se pudra en el punto de contacto con la tierra.
	El sistema de techado tradicional considera la colocación de vigas de rollizo o madera que soportan el techo, las cuales se empotran en las últimas hiladas de los muros.			Empleo de materiales ligeros en las cubiertas, clavando el material de los techos (generalmente chapas) a las vigas de encadenado superior.	La unión entre los elementos horizontales y verticales se materializa mediante postes ahorquillados.
	Ausencia de refuerzos, sean internos o externos.			Lleva una cuidadosa vinculación entre las columnas y las vigas para mejorar la integridad estructural.	
	Los muros poseen espesores muy considerables (≥ 40 cm).			Las columnas de madera se tratan con alquitrán o lechada para proteger contra la humedad.	
				Fundaciones concretas para la mayor estabilidad.	

Tabla 1. Tipos Estructurales y características de los materiales y técnicas constructivas mayormente empleados en las estructuras de las viviendas analizadas

Materiales	ADOBE	PIEDRA	QUINCHA	QUINCHA MEJORADA	ROLLIZO
Ventajas	Bajo costo y de fácil accesibilidad.	Posibilidad de autoconstrucción por poseer una técnica constructiva sencilla.	Bajo costo.	Es antisísmica: por ser sólida, flexible, ligera de peso y con buena cimentación. Es la más apropiada para suelos de poca capacidad portante.	Es sencillo de trabajar: el proceso constructivo es simple, de facil aprendizaje y usa los recursos de cada zona.
	Excelentes propiedades térmicas y acústicas.	Bajo costo.	Abundancia a flor del suelo en el mismo sitio de la construcción.	Es sencilla de hacer: el proceso constructivo es simple, de facil aprendizaje y usa los recursos de cada zona.	Es adaptable: acepta múltiples alternativas en el uso de diferentes materiales para muros y techos: barro, caña, tejas, etc.
	Posibilidad de autoconstrucción por poseer una técnica constructiva simple.	Abundancia a flor del suelo en el mismo sitio de la construcción.	Técnica de fácil concreción.	Es adaptable: acepta múltiples alternativas en el uso de diferentes materiales para muros y techos: barro, caña, tejas, etc.	Es económico: bajo costo ya que está disponible en la zona o zonas cercanas y no necesita ser procesado para su utilización como material de construcción.
	La técnica constructiva no requiere consumo adicional de energía.			Es económica: bajo costo y resiste mucho más que otros sistemas. Además al confeccionarse en el lugar se evita el desperdicio de materiales.	
				Es participativa: permite que la poblacion beneficiada se incorpore en todo el proceso de ejecucion, haciendola replicable.	
				Es modular: facilita la construcción progresiva de la vivienda, según la disponibilidad de recursos económicos.	

Tabla 2. Ventajas de los materiales y técnicas constructivas mayormente empleados en las estructuras de las viviendas analizadas

Respuesta estructural de los materiales empleados

Adobe: El adobe es un ladrillo formado por una masa de barro, mezclada con paja o heno, secada al aire. Es uno de los materiales de construcción más antiguos y de uso más difundido. Su uso data desde 8000 A.C. (Houben y Guillard 1994). En la actualidad, este tipo de construcción es usada principalmente por la población rural de bajo ingreso económico[7].

Las estructuras de adobe son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones. La construcción tradicional de adobe tiene una respuesta muy mala ante los movimientos telúricos, sufriendo daño estructural severo o llegando al colapso, causando con ello pérdidas significativas en términos de vida humana y daño material. El adobe es un material poco adecuado para la construcción en áreas sísmicas pues es masivo, débil y frágil. Debido a su gran masa, los muros de adobe atraen durante un sismo grandes fuerzas de inercia, que no son capaces de absorber adecuadamente pues la resistencia de los muros de adobe es muy baja, comparada con la de otros materiales. La resistencia a la tracción de los muros de adobe es mínima, mientras que su resistencia a la compresión y al corte son de aproximadamente apenas 2 kg/cm^2 y 0,25 kg/cm^2 respectivamente. Por otra parte, el mortero, elemento responsable de la homogeneidad de la mampostería, no es capaz de deformarse sin perder su integridad. Además, las uniones en las esquinas de las viviendas, al carecer de refuerzo o de sistemas de conexión, son débiles y los muros se separan fácilmente.

Es importante destacar que las construcciones históricas de adobe han sido capaces de soportar los diversos eventos sísmicos a lo largo de los siglos, debido principalmente a las grandes dimensiones de sus muros, a la regularidad de sus configuraciones geométricas, y al empleo de contrafuertes que brindan la resistencia lateral. Cuando en las construcciones modernas de adobe se reducen sustancialmente los espesores de los muros y se alejan de las configuraciones simétricas, se evidencian las características negativas de este material. En el caso de un sismo, en un primer momento los muros se separan en las esquinas, comportándose como muros en voladizo, que luego pierden su estabilidad y colapsan. El colapso de los muros trae consigo el desplome del techo y esto da como consecuencia la pérdida de vidas humanas y materiales durante terremotos severos.

El sistema tradicional de techado aumenta también la vulnerabilidad de estas construcciones. Durante un sismo, las vigas embutidas en la parte superior del muro, ocasionan esfuerzos adicionales que contribuyen a disminuir la estabilidad del muro, originando su colapso. Las fallas en las construcciones de adobe o tapial pueden atribuirse principalmente a su poca resistencia a tracción y a la reducida adherencia entre el adobe y el mortero. Ellas son:

- Fallas por flexión: las fuerzas sísmicas que actúan sobre los muros producen esfuerzos de tracción en los encuentros de muros transversales y en las esquinas superiores. Debido a la poca resistencia a la tracción de los muros, se generan grietas en la parte superior ocasionando la separación de los muros.
- Fallas por corte: cuando las fuerzas horizontales actúan paralelas al plano del muro generan grietas por esfuerzo cortante, las que generalmente presentan una orientación diagonal siguiendo las juntas verticales y horizontales de los adobes (falla escalonada).
- Falla por volteo: una vez separados los muros debido a la falla de sus uniones, éstos se comportarán como sólidos rígidos independientes, los que serán sometidos a grandes fuerzas sísmicas. Estas fuerzas generarán momentos actuantes que serán contrarrestados por el peso de los muros. Si el momento actuante es mayor al resistente, el muro se desploma y colapsa el techo.

Sintetizando, los modos típicos de falla durante terremotos son severo agrietamiento y desintegración de muros, separación de muros en las esquinas y separación de los techos de los muros, lo que en la mayoría de casos, lleva al colapso.

Piedra: Los muros de piedra están compuestos por piedras superpuestas, y los huecos comprendidos entre ellas, son llenados generalmente con mortero de tierra. La técnica de los muros de piedra es una antiquísima tradición que se remonta a las primeras culturas urbanas y campesinas y que por su efectividad y su escasa demanda de medios, ha pervivido a lo largo de los siglos. Estas construcciones nacieron a partir del Neolítico, cuando las comunidades humanas dejan de ser exclusivamente cazadoras y recolectoras y se convierten en agricultores y ganaderos con la necesidad de asentarse en un determinado lugar para desarrollar sus actividades encaminadas a obtener los recursos necesarios que aseguren la subsistencia. Una vez proyectadas, se han reproducido en el transcurso de los siglos como soluciones definitivas. En la actualidad, un muro de piedra es un recurso muy habitual para las construcciones rurales, ante la inexistencia de ladrillos y la abundancia de piedras a flor del suelo en el mismo sitio de la construcción.

- Buenas cualidades de trabajo y transmisión de presiones. Deben distinguirse los muros hechos a base de piedra bola, los que presentan inconvenientes, ya que hay que emplear gran cantidad de mortero para su construcción con el objeto de llenar los huecos entre las piedras, lo que ocasiona que estos muros tengan muchos puntos débiles. En contraste con ellos, tenemos muros hechos a base de lajas de piedra, en los cuales las cargas se transmiten perpendicularmente a las piezas y forman de por sí un muy buen elemento transmisor. Son recomendables bajo todos los puntos de vista; siempre y cuando la cantidad de mortero empleado en ellos no exceda los límites razonables, pues en ese caso, su resistencia quedará condicionada a la resistencia de dicho mortero.
- Dado su elevado peso propio y la falta de vinculación efectiva en sus extremos, frente a las fuerzas horizontales generadas por el sismo, no se comporta de manera eficiente, produciéndose el colapso de los muros de este tipo de construcciones.

Quincha: El término "quincha" proviene del idioma quechua y se le relaciona con el concepto de cañizo, seto, barrera o cerco. En la época hispánica esta acepción se fue transformando y tomando matices propios en distintas regiones. En algunas zonas de nuestro continente, se le conoce actualmente como un sistema constructivo - a veces con estructura de madera - constituido por un entramado de cañas o ramas, revestido con barro, yeso u otro material, aplicado a paredes o techumbres, siendo su acabado rústico y de muy poca duración[8].

Las viviendas construidas con este material, no reúnen las características necesarias para garantizar un buen comportamiento sísmico, ya que carecen de elementos estructurales importantes como lo son las vigas de encadenado, las cuales permiten conservar la unidad de la estructura durante un evento sísmico. No obstante, en general este tipo de viviendas han demostrado soportar satisfactoriamente los efectos sísmicos gracias a su gran ductilidad y poco peso. El bastidor de madera del muro de quincha por sí solo, no tiene la misma rigidez que el muro con el entramado de caña y el revoque de barro. Cada uno de estos elementos aporta resistencia al conjunto, tanto en flexión como en corte. Las fallas típicas que se presentan en este tipo de construcciones frente a las acciones sísmicas son:

- Fallas por corte: por lo general los bastidores de los muros pueden resistir grandes esfuerzos de corte, ya que sus elementos longitudinales que presentan fibras paralelas a la dimensión más larga tienen gran resistencia. El

problema se da principalmente en el revestimiento de barro donde las fallas por corte se originan por tracción diagonal.

- Fallas por flexión: los muros resisten las fuerzas perpendiculares a su plano como si se trataran de losas. Debido a este tipo de solicitación, los muros de quincha presentan pandeo o alabeo, dependiendo de las características de cada muro. La caña otorga mayor flexibilidad al muro, sin embargo, su resistencia a la tracción puede ser superada, haciendo que sólo los bastidores soporten los efectos de flexión.

Quincha Mejorada: Tratando de mejorar la construcción y optimizar el uso de los materiales en la construcción con quincha, se ha desarrollado la técnica de la quincha mejorada. Este sistema constructivo se desarrolló en el Perú a fines del siglo pasado. Es una alternativa económica y segura, con múltiples ventajas sobre otras modalidades tradicionales de construcción. Consiste en una estructura básicamente de madera (aserrada o rolliza) empotrada en una cimentación de concreto simple (en ciertos casos, concreto armado), tejida con caña y enlucida con barro y mortero. Su techo es ligero, pudiendo ser de calamina, caña y barro, recubierto de concreto o tejas. El conjunto estructural posee gran solidez y a la vez flexibilidad inigualable para absorber la fuerza sísmica.

Rollizos: Se conoce como rollizos a los maderos redondos descortezados. Se emplean el la construcción desde las civilizaciones antiguas. La construcción con troncos o rollizos es la forma primitiva de construcción con madera. Los empleados en estas construcciones son de eucaliptos y algarrobos, ya que son los árboles disponibles en la zona. Los diámetros varían entre 4" y 6" y sus largos van de 2,5 m a 5 m. Al ser un material anisótropo posee diferentes tensiones según se trate de esfuerzos paralelos a las fibras o perpendiculares a ellas. La Tabla 3 sintetiza las propiedades de resistencia de los rollizos mas empleados en la zona.

Madera	**Flexión**	**Tracción**	**Compresión paralela a las fibras**	**Compresión perpendicular a las fibras**	**Corte paralelo a las fibras**	**Corte perpendicular a las fibras**
	(Kg/cm^2)	(Kg/cm^2)	(Kg/cm^2)	(Kg/cm^2)	(Kg/cm^2)	(Kg/cm^2)
Eucalipto	110	110	60	20	15	30
Algarrobo	100	80	60	35	16	30

Tabla 3. Propiedades de resistencia de los rollizos mas empleados en la zona

Clasificación de las viviendas en función de su estructura resistente

En función de las características estructurales de las viviendas analizadas, se las ha agrupado en:

- TE: Tipología Esqueleto.
- TP: Tipología Placa.
- TC: Tipología Combinada.

A su vez, cada una de estas tipologías tiene sus variantes, manteniendo constante los materiales y tecnología de elementos estructurales y variando sólo la resolución de los muros. La Fig. 3 muestra un ejemplo de las fichas elaboradas para sistematizar el análisis, según el siguiente criterio de clasificación:

- TE1: Esqueleto. Elementos estructurales: rollizos de madera.
  - V1: Muros de ladrillos.
  - V2: Muros de chapas metálicas.
  - V3: Muros de bloques.
  - V4: Muros de adobe.
  - V5: Muros de madera.
  - V6: Muros de adobe + ladrillo.
  - V7: Muros de adobe + quincha.
  - V8: Muros de quincha.
- TE2: Esqueleto. Elementos estructurales: Hormigón armado.
  - V1: Muros de ladrillos.
  - V2: Muros de adobes.
  - V3: Muros de bloques.
- TP1: Placa. Elementos estructurales: Adobes.
- TP2: Placa. Elementos estructurales: Piedras.
- TP3: Placa. Elementos estructurales: Ladrillo.
- TP4: Placa. Elementos estructurales: Bloques.
- TC: Combinada: Placa + Esqueleto.



ASENTAMIENTO 25 DE MAYO: PUESTO 60				TE – V4
MATERIALES	ESTRUCT. HORIZONTAL	ESTRUCTURA VERTICAL	PAREDES	CUBIERTA
ADOBE		X	X	
PIEDRA				
TRONCO DE ÁRBOL	X		X	X
RAMAS Y CAÑAS				X
BARRO				X
BLOQUES				
LADRILLOS				
HORMIGÓN ARMADO				

Fig. 3. Ejemplo de las fichas elaboradas para sistematizar el análisis de tipos estructurales

Frecuencias de tipos estructurales relevados

En función de los criterios explicitados en el punto anterior, se realizó un análisis estadístico de frecuencias de tipos estructurales y materiales, como también su relación con las topologías y el estado de conservación de las 71 viviendas relevadas. El tipo estructural placa es el de mayor frecuencia con 41 casos, seguido por el tipo esqueleto con 27 casos y por último el combinado con 3 casos, cuyos valores relativos se pueden observar en el diagrama izquierdo de la Fig. 4. A su vez, las 29 viviendas construidas con piedra en la zona de las serranías de Caucete y Valle Fértil tienen una importante incidencia en el análisis de frecuencia de los materiales empleados en los muros (Ver valores relativos en Tabla gráfica 3, derecha), correspondiendo 25 casos al adobe y 7 a la quincha, en la zona del secano de Caucete y 25 de Mayo.

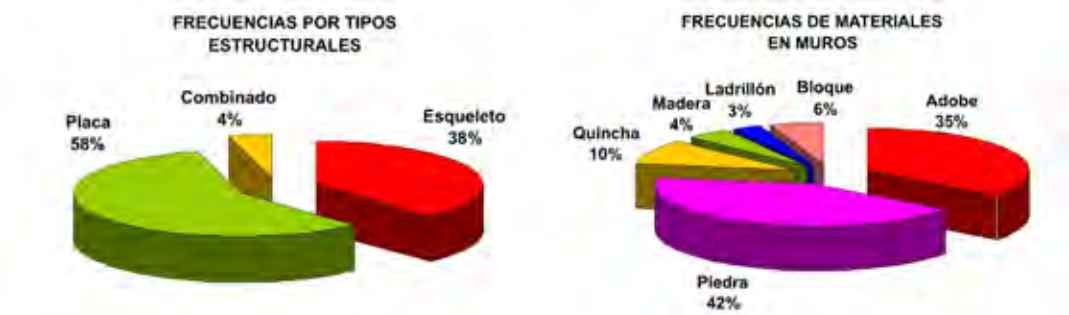


Fig. 4. Frecuencias de tipos estructurales y materiales empleados en muros

Existe una gran dispersión en la relación entre los tipos estructurales y los materiales empleados en muros, principalmente en el tipo esqueleto, como puede observarse en la Fig Tabla gráfica 3. No aparecen en la figura algunas variantes tipológicas porque se ha adoptado como tipo estructural de la vivienda el que cubre mayor superficie, cuando ésta es significativamente superior a la de otro tipo estructural utilizado en la misma. En caso de que tuviesen valores similares, se las considera combinadas.

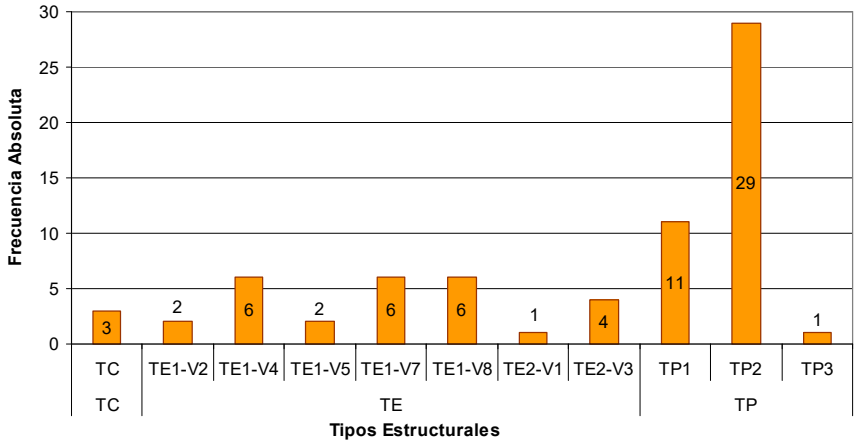
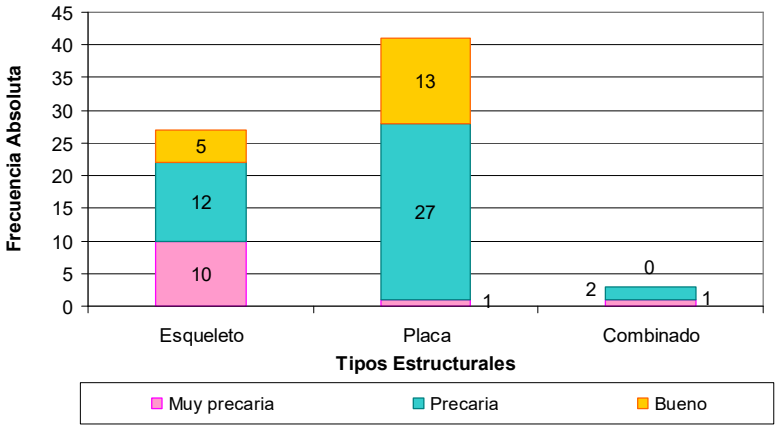


Tabla gráfica 3. Frecuencias de variantes de Tipos estructurales

Se observa un mayor grado de precariedad en las viviendas que cuentan con tipo estructural esqueleto (Ver Tabla gráfica 4a). Aunque en el tipo placa existe un 38% de las viviendas que están en estado precario, el 18% se encuentra en buen estado. Esto indica una mejor respuesta al deterioro causado por agentes externos e internos, pero no necesariamente a movimientos telúricos de envergadura.

También se observa una cierta relación entre las tipologías de vivienda y las estructurales (Ver Tabla gráfica 4b), preponderando casi igualitariamente la compacta, lineal y en L, en el tipo placa, y teniendo una frecuencia importante la tipología dispersa en el tipo esqueleto.

a)



b)

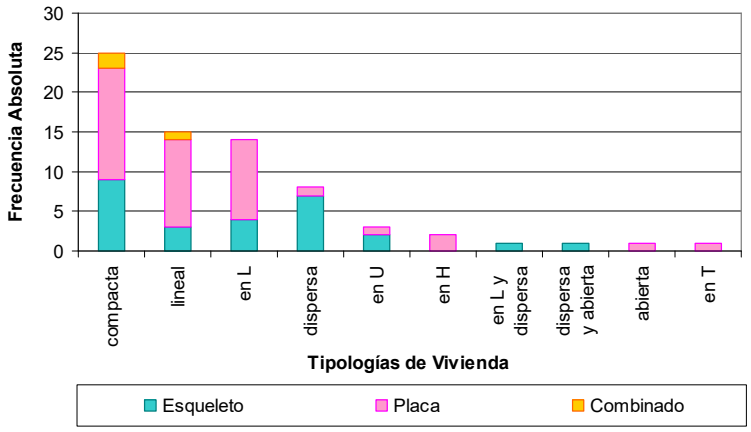


Tabla gráfica 4. a) Relación entre Tipos estructurales y estado de la vivienda, b) Relación entre Tipos estructurales y tipología de la vivienda

Tipos estructurales locales y sismo

Las construcciones de las poblaciones analizadas, si bien poseen una cantidad bastante limitada de recursos materiales, se caracterizan por una importante diversidad de tecnologías empleadas para su materialización, y variantes de ellas.

Respecto a las tipologías estructurales, la segunda tipología más empleada es “esqueleto”, cuyos elementos resistentes están constituidos básicamente por rollizos de los árboles de la zona; en casos menos frecuentes, hormigón armado. Los cerramientos en estos casos son de ladrillos, adobes, caña y barro, chapas y combinaciones de ellos. Dentro de esta tipología, aunque menos rígidas que los primeros materiales mencionados, se consideran las construcciones de quincha.

La tipología de “placa” se presenta de mayoritariamente en las construcciones analizadas. Se considera como tales las estructuras de las viviendas cuyos cerramientos los constituyen piedras o adobes y cuyos encuentros de muros se materializan mediante la trabazón de estos mismos materiales. Dado que las viviendas no presentan refuerzos horizontales ni verticales que conecten los techos con los muros, y además, debido a los materiales empleados para resolver las cubiertas, las fuerzas sísmicas no se distribuyen proporcionalmente a la rigidez de los muros. Por ello, los techos no se consideran como

diafragmas rígidos en el análisis sísmico. En consecuencia, debe asumirse que los muros, bajo la acción de las fuerzas sísmicas, actúan en forma independiente.

La ventaja de las viviendas analizadas que poseen cerramiento de quincha y chapa, es su escaso peso, lo cual desde el estudio de la sismicidad, es un hecho favorable. Como contrapartida, debe mencionarse la enorme trasmitancia térmica de estos materiales, no permitiendo una adecuada aislación de los espacios habitables, respecto a las inclemencias climáticas del exterior.

Dada las características de los materiales constructivos empleados (con excepción del hormigón armado) es imposible generar estructuras continuas cuya cualidad principal es la solidaridad estructural de todas sus piezas, de manera que cualquier carga actuante en un tramo determinado sea absorbida por todo el conjunto, con la consiguiente reducción de solicitaciones y mayor capacidad resistente a las acciones sísmicas. Las viviendas analizadas poseen, en su mayoría, estructuras simplemente apoyadas, debiendo soportar las acciones en forma autónoma.

Se verifica mediante el análisis que, frente a las solicitaciones sísmicas, las viviendas más vulnerables son las de piedra y adobe ya que poseen un comportamiento inaceptable frente a sismos de relativa frecuencia porque dada la gran masa que concentran los muros, provoca que la solicitación sísmica sea mayor, pudiendo llegar al colapso, y por lo tanto, no resguardan la vida de sus habitantes.

Para resolver el problema, una opción sería reemplazar las casas de adobe existentes con otras de material noble, bien construidas, ubicadas sobre terreno firme que es la mejor técnica para reducir al mínimo la vulnerabilidad estructural[9]. Sin embargo, dado su costo esa no es una solución viable, menos aún considerando la extrema pobreza de la mayoría de personas que viven en áreas rurales en casas de adobe. Como alternativa confiable, viable y de aplicación inmediata desarrollada por algunos grupos de investigación es el reforzamiento con elementos sismorresistentes, evitando el súbito colapso de la vivienda cuando ocurra un fuerte sismo.

Las viviendas de quincha presentan un comportamiento aceptable frente a movimientos telúricos, ya que los materiales que la componen, le otorgan la flexibilidad necesaria para poder resistir grandes deformaciones, generando además, muros ligeros de bajo peso, trayendo como consecuencia menor solicitación sísmica.

Es común entre los pobladores de estas comunidades, una gran resistencia a cambiar su forma habitual de construcción. Por ello, en todos los casos, se hace necesario estudiar una mejora en la técnica constructiva sin variar en gran medida los materiales empleados, con el fin de controlar el comportamiento sísmico y evitar el colapso de estas viviendas.

Citas y Notas

1 Trabajo desarrollado en el marco del proyecto PICT 13-13059 de FONCyT-ANPCyT, denominado *"Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas"*. IRPHa-FAUD-UNSJ (2004-2007).

2 BLASCO LUCAS Irene, RE Maria Guillermina, VEGA Liliana Beatriz, FÁBREGA Mabel, SIMON GIL Laura, HOESE Liliana, PONTORIERO Domingo, HIDALGO Elena, ROSES Rodolfo, MERINO Norma. "Relevamiento y Caracterización de Unidades Productivas Rurales (UPR) ". Capitulo I en *Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas*. Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa). San Juan, Argentina. Libro Digital, 03/2006, pp. 24-36.

3 http://www.construccion.org.pe/jcg@icg.org.pe

4 http://www.umsanet.edu.bo/dipgis/institutos/iem.html

5 Weston Richard (2000). *"Materiales, forma y arquitectura"* - Pág. 101.

6 http://www.vuw.ac.nz/architecture

7 http://www3.cricyt.edu.ar/lab./xoops/html/modules/freecontent/index.php?id=52

8 http://www.bse.com.uy/almanaque/2001/Practialmanaque/Techos_de_quincha

9 http://www.world-housing.net/tutorials/adobetutorialESP/adobe_spanish_tutorial.pdf

Bibliografía

*BARDOU, Patrick. *Arquitecturas de Adobe.* Editorial GG. España, 1979.
*GERNOT, Minke. *Manual de Construcción para Viviendas Antisísmicas de Tierra*. Universidad de Kassel, Alemania, 2001.
*GIULIANI, Hugo. *Diseño Antisísmico*. Volúmenes I a III. Secretaría de Vivienda y Acción Social. IDIA-UNSJ, San Juan, Argentina, 1981.
*GIULIANI, Hugo. *Arquitectura Sismorresistente*. IRPHa-FAUD, San Juan, Argentina, 1984.
*CHIAPPERO, Rubén y SUPISICHE María Clara. *Arquitectura en Tierra Cruda* Editorial Nobuko. Argentina, 2003.
*GRAHAM MCHENRY, Paul. *Adobe. Cómo Construir Fácilmente.* Editorial Trillás. México. 1996
*MC DONALD, MYHRMAN, y MINDLIN. *Edifique con Fardos.* Editorial Nobuko. Argentina, 2004.
*SALAS SERRANO J., LIRA C. *HABITERRA, Exposición Iberoamericana de Construcciones de Tierra. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Proyecto CYTED XIV.1*. Editorial Escala, Bogotá, Colombia, 1995.

Irene Alicia Blasco Lucas

Arquitecta (UNSJ-1979). Magíster en Energías Renovables (Universidad Internacional de Andalucía-2000), Actualmente realiza la Tesis Doctoral en Arquitectura (UM). Se ha desempeñado en docencia e investigación en la UNSJ desde 1983, a partir de 1990 es Profesora Titular y Asociada Efectiva. Desde 1999 desarrolla sus actividades de investigación en el IRPHa, y docentes en la FAUD-UNSJ. Es docente de grado en la Cátedra *Taller de Arquitectura IV-B* y de posgrado en el Módulo *Aridez* de *Maestría en Arquitectura de Zonas Árido-Sísmicas*. Desde 1990 forma parte de cuerpos colegiados de la UNSJ, siendo actualmente Consejera Superior de la UNSJ, miembro del Consejo de investigación del IRPHa y del Programa Investigar de la FAUD-UNSJ. Ha dirigido doce proyectos de investigación sobre energías renovables, arquitectura sustentable y tecnologías apropiadas, dos de ellos de cooperación internacional. Desde el año 2005 es Investigadora Categoría I en el Programa de Incentivos. Desde 2004 dirige los Proyectos trianuales PIP 03007/00 (CONICET) y PICT 13059 (FONCyT-ANPCyT). Posee más de cien artículos publicados en prestigiosas revistas y congresos nacionales e internacionales, y es autora de tres libros en edición. Ha obtenido premios y distinciones nacionales e internacionales, y ha realizado transferencias exitosas a través de ocho convenios.

Dra. Arq. Laura Alicia Simón Gil

Arquitecta (UNSJ -1990). Dra. en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad de Mendoza- 2001). Se ha desempeñado en docencia e investigación en la UNSJ desde 1984, a partir de 1995 es Profesora Jefe de Trabajos Prácticos Efectiva en las Cátedras Estructuras II y Taller de Arquitectura V. Desde 2004 se desempeña como profesora adjunta en la cátedra de Estructuras III en la FAUD – Universidad de Mendoza Desde 2001 desarrolla sus actividades de investigación en el IRPHa en proyectos de investigación sobre arquitectura sustentable y tecnologías apropiadas. Desde el año 2005 es Investigadora Categoría III en el Programa de Incentivos. En la actualidad codirige tesis doctorales y forma parte de tribunales examinadores de tesis de maestría y doctorado.

4.6

MONITOREO DE MUROS DE TIERRA EN EL CRIATiC, TUCUMÁN, ARGENTINA
RESULTADOS PARCIALES

Josefina Chaila*- Stella Maris Latina - Carlos E. Alderete
Lucía E. Arias - Rodolfo Rotondaro - Rafael F. Mellace
Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca Nº 1900 - Tucumán - Tel. 0381-4364093 - int. 7912/19
josefinachaila@gmail.com

Palabras clave: muros de tierra - tapial - bloques

Resumen
La comunicación refiere resultados preliminares del monitoreo de muros de tierra construidos en el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) FAU-UNT en el marco de los proyectos PICT 13-14465 y CIUNT 26- B /308 financiados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANCPCyT) y el Consejo de Investigaciones de la UNT respectivamente.

Se analizan aspectos técnico-constructivos tales como:

- Proceso de selección y preparación de materiales.
- Elaboración y características técnicas de los componentes básicos empleados en la construcción de los muros: módulo de tapial, bloques de tierra comprimida (BTC) y bloques articulados de tierra comprimida (BaTc)
- Evaluación cualitativa de componentes y sistemas muro.
- Deterioro y lesiones producidas por agentes climáticos (precipitaciones)

La metodología para el monitoreo se basó en registro periódico del comportamiento de los muros en estudio y de las lesiones que aparecieron, así como también en la identificación de las mismas. Los registros se realizaron por observación directa empleando medios gráficos y fotográficos, y para la interpretación de sus posibles causas se tuvo en cuenta la patología habitual de las construcciones de tierra.
Con los resultados obtenidos se pretende:
-Contribuir a mejorar las técnicas tradicionales de construcción a partir de la incorporación de resultados de las investigaciones producidas en el CRIATiC.
-Realizar aportes para la reformulación de criterios de ejecución de tapial y BTC en proyectos relacionados con la vivienda y el hábitat de interés social.

Introducción
La construcción del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) se lleva a cabo en predios de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán.
El CRIATiC es una obra experimental a partir de la cual se pretende, entre otras cosas, elaborar mejoras aplicables a los procesos constructivos que implican los muros de tierra, con el objeto de contribuir a una mejor aceptación social y reinserción general del material.

El CRIATiC está integrado por varias unidades constructivas con funcionalidad y materialidad particulares: un laboratorio, un taller, un depósito, una torre de servicios, aulas y oficinas. a las que se denomina *módulo* en esta presentación. (Cuadro 1)

MODULO	
1	Laboratorio-taller
2	Núcleo de servicios
3	Aula-Taller
4	Dirección-Oficina

Cuadro 1: Designación y funcionalidad de módulos

En este trabajo se presenta registros que forman parte del monitoreo de los muros del CRIATiC. Se consideran los muros de cada módulo, construidos con sistemas diferentes desarrollados con tierra cruda. (Cuadro2)

MURO	SISTEMA	COMPONENTE
Mod 1	Mampostería	Bloque de Tierra Comprimida
Mod 2	Monolítico	Modulo de Tapial
Mod 3	Monolítico	Modulo de Tapial
	Mampostería	Bloque articulado de tierra comprimida
	Mampostería	Bloque de Tierra Comprimida
Mod 4	Mampostería	Bloque de Tierra Comprimida

Cuadro 2: Sistema y Componente de los muros correspondientes a cada modulo

Proceso de monitoreo

El monitoreo presenta un carácter experimental, es decir que se pretende avanzar en el diseño y prueba de una "metodología de monitoreo" apropiada para poder no solo relevar en forma sistemática la patología de estos muros sino también producir conocimiento científico en el tema "patología de la construcción con tierra".

El proceso de monitoreo parte del registro de datos basados en la observación y registro periódico, gráfico y fotográfico y en la identificación de daños o lesiones. Los resultados se vuelcan en fichas técnicas que constituirán el historial constructivo del Centro y del comportamiento de la construcción una vez concluida.

La construcción del CRIATiC fue acompañada permanentemente por ensayos normalizados realizados en el Laboratorio de materiales y elementos de edificios (LEME-FAU-UNT), tanto de la tierra utilizada[1] para los componentes como del componente mismo.

En el registro de datos del proceso constructivo se contemplo la selección y preparación de materiales constituyentes del componente básico la elaboración y características técnicas de los mismos y la construcción del elemento muro con los distintos componentes (módulo de tapial, bloques de tierra comprimida – BTC y bloques articulados de tierra comprimida - BaTc).

El monitoreo de los muros parte de considerar el registro del proceso constructivo y de la permanente interacción con los trabajos de laboratorio. Se procede al registro cualitativo de los muros y al reconocimiento y localización de daños.

El seguimiento de la construcción del CRIATiC deriva en el registro del proceso constructivo y en el registro de los muros[2].
Los resultados parciales presentados forman parte de un proceso que continúa y pretende brindar información cuali-cuantitativa de los muros, su construcción, acción de condicionantes físicos y su comportamiento pre y post-uso.

Proceso de construcción del centro CRIATiC - Registro
Se llevó a cabo el seguimiento, la observación y evaluación de la ejecución de los muros.
Se elaboró el fichaje técnico del proceso constructivo de muros con sistema de mampuestos y monolítico, considerando los materiales del componente, su producción, características técnicas, levantamiento de muros, mano de obra, tiempo, etc.

Los módulos 1,3 y 4 se construyeron con bloques de suelo cemento compactados producidos en prensa CINVA-RAM para los BTC y prensa CINVA RAM modificada para los BaTc. (Fig. 1-Fig. 2)
En el modulo 3 se emplearon los 3 componentes, bloques de tierra comprimida, bloques articulados de tierra comprimida y tapial.



Fig.1 Producción del componente	Componente BTC	Construcción del elemento muro	Muro módulo 4 Oficina



Fig.2 Producción del componente	Componente BaTC	Construcción del elemento muro	Muro módulo 3 Aula-Taller

En trabajos precedentes llevados a cabo en el CRIATiC se determinaron las resistencias de los morteros y bloques a emplear, así como el trabajo en conjunto de ambos (muro)[3]:

BTC
f'_u **5,0 MPa**
f_{um} 7,0 MPa
$\delta_{m\ máx}$ 0,12

Resistencia Característica del BTC

Mortero
Edad= 28dias. Resistencia mín. compresión **5,0 MPa**
Dosificación **1:3**

Resistencia del mortero

Se ensayó una serie de pilastras para determinar las resistencias a compresión y rotura del muro. Valores que se verificaron a partir del empleo del factor de correlación según INPRES CIRSOC 103 – PIII: con la resistencia característica a rotura de los mampuestos y del mortero, es posible obtener la resistencia básica a compresión del muro.
De esta manera se obtiene:

$\sigma_{mo} = f_c \times \sigma_{mp}$

$\sigma_{mo} = 0,35 \times 5,0$ MPa

σ_{mo} **= 1,75 MPa**

σ_{mo}: resistencia básica a compresión de la mampostería
f_c : factor de correlación, según tipo de mampuesto y mortero empleado
σ_{mp}: resistencia característica a compresión de los mampuestos

Considerando estos resultados, los muros del CRIATiC, se levantaron con bloques y morteros elaborados con tierra y dosificaciones estudiadas y ensayadas de manera de obtener las resistencias óptimas del elemento muro.

El módulo 1, laboratorio, se construyó con anterioridad a los módulos 3 y 4, los que se construyeron utilizando tierra con características ya ensayadas en el módulo precedente y bloques elaborados con la dosificación aconsejada de tal manera de obtener las propiedades físicas y mecánicas optimas sin perder de vista la economía, es decir el lograr un material eficiente, accesible a los sectores sociales débiles.

Los muros del modulo 1 se levantaron con BTC y mezcla de asiento 1:3 (cemento: arena). Su estructura se resolvió con encadenados simples horizontales y verticales, vinculándose al paramento a través de hierros (2 ϕ 6mm en juntas c/0,50m en el eje del encadenado vertical).
En los módulos 3 y 4 se utilizó la misma mezcla para las juntas (1:3/ 1:4) y se empleó estructuralmente encadenados verticales y horizontales armados, reforzando el muro con hierros (2 ϕ 8 mm) cada 0.80 m en juntas horizontales cementicias de 4 cm de espesor aproximadamente.

Ficha de relevamiento del proceso constructivo de BTC y BaTc

	Componente: formas, dimensiones y producción	Características del elemento muro	Materiales- dosificación
BTC	Largo:29,00 cm Ancho:14,00 cm Alto: 10,00 cm  Producción semi-industrializada Bloquera CINVA- RAM Mano de obra no especializada 4 obreros/8hs = 250 BTC	Espesor muro = 29 cm Aparejo = tipo francés Muro portante  Juntas reforzadas c/0,80m	Los numerosos y constantes ensayos de laboratorio determinaron porcentajes aproximados de los tipos de tierra convenientes para alcanzar las propiedades optimas: 60 % de limo 30 % de arena 10 % de arcilla La proporción en las mezclas de cemento y tierra fue la misma para los BTC y BaTc dosificados convenientemente en volúmenes aparentes 1:8 - 1:10.
BaTC	Largo:36,00 cm Ancho:18,00 cm Alto: 10,00 cm  Producción semi-industrializada Bloquera CINVA- RAM modificada por el CRIATiC Mano de obra no especializada	Espesor muro = 18 cm Aparejo = sin mortero de asiento, traban mecánicamente mediante nervaduras (se disminuye la rigidez del muro) Sus dimensiones permiten trabarlos al 50 % de su longitud dispuestos a soga 	

El módulo2, corresponde al núcleo central de la composición, destinado a funcionar como office y sanitarios, cuenta con una superficie de 21m2.
Se construyó con tapial de 0,30m de espesor sobre cimientos corridos de Hormigón.
Se disponen encadenados de HA horizontales superior e inferior vinculados verticalmente con hierros Ø8 cada 0,60m.
Se emplearon moldes y pizones de madera. (Fig.3)



Fig3 Producción del componente | Componente Hilada Tapial | Construcción del elemento muro | Muro módulo 2 Núcleo húmedo

Ficha de relevamiento del proceso constructivo de tapial



Resumen de materiales del componente y juntas conformantes del elemento muro:

CRIATIC					
ELEMENTO MURO					
MOD.	SISTEMA	COMPONENTE	MATERIALES COMPONENTE	JUNTAS	
				Espesor	Materiales
1	Mampostería	Bloques de Tierra Comprimida (BTC)	Tierra (arena30%, arcilla 10%, limo 60%) Cemento: 1:8 Agua	1,5 cm.	1:3/1:4
2	Monolítico	Tapial	Tierra (arena30%, arcilla 20%, limo 50%) Cemento: 1:8/1:10 Agua	-	-
3	Mampostería	Bloques de Tierra Comprimida (BTC)	Tierra (arena30%, arcilla 10%, limo 60%) Cemento: 1:8 Agua	1,2 cm.	1:4
	Mampostería	Bloques Articulados de Tierra Comprimida (BATC)	Tierra (arena30%, arcilla 10%, limo 60%) Cemento: 1:8 Agua	1,2 cm.	1:4
	Monolítico	Tapial	Tierra (arena30%, arcilla 20%, limo 50%) Cemento: 1:8/1:10 Agua	-	-
4	Mampostería	Bloques de Tierra Comprimida (BTC)	Tierra (arena30%, arcilla 10%, limo 60%) Cemento: 1:8 Agua	1,2 cm.	1:4

Monitoreo de las lesiones de los muros del centro CRIATiC

Considerando el proceso constructivo y la permanente interacción con los trabajos de laboratorio se realiza una constante supervisión de los muros del CRIATiC, ya construidos.
Se presentan a continuación:
A- dos condicionantes físicos relevantes, considerados amenazas capaces de alterar las propiedades de los muros: sismos y precipitaciones en San Miguel de Tucumán
B- datos registrados como parte del monitoreo que continúa llevándose a cabo y que permitirá, a largo plazo, efectuar la evaluación del comportamiento post-uso.
Se procede al registro cualitativo de los muros y al reconocimiento y localización de daños.
A-*Sismos:*

Año	Mes	Día	Hor	Min	Seg	Latitud	Longitud	Prof.	Mag	Provincia
2005	8	23	16	14	7,0	-32,81	-68,77	10,0	5,0	Mendoza
2005	8	30	22	33	59,0	-32,26	-64,92	10,0	3,5	Córdoba
2005	9	9	8	26	4,0	-31,76	-69,20	120,0	5,5	San Juan
2005	10	2	7	20	57,4	-31,70	-69,27	118,6	4,2	San Juan
2005	10	5	7	59	2,3	-27,18	-65,50	33,0	5,4	Tucumán
2005	10	11	11	10	45,5	-31,45	-67,05	130,0	4,8	La Rioja
2005	10	17	9	6	31,0	-26,81	-65,31	30,0	4,4	Tucumán
2005	10	18	2	5	4,0	-31,20	-64,34	14,0	3,4	Córdoba
2005	10	23	20	19	45,0	-28,26	-65,31	60,0	4,8	Catamarca
2005	11	11	5	56	53,0	-26,62	-64,98	39,0	5,0	Tucumán

Monteros

Tafi Viejo

Burruyacu-Benjamin Araoz

10 ultimos sismos sentidos con epicentro en Argentina La Gaceta

Los epicentros se detectaron en:
Monteros, 53 km al sur de San Miguel de Tucumán
TafÍ Viejo, 16 km al noroeste de San Miguel de Tucumán
Burruyacú - Benjamín Araoz, 65 km al sur de San Miguel de Tucumán.

B-*Precipitaciones:*
Desde junio, mes en el que se comenzó a registrar los datos e inicio el modulo 2, se registraron las precipitaciones medias que a continuación se detallan.
De octubre a noviembre las precipitaciones se hicieron mas notorias con lluvias prolongadas y tormentas fuertes con viento sur, hecho que se acentuó paulatinamente en el periodo estival [4]

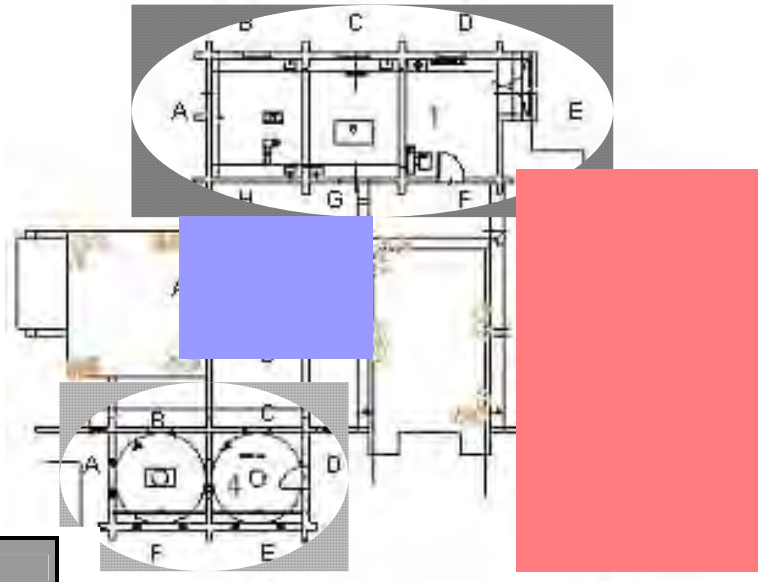
	Precipitación Media Mensual 2005											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ppción(mm)	113,5	173,0	182,7	140,5	32,6	36,0	2,0	6,0	27,8	31,9	**134,7**	**125,0**
	Precipitación Media Mensual 2006											
	E	F	M	A								
Ppción(mm)	**318,6**	**102,5**	**128,4**	**200,7**								

Tanto los movimientos sísmicos como las precipitaciones no produjeron daños o alteraciones evidentes. El seguimiento de sus efectos continua efectuándose y registrándose.

- Detección de daños

Se utiliza el término “daños” considerando un concepto amplio y abarcativo de los distintos tipos de lesiones, alteraciones y rasgos patológicos de los muros conformantes del CRIATiC.

Los muros de cada módulo se designaron con una letra para permitir un trabajo de campo ordenado.



Daños – M2 mB	
Disgregamiento	
Grietas	
Fisuras	
Lavado	
Falta de Homogeneidad	
Falta de adherencia	
Falta de cohesión interna	
Rotura	
Retracción por secado	
Quiebre	
Pandeo	
Alabeo	
Presencia de materia orgánica	
Humedad por capilaridad	
Humedad por condensación	
Humedad por infiltración superficial	
Eflorescencias	
Desplome	
Desnivel	

Se comenzó el registro mediante la observación minuciosa de cada uno de los muros, volcando los datos en fichas resumen que muestran sintéticamente la presencia de humedades, grietas, quiebres, fisuras, erosiones, eflorescencias, pérdidas de masa y desprendimientos de materia, entre otras lesiones.

A continuación se enuncian algunas lesiones o daños de importancia relevante respecto a la totalidad del registro llevado a cabo entre el mes de junio de 2005 hasta el momento:

Modulo	Mes de detección	Daño	Estado Actual
1	Diciembre 2005	Muros **A-E-H:** Superficie de bloques levemente erosionada, desprendimiento superficial de material en algunos sectores Defectos de unión contrafuerte entre **G-H**	El modulo1 estuvo expuesta a la intemperie, durante un tiempo prolongado, hasta la construcción de su cubierta en febrero y marzo de 2006. A pesar de esto los muros se hallan en óptimo estado. En el mes de abril se procedió a dar una base a las superficies con imprimación al agua (cremar y latizador). Se detuvo el escamado y desprendimiento superficial.
2	Noviembre 2005	En todo el módulo se observó contracción por secado en juntas verticales entre tapiales, resaltando la junta vertical en muro **D** (Fig 4-A) Desprendimiento de material por arrastre al desencofrar. Problemas de ejecución por mano de obra no especializada: **B**-laterales de ventana fuera de plomo **C**-diferencias de apisonado entre tongadas en tapial superior, rebordes y desprendimiento de material.	Se lleno la separación entre juntas con mezcla (cal y arena). En la colocación de revestimiento cerámico interior se realizo una buña para disimular el trabajo de la junta de dilatación de 2,5cm (muro D). (Fig 4-A) Los laterales de ventana, su antepecho y dintel se terminaron con una mocheta que corrige el desplome del tapial en muro B. Desprendimiento de material no presenta avances considerables.
3	Noviembre 2005	**A-** fisuras y contracciones en juntas entre tapiales **B-** fisura int.-exterior bajo ventana. Se repite en **D** y **G.** (Fig. 4-B). **C-** ejecución fuera de plomo. Grieta horizontal en sector superior derecho interior. Contrafuerte exterior con hiladas fuera de nivel. **D-** Desprendimiento localizado de material superficial en bloques. **E-** tapial fuera de plomo. **E-F** Contrafuerte de esquina fuera de plomo **G-** presencia de fisuras horizontales y verticales en bloques.	Vanos rodeados de mochetas, reforzando las zonas con grietas bajo ventana (Fig. 4-B). Desprendimiento de material sin avances. Tomado de juntas y tratamiento superficial que detuvo el avance de fisuras Corrección de plomo de contrafuertes mediante zócalos perimetrales.
4	Diciembre 2005	Contrafuerte A-F, bloques agrietados por mala colocación, fuera de nivel. Contrafuerte F-E, fuera de plomo, hiladas levantadas sin nivel.	Corrección de contrafuertes con cimiento mediante zócalos perimetrales.



Figura 4-B: Fisura int.-ext. bajo ventana en **B D** y **G**
Se reforzó las zonas con grietas bajo ventana con mochetas perimetrales a los vanos.



Figura 4-A Contracción por secado en juntas verticales entre tapiales, Se lleno la separación entre juntas con mezcla (cal y arena). Revestimiento cerámico interior con buña de 2,5 cm para disimular el trabajo de la junta de dilatación.

Consideraciones finales

Los resultados preliminares de esta investigación nos permiten realizar los siguientes comentarios:

Del proceso constructivo:

El proceso constructivo del tapial presenta ciertas complejidades debido al peso y manipulación de los moldes que paulatinamente con las investigaciones del CRIATiC irán mejorando y por consiguiente dinamizando y facilitando la construcción del tapial.

En cuanto a los bloques, la producción de los BTC y BaTc aumentaba a medida que la mano de obra se agilizaba con la práctica continua y la construcción de los muros no presentó complicaciones importantes, debido al conocido trabajo con mampuestos convencionales por parte de los obreros.

La mano de obra (beneficiarios de planes sociales) que intervino en el proceso constructivo demostró gran interés en asimilar el material y la técnica empleados en el CRIATiC y aplicarlos en su propio medio para mejoramiento de sus viviendas, hecho que promueve la posibilidad de incorporar la tierra en los sectores débiles de la sociedad para contribuir en la mejora de su calidad de vida y en la construcción de un hábitat saludable.

Del monitoreo de los muros:

El óptimo estado cualitativo observado en los muros del CRIATiC, nos lleva a reafirmar que la construcción de muros de tierra es una alternativa viable aún en regiones con altos

porcentajes de humedad, precipitaciones y movimientos sísmicos (tres de mediana intensidad), como San Miguel de Tucumán; siempre y cuando se contemplen diseño, técnicas y sistemas constructivos apropiados.

Las propiedades físicas y mecánicas del elemento muro monolítico (tapial) y de mampuestos de suelo-cemento (BTC-BaTc) satisfacen las exigencias establecidas en las normativas vigentes para materiales convencionales.

En cuanto al registro de daños se puede afirmar que no se presentan indicios de patologías estructurales, ya sean por su sismorresistencia o por cargas gravitatorias. Tampoco se observan patologías intrínsecas al material.
Las lesiones registradas predominantes, se presentan a nivel superficial:
En los muros de tapial, hay leve desprendimiento superficial del material por diferencias de apisonado entre tongadas y por arrastre al retirar el molde.
En los muros de bloques comprimidos de suelo cemento, se observa una mínima erosión superficial focalizada en determinados y escasos bloques elaborados por diferentes equipos de trabajo.

Se observan algunas lesiones producto de problemas de ejecución por la falta de mano de obra no especializada, estas no representan daños importantes ni alteraciones del comportamiento físico-mecánico de los muros.

La localización y reconocimiento continuo de los daños registrados en los muros, nos posibilitara estudiar la aparición y evolución de patologías constructivas.
La observación periódica de la obra nos permitirá establecer una metodología de monitoreo aplicable en futuros trabajos.

El empleo de técnicas tradicionales mejoradas en áreas urbanas y especialmente en una obra de esta magnitud, cumple un doble rol:

- *Técnico-experimental en cuanto a posibilitar el mejoramiento de la técnica empleada.*
- *Social, contribuyendo a la reinserción y aceptación en distintos estratos sociales, de los materiales y técnicas tradicionales, además de convertirse en una herramienta útil para contrarrestar el creciente déficit habitacional.*

Citas y notas

[1] La magnitud de la obra (250 m3 de tierra – 30.000 mampuestos aproximadamente) llevó a utilizar tierra de distinta procedencia, esta se analizaba previo uso, para garantizar la calidad de la misma.
El índice plástico de las tierras empleadas osciló siempre entre IP: 9 y 11.

[2] Utilizamos el término "registro" en lugar de "monitoreo" para referirnos a los resultados parciales de observación de los muros, relevados en esta etapa de obra. Es decir que el monitoreo no se finalizo sino que esta en proceso. Se pretende llegar a un monitoreo completo, con método y sistematización, en el cual, los datos aquí manifestados formaran solo una parte del mismo.

[3] Investigaciones en proceso llevadas a cabo por los Ingenieros Alderete y Arias en el CRIATiC, cuyos resultados preliminares fueron presentados y publicados en *La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat" en: Memorias del 1º Seminario-Exposición Consorcio Terra Cono Sur*. Tucumán. 2002

[4] San Miguel de Tucumán posee un clima subtropical con estación seca. Veranos húmedos con fuertes precipitaciones e inviernos secos.

Bibliografía

*KEN KERN. *La casa autoconstruída – Construcción alternativa. Tecnología y arquitectura*. Gustavo Gili S.A. Barcelona. España.1979.

*MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo. *Ensayos de Suelos-Proyectos de componentes constructivos de Tierra Cruda*. LEME-FAU-UNT. Tucumán. Argentina. 1996.

*MELLACE, R.; ROTONDARO, R.; LATINA, S.; ALDERETE, C.; SOSA, M.; ARIAS, L..*Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda*. Etapa I y II. LEME FAU UNT. Tucumán. Argentina. 2001

*MELLACE, Rafael; ALDERETE, Carlos; ARIAS Lucía. “Propiedades mecanicas de la mamposteria de bloques comprimidos de tierra-cemento”. En: *La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat” en: Memorias del 1º Seminario-Exposición Consorcio Terra Cono Sur.* GTT. LEME. FAU. UNT. Tucumán. Argetntina. 2002.
MONK, Felipe. *Patología: de la piedra y los materiales de construcción.* CEPRARA. Buenos Aires. Argentina. 1996.
*RAMOS, Rodrigo; ROTONDARO, Rodolfo; MONK, Felipe. “Patrimonio y arquitectura de tierra del Noroeste Argentino. Metodología para el estudio de Patologías Constructivas.” En: *La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat” en: Memorias del 1º Seminario-Exposición Consorcio Terra Cono Sur.* GTT. LEME. FAU. UNT. Tucumán. Argentina. 2002.
*REGLAMENTO INPRES-CIRSOC 103. *Normas Argentinas para construcciones sismorresistentes, Parte III-Construcciones de mamposterías.* INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.1998.

Josefina del Huerto Chaila

Arquitecta FAU - UNT.2002.
Especialista en GIS. Universidad Internacional de Andalucía. Huelva. España. 2004.
Cursa el DOCTORADO EN ARQUITECTURA. Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. 4º Edición. Universidad de Mendoza.
Becaria doctoral Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) desde 2004. Investigación en curso: "Diseño y construcción experimental de sistemas constructivos alternativos para la vivienda de interés social. Región del noroeste argentino."
Integrante Proyectos CIUNT y PICT.
Investigadora en el Centro de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATIC/ FAU/UNT).
Av. Roca 1900 - 4000. Tel: 0381-4364093 (int.7919/7915). Tucumán - Argentina. E-mail: josefinachaila@gmail.com

Stella Maris Latina

Arquitecta. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: stellamarislatina@yahoo.com.ar

Carlos Eduardo Alderete

Ingeniero Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: carlosealderete@yahoo.com.ar

Lucía Elizabeth Arias

Ingeniera Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915)
e-mail: arias-alderete@arnet.com.ar, luciaelizabetharias@yahoo.com.ar

Rodolfo Rotondaro

Arquitecto-Universidad Nacional de Mar del Plata. 1980. CEAA de CRATerre - Grenoble, Francia. 1986. Tesis Doctoral en curso (FADU UBA).
Línea de trabajo: "Arquitectura y Construcción con Tierra" en áreas rurales y urbanas de la Argentina desde 1986. Asesor técnico de municipios y ONGs, y ha dictado cursos y talleres de capacitación en varias provincias argentinas. Ha participado en la publicación de más de sesenta trabajos. Fue Miembro Pleno del Proyecto Nº 6 PROTERRA-CYTED (Ciencia y Técnica para el Desarrollo).
Como Investigador Independiente del CONICET desarrolla tareas científico-tecnológicas en dos centros: el CRIATiC (Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda, FAU UNT) en Tucumán, y el Instituto de Arte Americano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU UBA) en Buenos Aires. Director del Programa ARCONTI (Arquitectura y Construcción con Tierra).

Rafael Francisco Mellace

Arquitecto.Candidato a Magister UBB-Chile. Profesor Titular de: Construcciones 1; Diseño y Construcción con Madera; Arquitectura de Tierra. Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán. Director proyectos CIUNT y ANPCYT. Director del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Conferencista y ponente en numerosos congresos, seminarios y jornadas.
Acredita la publicación de libros, artículos en revista y en memorias de encuentros científico-técnicos.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: rfmellace@herrera.unt.edu.ar, rfmellace@arnet.com.ar

4.7

ESTUDIO TERMICO EN TALLER CONSTRUIDO EN QUINCHA TRADICIONAL

Alfredo Esteves*, Esteban Fernández, María Victoria Mercado
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda
INCIHUSA - CONICET
Avda. Ruiz Leal s/n, Parque Gral. San Martín - Mendoza - Argentina
e-mail: jeferna@lab.cricyt.edu.ar

Palabras claves: tecnología de quincha - evaluación térmica - confort térmico

Resumen
Se presenta el estudio térmico de un sistema de construcción de quincha tradicional. El mismo permite mantener condiciones muy superiores a los sistemas alternativos, resulta de bajo costo y permite la transferencia de tecnología en cursos-taller por adaptarse a ser autoconstruido. Los resultados de la evaluación térmica indican una conductancia de 2.7 W/m².°C para un espesor de 0.075 m (3”). Además con el color crudo del revoque de barro, permite una ganancia adicional que eleva la temperatura de la superficie interior del local, lo que aumenta la temperatura media radiante, mejorando la temperatura percibida por el ocupante. Este sistema resulta una solución interesante ante la falta de viviendas sobretodo para sectores más empobrecidos.

Introducción

La demanda de viviendas nuevas en el sector residencial y terciario es muy elevada, y si consideramos el costo por unidad de superficie, que no resulta menor a $ 500/m², tomando en cuenta además costos de urbanización, lo que nos lleva a una cifra que Argentina no tiene.
Por otro lado, la situación económica aún continúa siendo grave, ya que ha generado una ampliación de la brecha de las personas con necesidades básicas insatisfechas (NBI), a los cuales acceder a su propio techo resulta muy improbable y como necesitan un lugar para vivir, engrosan los cinturones de pobreza que rodean las ciudades o viven en el área rural, en construcciones precarias, de muy mala calidad desde el punto de vista sanitario y ambiental.

Desde el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV-INCIHUSA), se ha estudiado la posibilidad de contar con tecnología de construcción de bajo costo, que permita tener condiciones interiores de mayor salubridad y calidad ambiental. Esta tecnología debería lograrse por autoconstrucción, por la imposibilidad de pagar la mano de obra y en lo posible, trabajar con materiales fácilmente obtenibles y en lo posible reciclables.
En un trabajo previo (Esteves et al, 2003) se avanzó hacia el conocimiento de la conductancia térmica de la caña para ser utilizada como aislante térmico. Posteriormente se presentó la posibilidad de la conformación de un muro utilizando caña y pomeca puzolánica como cerramiento opaco (Fernández et al, 2004).

Cabe destacar que la quincha, metodología de construcción ancestral, utiliza el barro como cerramiento de vanos opacos, utilizando la caña como soporte estructural. El desarrollo de la tecnología de construcción que aquí llamaremos “tradicional”, compuesta por ladrillo (adobe cocido) y mezcla con cemento, desplazó a esta tecnología. Además la posibilidad de alojar insectos (vinchuca) y la falta de medios para su control (insecticidas) también ha contribuido a abandonar su utilización a algunos reductos rurales muy alejados. Sin embargo, la situación económica dificultosa existente, ha engrosado los cinturones de pobreza, lugares donde la tecnología de construcción, permite el alojamiento de insectos e inclusive, genera ambientes totalmente insalubres especialmente para los niños del hogar que padecen frecuentemente de colitis (durante el verano) o también, ocasionada por la falta de calidad ambiental, asfixias por ingestión de monóxido de carbono (CO) de los braseros que se utilizan para tratar de calefaccionar la precaria vivienda.



Figura 1: vistas de viviendas precarias cercanas a la Ciudad de Mendoza

Cada año son varias las personas que mueren por asfixia, generalmente niños, a causa de este medio de calefacción. En la Fig. 1 se puede observar dos fotos de viviendas existentes en una zona cercana a la ciudad de Mendoza, sobre el oeste, en lo que se llama Campo Papa, este tipo de asentamientos existen en casi todas las ciudades y como se puede observar, adolece de un ambiente de salubridad.

En un trabajo llevado a cabo desde el proyecto PICT 13-12399, "Transferencia de Tecnología energéticamente eficiente para sectores de más bajos recursos o sin recursos", financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, se ha construido la ampliación del taller experimental del LAHV-INCIHUSA, cuya tecnología ha sido de quincha con diversas variantes en la utilización de caña (Fernández et al, 2005) y también con lo que llamaremos "quincha modificada", utilizando un derivado volcánico, la pomeca puzolánica indicada en Fernández et al, 2004. En este trabajo se presenta su evaluación térmica.

Tecnología Constructiva

Para entender el comportamiento térmico se incorpora el esquema constructivo de cada tipo de cerramiento de la quincha.

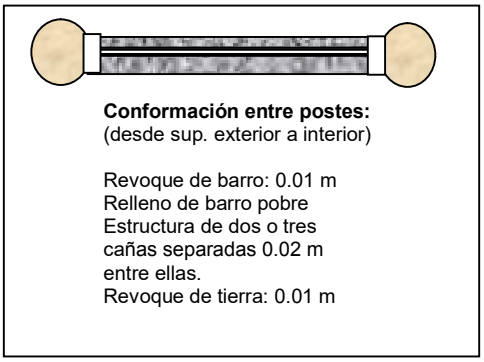


Figura 2: esquema indicativo de la quincha



Figura 3: la foto muestra la caña (tramo superior), el relleno de barro (tramo intermedio) y el revoque (tramo inferior.

La Quincha tradicional se compone de dos o tres capas de caña, en este caso, caña de Castilla, de entre 2 y 3 cm de diámetro y se coloca separada unos 2 cm una de otra para permitir que el relleno de tierra abarque todo alrededor de la misma. La Fig.2 muestra un esquema indicativo con la conformación del vano y la Fig. 3, una foto de lo realizado con esta tecnología. La quincha modificada, se ha construido de la siguiente manera: caña colocada como encofrados de un relleno de pomeca con cemento y arena. Ambas tecnologías se describen en Fernandez et al, 2005. La Fig. 4 y 5 muestran un esquema del sistema y una foto de cómo se va realizando el relleno.

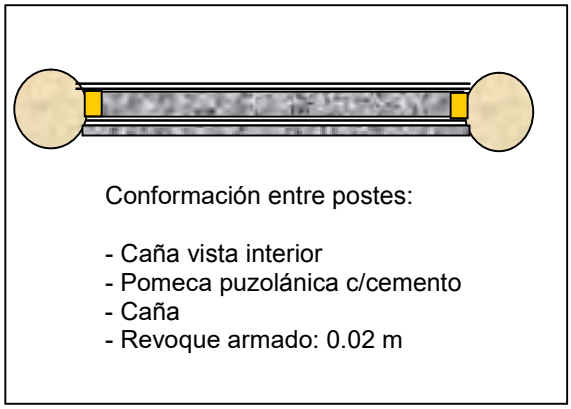


Figura 4: esquema del tabique propuesto



Figura 5: foto del sistema constructivo

La presencia de pomeca puzolánica le otorga propiedades de mayor aislamiento térmico al cerramiento.
Con esta tecnología se ha construido la ampliación del taller experimental del LAHV-INCIHUSA, lo que ha permitido contar con un local construido enteramente en estas tecnologías, lo que servirá de modelo de demostración para el dictado de cursos para transferencia de conocimientos sobre estos métodos de autoconstrucción, y a la vez, permitir su evaluación no solamente térmica sino también en cuanto a comportamiento mecánico, duración, etc. del cerramiento.

La Fig. 6 muestra una planta y un corte del edificio construido. El mismo tiene las siguientes dimensiones, en sentido Este-Oeste 6 m de largo por altura variable desde 2.6 hasta 2.4 m; en sentido Norte-Sur, 7 m de largo por 2.4 m de altura. La estructura se conforma de postes de eucaliptus impregnados con sulfato de cobre como columnas. Estos postes dejan vanos de aprox. 1.50 m de ancho que fueron utilizados para efectuar los cerramientos opacos o la colocación de las aberturas (ventanas o puertas).
Como se puede observar el edificio cuenta con una zona de taller y un depósito destinado a guardar las herramientas. Este último local no posee aventanamientos, aunque es de destacar que al momento de efectuar la evaluación térmica, no se disponía de la puerta de acceso que separa el depósito del taller. Por lo tanto, las mediciones se han tomado como si fuera un solo local.

Evaluación Térmica
La evaluación térmica del sistema se ha llevado a cabo realizando mediciones de temperatura del aire interior y exterior, mediciones de temperatura superficial de los muros, piso y techo y mediciones de radiación solar. La Fig. 7 muestra los valores de la temperatura interior, exterior y la radiación solar para los días en que se realizó la experimentación, desde el 03 al 09 de Agosto de 2005.

Para las mediciones de temperatura se utilizaron sensores Hobo con termocupla y para la radiación solar solarímetros Kipp y Zonen mod. CM5, con data logger Hobo. La temperatura superficial fue medida con un equipo Pyrovar System, y se determinaron cada dos horas en el día, desde antes del amanecer hasta pasado el mediodía.

Como se puede observar durante las experimentaciones se ha contado con días claros (1°, 3° y 4°); parcialmente nublado (5° y 6°) y nublado cubierto (2°).

Como se puede observar en la Fig. 8, el sistema de quincha contiene una cantidad de masa

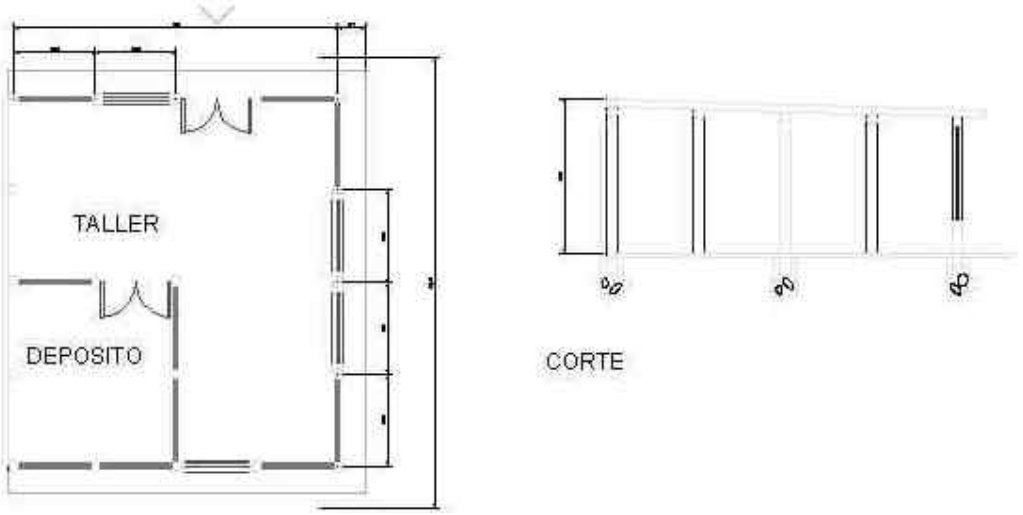


Figura 6: planta y corte del edificio construido con esta tecnología.

térmica interesante, que permite disminuir los picos de amplitud térmica exterior y contar con cierto retardo, en este caso minimizado por la presencia de rendijas sobretodo alrededor de la puerta de acceso, que generan una infiltración maximizada.

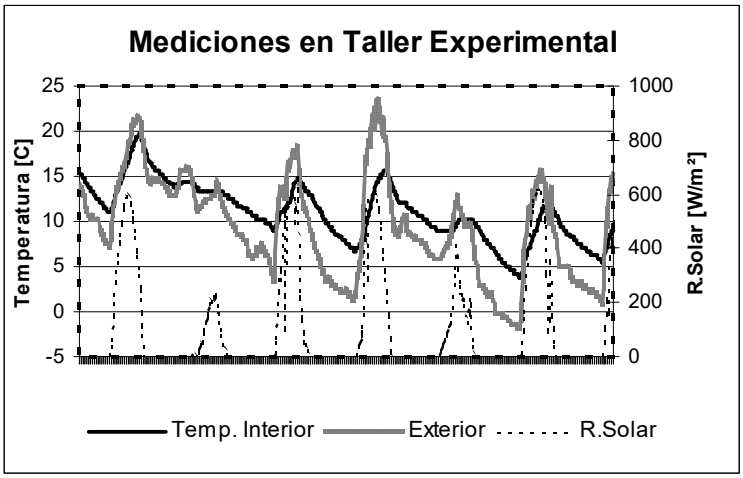


Figura 7: mediciones de temperatura en el taller experimental.

Los valores de amplitud térmica se pueden observar en la Fig. 8 donde la curva de tendencia, si bien los datos son escasos, la correlación tiene buen coeficiente R².

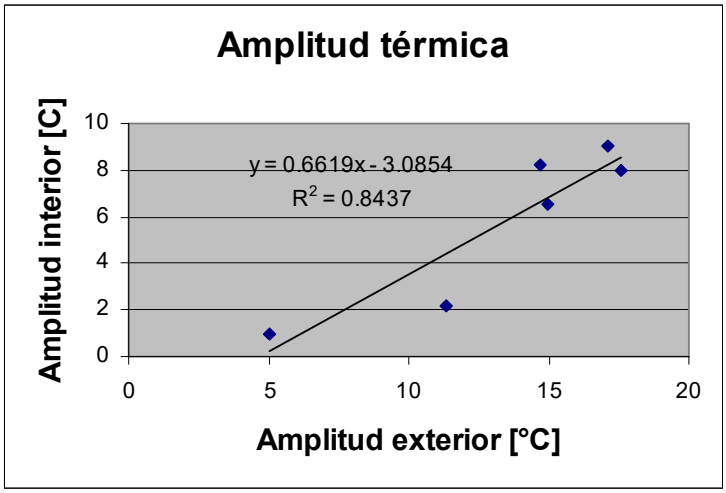


Figura 8: amplitud térmica interior vs. Amplitud exterior.

Como se puede observar, la amplitud térmica queda reducida en el orden de la mitad, es decir, cuando en el exterior tenemos 10°C de amplitud térmica, en el interior tenemos 5°C. Esto es particularmente importante en climas con elevada amplitud térmica como los del Oeste de Argentina, semidesérticos y de elevada amplitud. Esta variación térmica aparece centrada respecto de la media exterior (ver Fig. 7), por lo tanto, los datos obtenidos podemos aplicarlo a los valores de temperatura exterior y obtendremos la amplitud interior y con los valores de la media, tendremos una aproximación a los valores interiores esperados en otras épocas del año, claro que esto dependerá del calentamiento solar de las superficies, dado que la potencia solar crecerá en verano respecto del presente estudio, que será válido cuando exista control parcial de asoleamiento de fachadas, especialmente con orientación Este y Oeste.

Simulación Térmica

La simulación térmica se ha realizado para conocer las condiciones del edificio y ajustar los parámetros que nos permitan conocer la situación térmica en otras épocas del año. En la Fig. 9 se puede observar las temperaturas interior y exterior simuladas con el programa SIMEDIF (Lesino et al, 2000). Como se puede observar los datos de amplitud térmica ajustan bien. Se determina la conductancia del muro tomando en consideración la simulación térmica.

Los resultados indican una conductancia del muro de 2.7 W/m².°C. El valor de cálculo a partir de tomar los materiales con su espesor y datos bibliográficos, se obtiene 2.56 W/m².°C, la diferencia podría existir al considerar una densidad mayor que la real en la simulación, que generaría un valor de conductividad térmica del suelo mayor o el efecto de la resistencia de contacto entre la caña y el material de relleno (Kreith et al, 2001).

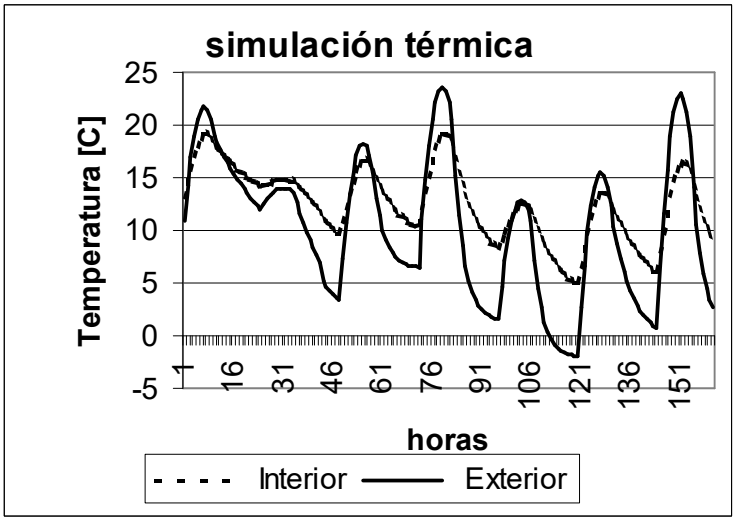


Figura 9: simulación térmica para el período estudiado

Tomando en consideración el reemplazar una chapa o una lámina de polietileno, caso típico para este tipo de viviendas (ver Fig. 1), podemos concluir con que este sistema propuesto resulta más interesante de aplicarlo.

Temperaturas Superficiales

La Fig. 10 muestra valores de temperatura superficial por orientación. En este caso se ha incluido temperatura superficial exterior e interior para los muros norte y este. En la referencia Norte-e, es superficie exterior de la fachada orientada hacia el Norte; Este-i, es la temperatura sobre la superficie interior de la fachada orientada hacia el Este.

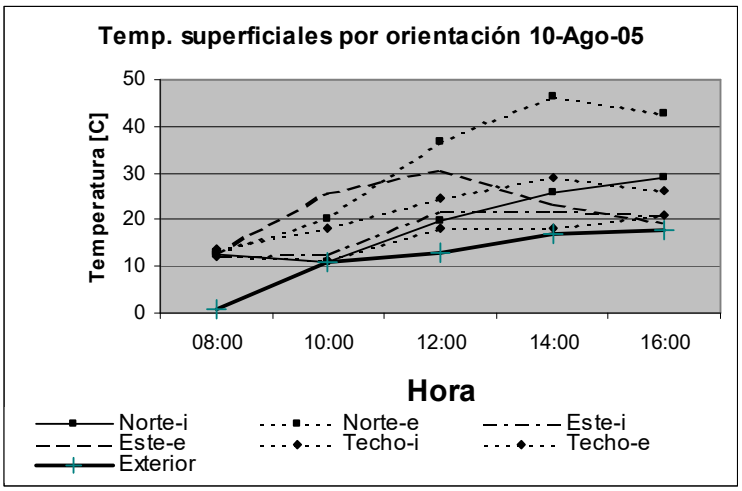


Figura 10: temperaturas superficiales en muros de quincha y techo propuesto

Como se puede observar, las temperaturas interiores se elevan, a medida que la radiación solar incide sobre la superficie exterior que posee el color crudo de la tierra. Este aumento de la temperatura superficial genera una aumento de la temperatura radiante interior, desde los muros norte y este que ayudan a calefaccionar el ambiente elevando la temperatura operativa, que es la temperatura realmente percibida por el usuario en el interior. Recordemos que la temperatura operativa para condiciones de velocidad de viento cercana a 0 m/s, es la semisuma de la temperatura del aire y la temperatura radiante media.

Los valores de temperatura superficial interior alcanzan a llegar a 30°C sobre la superficie interior del muro norte. Los resultados indican una diferencia de temperatura de hasta 11°C en el día soleado entre la superficial interior norte respecto de la temperatura exterior a las 16 hrs. A la mañana temprano, la temperatura también tiene una diferencia importante (11°C) también para un día soleado en el cual, la temperatura exterior baja considerablemente (0.7°C). Del lado este, la diferencia también es considerable en la mañana temprano y eso disminuye cuando la temperatura exterior crece y luego se mantiene una diferencia que alcanza su máximo hacia las 12 hrs (dada la orientación), y esta diferencia es de 8.7°C máximo para un día soleado.

Cuando la radiación solar crece, sobretodo en la orientación este y oeste, se deberá utilizar pinturas blancas que eviten el sobrecalentamiento en verano. Además podría practicarse la utilización de protección con vegetación. La Fig. 11 muestra los valores obtenidos de la temperatura superficial con orientación norte, cuando se pinta con pintura blanca y se la compara con la superficie de color crudo. Como se puede observar, la diferencia es notable. Por esta razón, las fachadas Este y Oeste deberán ser protegidas y cuando no se pueda, utilizar la pintura blanca que permita un menor calentamiento exterior y consecuentemente menor calentamiento interior, en esta orientación crítica.

S/pintura blanca	S/color crudo	Diferencia
12.8	12.8	0
13	20.2	7.2
22.7	36.5	13.8
30.7	46.5	15.8
29.3	42.8	13.5

Tabla 1: temperatura superficial exterior (s/pintura blanca y s/color crudo)

Conclusiones

Se presenta la evaluación térmica de una tecnología constructiva que permitiría instruir a personas para enseñarles a auto-construir sus viviendas. Utiliza materiales reciclables y renovables, de bajo consumo energético incorporado y bajo costo económico. Las condiciones térmicas indican una transmitancia térmica de 2.7 W/m².°C, para un espesor de 7.5 cm (3”).

Los valores resultantes de las mediciones de temperatura indican la posibilidad de mantener condiciones interiores superiores a las alternativas utilizadas por estas personas de muy bajos recursos, tales como son la chapa o las láminas de polietileno. El asoleamiento sobre la fachada norte, permite contar con un calentamiento adicional generado por una superficie interior mayor lo que incrementa la temperatura media radiante del local, será necesario orientar los espacios principales hacia el norte. Para las fachadas este y oeste, la protección de pintura blanca, permite un control sobre el calentamiento ocasionado por el exceso de radiación solar sobre estas fachadas y sobre el techo.

Finalmente podemos destacar las posibilidades de producir viviendas nuevas o ampliaciones por autoconstrucción, método que se pretende implementar con comunidades rurales y/o marginales en la región del Centro-Oeste de Argentina.

Referencias

*ESTEVES A., FERNÁNDEZ J.E., GANEM C., MITCHELL J. 2003. Thermal Insulating Material for Low-Income Housing". 20th Conference on passive and Low Energy Architecture, Santiago. Chile. Ed. en Cd: art.11.

*FERNÁNDEZ J.E., ESTEVES A., 2004. Conservacion de Energía en sistemas autoconstruidos. el caso de la quincha mejorada. AVERMA Volumen 8. Ed. En CD ISSN 0329-5184 Secc. 5, pp. 121-127.

*FERNÁNDEZ J.E., ESTEVES A., OVIEDO G., BUENANUEVA F. 2005. La Quincha, Una Teconología Alternativa Eficiente Para La Autoconstrucción Social. Aspectos Educativos. AVERMA Volumen 9. Ed. En CD ISSN 0329-5184 Secc. 10, pp. 25-29.

*LESINO G. Et al. 2000. SIMEDIF 2000: Nueva Versión Del Programa De Diseño Y Cálculo De Edificios. Silvana Flores Larsen y Graciela Lesino. AVERMA Volumen 4. En CD ISSN 0329-5184. Secc. 8, pp. 53-58.

*KREITH F., BOHN M.S. 2001. Principios de Transferencia de Calor. 6ª Ed. Thompson Learning Ed.Aus.

*RODRIGUEZ J.C. 2002. Ahorro Energético en la Construcción y Rehabilitación de Edificios. Ed. Paraninfo. Aus.

Alfredo Esteves Miramont

Ingeniero Industrial recibido en la UNC (1984). Dipl. Proyectista e Instalador de Sistemas de Energia Solar. Sevilla-España. Actualmente es miembro de la Carrera de Investigador Científico de CONICET desde 1992. Inv-Docente de la Facultad de Arquitectura Universidad de Mendoza. Miembro de la Comisión Asesora Arquitectura y Hábitat de CONICET y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de la SECYT. Miembro de Jurados Congresos Internacionales (ASADES). Evaluador externo Universidad Tecnológica Nacional - Regional Mendoza y Univ. Nacional de La Rioja y Universidad Nacional de Salta, CYTED. Se ha especializado en utilización de energía solar en el hábitat sustentable. Autor de numerosas publicaciones. Docente en más de 25 cursos de postgrado de la especialidad.

José Esteban Fernández

Arquitecto, recibido en la FAU- Universidad de Mendoza (1975). Postgrado en manejo operativo de catástofes Naturales. OFDA-AID-ONEMI (1986). Postgrado en Diseño y Construcción con Tierra CYTED-HABTIERRA Univ. San Andrés, Bolivia (1995). Profesional Principal CONICET. Gestor y Coordinador del Estudio de Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza (1983-86). Miembro del Comité de Planificación de Emergencia Sísmica. Docente en numerosos cursos de la especialidad y ha participado en proyectos de investigación desde 1986 a la fecha, realizando a la vez, tareas de transferencia de tecnología. Premiado por la Presidencia de la Nación por Aportes a la prevención y mitigación del riesgo sísmico en zonas urbanizadas (1997) y por la Unión Internacional de Arquitectos al Diseño de Viviendas con Tierra. Autor de numerosas publicaciones sobre el tema.

María Victoria Mercado

Arquitecta FAU-Universidad de Mendoza (2002). Ha cursado y realizado la tesis de Maestría En Energías Renovables Aplicaciones en la Edificación. Becaria doctoral de CONICET (2006). Ha realizado pasantías en DICYT – Universidad de Mendoza en el tema: “El rol de la masa térmica en el aprovechamiento de la energía solar en viviendas” (2002-2003). Ha participado como autora y coautora de varios trabajos publicados.

4.8

CONSTRUCCIÓN DE BÓVEDA DE CAÑÓN CORRIDO CON TIERRA ESTABILIZADA

Irene Cecilia Ferreyra * - Lucía Elizabeth Arias - Carlos Eduardo Alderete
Rafael Francisco Mellace - Stella Maris Latina - Mirta Eufemia Sosa
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca Nº 1900 - Tucumán - Tel. 0381-4364093 - int. 7912/19
icferreyra@hotmail.com

Palabras clave: BTC – bóveda - construcción

Resumen
Desde la invención de la máquina CINVA-RAM, ampliamente difundida en el mundo, la utilización del BTC se ha limitado principalmente a la conformación de cerramientos verticales –muros. En tal sentido, son numerosos los trabajos de investigación que tienden a optimizar las mezclas que permitan obtener cualidades físicas, mecánicas y tecnológicas más apropiadas a cada requerimiento.

En el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) se ensayó la utilización del BTC, como componente básico del elemento constructivo techo proponiendo, en base a las propiedades resistentes del bloque comprimido de tierra estabilizada, un sistema constructivo cuyo diseño resulta compatible con el planteo estructural predefinido.
Se adoptó la bóveda de cañón corrido como forma arquitectónica dominante, tratando de ajustar su perfil a las líneas potenciales de acción externa -líneas de presiones- a fin de eliminar en lo posible, las tensiones de tracción. Para su materialización se diseñó un sistema de encofrado (cimbra deslizante) que asegura la perfecta continuidad de la bóveda en toda su extensión, reduce las operaciones y minimiza la intervención de la mano de obra en el proceso de construcción.

En el trabajo se informan las experiencias realizadas y los logros obtenidos, resaltando fortalezas y debilidades del sistema tecnológico empleado. Se detallan los fundamentos del planteo estructural y su adecuación al diseño arquitectónico (y viceversa) y se resumen las resistencias mecánicas del BTC para satisfacer el estado de solicitaciones requerido. Se informa asimismo sobre los prototipos experimentados que permitieron optar por la traza de la curva conjugando forma con estabilidad estructural; sistema constructivo utilizado y técnica de ejecución más apropiada.

Las hipótesis iniciales y la metodología de trabajo utilizada se confirmaron con los resultados obtenidos.

Introducción
Los cerramientos horizontales (techos) constituyen una parte fundamental en la definición del espacio arquitectónico. No sólo dan cobijo ante el intemperismo, sino que satisfacen requerimientos de orden psíquico, físico y mecánico.
Como parte fundamental de la volumetría del edifico, la expresión formal del techo está necesariamente vinculada al entorno físico y cultural, por lo tanto, su concepción requiere un cuidadoso estudio de los materiales y componentes básicos del elemento constructivo, la adopción de técnicas constructivas adecuadas y un riguroso seguimiento del proceso constructivo que garantice su comportamiento de acuerdo a lo previsto.

El análisis, diseño y definición un sistema constructivo para techos de tierra cruda permite plantear innovaciones tecnológicas que aporten respuestas adecuadas al contexto social, económico y cultural para la producción de un hábitat sustentable. Las bóvedas basadas en

el uso de bloques comprimidos de tierra estabilizada (BTC), mediante la aplicación de técnicas relativamente simples, posibilitan la ejecución de techos, eficientes que satisfagan aquellos requerimientos.
En el Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda (CRIATiC) se utilizó para la construcción de los techos en diferentes ámbitos bóvedas de cañón corrido de BTC, salvando luces de 4,65 m. para cubrir una superficie de 300,00 m^2 aproximadamente.

Considerando el carácter experimental del edificio, el proceso seguido abarcó las siguientes etapas:

- Diseño Arquitectónico
- Diseño constructivo-estructural
- Producción de componentes básicos (BTC)
- Proceso constructivo.

Diseño Arquitectónico
El CRIATiC, emplazado en el complejo Herrera, forma parte de uno de los conjuntos edilicios más representativos de la Universidad Nacional de Tucumán. El entorno inmediato posee un alto valor simbólico, asociado a una expresión formal de volúmenes puros, vinculados por corredores peatonales y cubiertas de bóvedas resueltas con distintos materiales y técnicas constructivas, que le otorgan un carácter particular.

La elección de techos curvos para espacios destinados a laboratorios, talleres y aulas, buscó mantener un vínculo con los edificios existentes y fortalecer una expresión estética asociada a la institución. En función de ello, la relación luz-flecha definidas para las bóvedas respondió no sólo a requerimientos constructivo-estructurales, sino también, a la voluntad de conferir una expresión formal afín a la arquitectura circundante.


Fig. 1

Las bóvedas de cañón cubren la totalidad del espacio interior y a modo de alero continúan 1,00 m. hacia el exterior. Dado que los requerimientos en ambos casos no son los mismos, se optó por disponer los BTC de modo diferente, aprovechando su forma para mejorar el comportamiento acústico en el interior de los locales.

Diseño Constructivo - Estructural
Definición de la traza

> *La bóveda es una estructura de fábrica curva, constituida por elementos dispuestos y reunidos de modo que obran contrarrestándose mutuamente*[i].

Para el perfil de las bóvedas se adoptó una curva parabólica, cuya traza se ajusta a las líneas potenciales de acción externa (línea de presiones) a fin de eliminar, en lo posible, las tensiones de tracción. Se basó para ello en el método de viga equivalente, buscando el trabajo de compresión, sea pura o dominante.
Por razones de expresión formal, se modificó la relación luz-flecha ideal, dentro un rango de 1/3 a 1/5.

Diseño Constructivo
Las bóvedas fueron resueltas con BTC de 14,00 cm x 29,00 cm. x 9,00 cm. y una dosificación 1:8. Estos fueron dispuestos en una hoja, con junta de mortero cementicio (1:3) de 15 mm. de espesor. Cuenta con una capa de compresión de hormigón H17 de 5 cm. de altura y una malla de acero electrosoldada de 15,00 cm. x 15,00 cm. x 4,2 mm.

Una de las características importantes de este tipo de techo es la pronunciada pendiente generada por la parábola en las zonas de apoyo, situación que exige ciertas consideraciones a la hora de establecer el grado de fluidez del hormigón de la capa de compresión. Para el caso, se dosificó el hormigón con un asentamiento máximo S= 8,00 cm.
Las bóvedas disponen de un acabado superficial de pintura elastomérica pigmentada que actúa como aislante hidrófugo y confiere las cualidades estéticas requeridas. La película elástica acompaña los eventuales movimientos producidos por variaciones higrotérmicas, evitando posibles filtraciones y posteriores daños a la estructura.

Módulo cimbra
Para la construcción de estructuras portantes curvas (arcos y bóvedas) según la técnica adoptada en el caso, es necesario disponer una armadura provisional (cimbra) de sustento para sostener los mampuestos y el mortero interjuntas hasta que la estructura se encuentre en condiciones de transmitir las cargas actuantes.
La cimbra resulta así, un elemento fundamental en la definición del proceso constructivo por lo que en su diseño y ejecución deben considerarse además de la capacidad de soporte y estabilidad necesaria durante la ejecución de la bóveda, su facilidad de montaje y traslación en el sentido de la directriz, para obtener un regular trazado de curva y el menor tiempo posible de ejecución de obra.

Aceptado el concepto de que una bóveda se constituye por la sucesión de arcos modulares yuxtapuestos, resulta necesario establecer el ancho más adecuado de la cimbra en función de las dimensiones de mampuestos seleccionados y de su forma de incorporación al molde, buscando al mismo tiempo reducir al máximo el número de operaciones sucesivas.
Para el caso que nos ocupa se adoptó un ancho de cimbra de 0,90 m, permitiendo disponer tres hileras de bloques comprimidos con sus correspondientes juntas. El diseño del módulo de cimbra en función de las dimensiones del BTC producido en obra permitió establecer con exactitud la cantidad de operaciones de montaje, ajuste y descimbrado, en función de la longitud de la bóveda diseñada. Consecuentemente se determinó el tiempo necesario y la cantidad de operarios requeridos para dichos movimientos.

Materiales
Teniendo en cuenta la repetición de operaciones de montaje y desplazamiento de la cimbra, se buscó de reducir al máximo su peso, sin afectar su capacidad portante. En función de ello se diseñó una armazón reticular con tubos estructurales de 30 x 40 x 1,6 mm.

Para la generatriz del arco se utilizó una chapa lisa de acero DD Nº 18 dando lugar a una superficie convexa correspondiente al intradós de la bóveda; sobre ella adhirió una plancha de poliuretano expandido a fin de lograr un perfecto enrasado de las juntas. De esta manera se evita el rejuntado posterior de la bóveda y obteniendo la terminación deseada con una sensible reducción del tiempo de ejecución.

Montaje
Para el montaje de las cimbras se diseñó un mecanismo de doble acción que posibilitó sistematizar las operaciones de colocación, moldeado, descimbrado y posterior traslación a la nueva posición de avance. Consiste en un sistema de leva y palanca, vinculadas por un eje transversal, que mediante un simple giro manual permite el ajuste de la cimbra en su posición inicial, el moldeo del módulo de bóveda correspondiente y su posterior descimbrado

y desplazamiento sobre las soleras de apoyo manteniendo el nivel y la correcta disposición de la cimbra sin necesidad de verificaciones posteriores.



(Fig. 2) Detalle sistema leva y palanca

Modelos de estudio

Superada la instancia teórica de diseño y cálculo se realizaron modelos experimentales a escala natural, a fin de verificar el cumplimiento de las hipótesis preestablecidas. Se trató de una experiencia didáctico-práctica, que permitió comparar el comportamiento de diferentes perfiles de bóvedas, capacitar a operarios para su ejecución e introducir las modificaciones necesarias para mejorar el sistema propuesto.

Se construyeron tres bóvedas con los siguientes perfiles:

- Traza Circular
- Traza Elíptica
- Traza Parabólica

Los BTC se colocaron dejando entre ellos una junta de 15 mm. de espesor que se llenaron con morteros de diferente fluidez. Los poco fluidos demandaron mayor tiempo de colocación y presentaron cierta dificultad para el llenado, por lo que se optó por un mortero cementicio 1:3 de alta fluidez, al que se le agregó un aditivo acelerante de fragüe. Se registró el tiempo mínimo necesario de permanencia de la cimbra como armadura de sustento, permitiendo establecer la cantidad de horas requeridas para el alzado de la totalidad de las bóvedas.

Proceso Constructivo

Montaje: soporte y apuntalamiento

Para la colocación de la cimbra en el plano de arranque de las bóvedas, se utilizaron dos soleras (vigas) resueltas con tubos de acero de 100 mm. x 100 mm. de sección que, una vez asegurados sobre el encadenado superior de los muros portantes, sirven de soporte-corredera para la cimbra, manteniéndola a nivel constante. Atento a la longitud de las soleras (8,00 m.) se dispusieron puntales verticales como apoyos intermedios

Cimbrado

Las cimbras fueron izadas manualmente por cuatro operarios con el auxilio de de cuerdas y una polea simple.

Colocación de los BTC y llenado de juntas

Ubicada correctamente la cimbra y verificado el nivel de los arranques de la bóveda (de ser necesario se corrige la nivelación con un mortero cementicio colocado a lo largo de la viga de apoyo), se presenta el bloque central o clave, alineando su baricentro con el eje de la cimbra (flecha). Luego se coloca cada BTC desde el arranque hasta la clave, respetando las

juntas de 15 mm, espesor que se mantiene constante mediante pequeñas cuñas. En la experiencia realizada en los modelos iniciales se utilizaron separadores de distintos materiales, resultando los más eficientes los de madera. El llenado de juntas se realizó por colado con la incorporación de acelerante de fragüe en el mortero (Sikacrete).



Fig. 3 Colocación y llenado de juntas

Una vez concluida la totalidad de las hojas de BTC se colocó una malla de acero electro soldada de 15,00 cm. x 15,00 cm. x 4,2 mm. anclada mediante "pelos" insertos en las vigas laterales de hormigón armado. Sobre ella se vertió una capa de compresión de hormigón de 300 Kg/m^3. Para garantizar un espesor constante se realizaron previamente, fajas de nivelación con mortero cementicio 1:4.

En función del volumen de hormigón necesario, los tiempos requeridos para la finalización de obra y el adecuado control y calidad del material, se optó por un hormigón elaborado colocado por bombeo hidráulico. La verificación de las propiedades del hormigón se realizó en dos instancias:

- Al pie de obra (Asentamiento - Cono de Abrams - Normas IRAM Nº 1536)
- En laboratorio (Ensayos de resistencia en probetas cilíndricas según Normas IRAM Nº 1524)

El curado del hormigón se realizó por aspersión, regulando así la perdida de humedad del mismo para evitar posibles fisuras.



Fig. 4

Como terminación superficial se aplicaron previa imprimación del sustrato seco y libre de polvo, tres manos de pintura, acrílica microfibrada color rojo teja. En el intradós, se aplicó pintura transparente a base de siliconas.

Consideraciones finales

Teniendo en cuenta el carácter experimental con que se encaró la construcción de techos abovedados con BTC y la utilización de un sistema constructivo inusual en el medio, sumado a la participación de mano de obra no calificada (beneficiarios de planes de asistencia social), de los resultados obtenidos se puede concluir que el modelo propuesto satisface plenamente, tanto por su rapidez y simplicidad de ejecución, economía de insumos y de mano de obra, como por su calidad estética y estructural, las hipótesis planteadas. Por otra parte, la posibilidad de su inmediata transferencia ofrece excelentes condiciones para su implementación en programas de viviendas de interés social.

Notas y Citas

[i] C LEVI: Construcciones Civiles Tomo I, Materiales de Construcción de Edificios

Bibliografía

*ARIAS Lucía; ALDERETE Carlos; MELLACE Rafael. *Mampostería de Bloque Comprimido de Tierra – Cemento con junta de asiento.* – LEME, Serie: componentes constructivos de la envolvente, ISSN 0328/6240, pp.8 – Tucumán, Argentina 2002.

*ARIAS Lucía; ALDERETE Carlos; MELLACE Rafael. *Control de la absorción en Bloques Comprimidos de Suelo – Cemento.* LEME, Serie: componentes constructivos de la envolvente, ISSN 0328/6340 pp.8 – Tucumán, Argentina 2002.

*NADER, Khalili: *Ceramic Houses & Herat Architectura* – Cal-Earth Press – Hesperia- California.2000

*GUERRERO, Luis Fernando. *Arquitectura de Tierra*. Colección Libros CYAD-Univ. Autónoma. Azcapotzalco. México 1994

*HOUBEN Hugo; GULLAUD Hubert. *Traité de Construction en Terre*. - EAG-CRATerre – Editions Parentheses. . Marseille. 1989

*SACRISTE Eduardo; KECHICHIAN Pedro; MACKINTOSH Guillermo. *Viviendas con Bóvedas*: - Espacio Editora Buenos Aires Argentina. distribuidora.Librería Técnica CP67. 1977

*Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. *Norma IRA Nº.* 1536 – *IRAM Nº*1524

*RHYNER Kurt; MELÉNDEZ Martín; NOLASCO RUIZ Pedro; CASTRO Marcelino. *Un techo como el Arco Iris* – Ecosul – Grupo sofonías / Cidem

Irene Cecilia Ferreyra

Arquitecta - Maestrando Carrera de MAGÍSTER EN HABITAT Y VIVIENDA - FADU - UNMP - Director Académico Carrera: Dr. Arq. Raúl Fernández Wagner –Auxiliar Docente graduado - "Construcciones I"- Facultad Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán - Integrante Equipo de Investigación del Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda (CRIATiC) y de los Proyectos: - "Producción y Transferencia de Tecnologías de Tierra Cruda Apropiadas para la Construcción de Viviendas de Interés Social y Equipamiento del Hábitat Popular en el NOA." - "Tecnologías Constructivas para Viviendas de Interés Social y Equipamiento Rural y Periurbano en el NOA" - "Diseño y Transferencia de Tecnologías Alternativas en Tierra Cruda". Miembro del Proyecto 6 PROTERRA (CYTED-HABYTED). Integrante RED- Protierra (Argentina)
e-mail: icferreyra@hotmail.com

Lucía Elizabeth Arias

Ingeniera Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) /
e-mail: arias-alderete@arnet.com.ar, luciaelizabetharias@yahoo.com.ar

Carlos Eduardo Alderete

Ingeniero Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: carlosealderete@yahoo.com.ar

Rafael Francisco Mellace

Arquitecto.Candidato a Magister UBB-Chile. Profesor Titular de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán. Director proyectos CIUNT y ANPCYT. Director del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: rfmellace@herrera.unt.edu.ar, rfmellace@arnet.com.ar

Stella Maris Latina

Arquitecta. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: stellamarislatina@yahoo.com.ar

Mirta Eufemia Sosa

Arquitecta. Formación especializada de posgrado DPEA "Arquitectura de Tierra", CRATerre-EGA, Francia. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: mirta_sosa@hotmail.com

4.9

INFRAESTRUCTURA DE SALUD Y FORMACION DE CAPACIDADES LOCALES EN CONSTRUCCION SISMORRESISTENTE EN TIERRA

Comportamiento sísmico de bóvedas nubicas reforzadas con geomallas

Alexander Fischer[1]
Proyecto AMARES. Av. Ricardo Palma 857, Miraflores, Lima – Perú
www.amaresperu.org

Palabras clave: sismoresistencia - gestión - capacitación

Resumen
La presente ponencia describe los resultados de la investigación acerca del comportamiento sísmico de bóvedas nubicas reforzadas con geomallas. La propuesta tecnológica sismorresistente fue diseñada por el autor en el marco de la estrategia de intervención del Proyecto AMARES "Programa de apoyo a la modernización del sector salud y aplicación en una región del Perú" financiado por la Unión Europea y cuyo objetivo general es fortalecer el proceso de reforma del sistema de salud en tres regiones del Perú.

El Perú se localiza cerca del borde sur occidental de América del Sur caracterizada por ser una de las zonas sísmicas más activas del mundo, El terremoto ocurrido en 2001, afectó a los departamentos de la zona sur del Perú y despertó el interés y la preocupación del gobierno así como de los organismos de cooperación sobre la importancia de la implementación y correcta difusión de tecnologías sismorresistentes en tierra en el país.

Se estima que en el Perú el 65 % de la población rural y el 30 % de la población urbana vive en construcciones de tierra construidas sin ninguna supervisión técnica, poniendo en riesgo a sus moradores durante un evento sísmico. Si bien existe una normativa para la construcción con tierra en el Perú, esta regula la construcción formal y por tanto la mayoría de los constructores con tierra desconocen sus recomendaciones.

La propuesta del autor es emplear los procesos constructivos de infraestructura de salud para la formación de las capacidades locales y difusión de los lineamientos de un correcto empleo de las tecnologías sismorresistentes.

Toda la estrategia esta sustentada por un estudio técnico efectuado en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontifica Universidad Católica del Perú (PUCP) donde se realizaron dos ensayos dinámicos en mesa vibradora. Los dos módulos ensayados a escala natural y construidos bajo condiciones reales y con las mismas características geométricas solo se diferencian en el refuerzo.

Ambos módulos se ensayaron simulando sismos leves, moderados y severos variándose la intensidad del movimiento en seis fases seguidas. El comportamiento observado durante los ensayos del modulo reforzado fue excelente manteniéndose la estructura estable y sin daños estructurales en la fase seis.

La ponencia describe en detalle los ensayos efectuados en el laboratorio y la aplicación del refuerzo en construcciones reales. Se concluye que el sistema puede dotar de gran resistencia sísmica a construcciones de adobe, protegiendo así la vida de los pobladores de menores recursos económicos.

Introducción

El Proyecto AMARES "Programa de apoyo a la modernización del sector salud y aplicación en una región del Perú", tiene como objetivo principal el contribuir con el Ministerio de Salud en la implementación de la reforma del sector salud y asegurar su aplicación en el ámbito de intervención de la región de Ayacucho, Huancavelica y Andahuaylas en Apurimac.

La propuesta de AMARES en relación a la construcción, mejoramiento o mantenimiento de la infraestructura de salud pone énfasis en las acciones orientadas al mejoramiento de la capacidad resolutiva de los establecimientos de salud con un enfoque de interculturalidad y calidad.
AMARES tiene como uno de sus principios de intervención, el desarrollo de las capacidades locales como elemento básico de desarrollo y sostenibilidad de las intervenciones. Una solución eficaz para afrontar los problemas de las infraestructuras tanto para el hábitat así como para establecimientos públicos es el empleo de materiales de construcción locales y técnicas de construcción con participación local que contribuyen a la transferencia de capacidades en las comunidades para la construcción con tecnologías apropiadas.

El adobe es empleado como material de construcción por un gran porcentaje de los habitantes de países en desarrollo. El Perú posee una larga historia de secuelas desastrosas provocadas por movimientos sísmicos expresadas en considerables pérdidas económicas y lamentables perdidas humanas. Se estima que en el Perú el 65 % de la población rural y el 30 % de la población urbana viven en construcciones de tierra las mismas que son construidas sin ninguna supervisión técnica y que por tanto representan un riesgo para sus habitantes debido a la ubicación geográfica del Perú respecto a las zonas de riesgo sísmico en el mundo.

Si bien existe una normativa para la construcción con tierra en el Perú, la mayoría de los constructores con tierra no están regidos a la actividad formal que abarca la Norma y en consecuencia desconocen sus recomendaciones.
La estrategia de AMARES para el Componente IV "Modelo de atención Integral" esta basada en un diagnostico situacional de la infraestructura de establecimientos de salud y posee dos líneas de acción. La primera orientada al mejoramiento de infraestructura existente y la segunda a la construcción de infraestructura con tecnología apropiada.
Los ensayos dinámicos descritos en la presente ponencia son el resultado de una preocupación por buscar soluciones tecnológicas validadas que permitan una aplicación responsable de tecnologías apropiadas en el ámbito de intervención del proyecto.
La visión de AMARES de emplear los procesos constructivos de infraestructura de salud para la formación de las capacidades locales es una manera de implementar el concepto de sismoresistencia en la construcción de infraestructura y vivienda, así como de transmitir los lineamientos de un correcto empleo de estas tecnologías. Este es sin duda un aporte a la difusión y la reducción de riesgos en la construcción en el ámbito rural.

Sismo-resistencia en la construcción con tierra

Generalidades

Hacia la creación de un concepto de sismo resistencia

El Perú se ubica en la parte central y occidental del continente Sudamericano, se forma la cadena orogénica montañosa de los Andes, que se extiende en casi toda la margen occidental del continente con aproximadamente 800 Km de longitud.
Eventos sísmicos destructores, actividad volcánica y el surgimiento de la corteza terrestre, son comunes en esa región.

Macro zona

La norma nacional del Perú divide el territorio peruano en tres zonas sísmicas. Esta propuesta de zonificación se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral.

Norma E 0.30 Diseño Sismorresistente

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N°1.
Este factor se interpreta como la aceleración pico del suelo del suelo con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Tabla N°1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
3	0,4
2	0,3
1	0,15

Tabla N°1 Factores de Zona



Zonas sísmicas del Perú
Norma Sismorresistente E 0.30

La zonificación normativa es una globalización de todos los parámetros sísmicos significativos: foco, distancia epicentral y representando una aceleración sobre terreno firme. A esta generalización se agrega las amplificaciones de las ondas sísmicas por las condiciones locales.

Efectos de microzona

Una construcción ubicada sobre suelo duro no tiene el mismo comportamiento que una construcción ubicada sobre suelo blando.
Los estudios del grado de daños y de distribución geográfica sobre sismos ocurridos en diferentes partes del mundo en áreas relativamente pequeñas y muy cercanas entre si, han dejado establecido que las condiciones locales del suelo, geología y topografía, pueden causar diferencias sustanciales en las intensidades hasta 3 o 4 grados en la escala MM.

Tales contrastes se deben a la influencia del suelo. El sismo de 1970 por ejemplo dejó destruido el centro de la ciudad de Huaráz casi por completo. Sólo a 2 km al norte, en Centenario construcciones tan débiles como las del centro de Huaráz no fallaron. Este fenómeno se denomina efecto de microzona. (*Kuroiwa, 2002)*
La norma técnica de edificación E 0.80 Adobe del Perú determina las fuerzas sísmicas horizontales considerando un factor de corrección de 1,2 para suelos blandos con capacidad portante admisible de 1 kg/cm² hasta 3 kg/cm².

Investigaciones recientes demuestran que la intensidad de la aceleración influye de una manera muy significativa en el tema de la amplificación por condiciones del suelo. Para aceleraciones (PGA) mayores a 0.5 g los factores de amplificación son diferentes para un mismo tipo de suelo blando.
Mientras que para aceleraciones menores hay que considerar una amplificación de los efectos sísmicos, para el caso de aceleraciones mayores el suelo blando puede resultar ventajoso absorbiendo los movimientos sísmicos.

La Norma reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en esta norma los siguientes principios para el diseño:

a. La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.
b. La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

La norma correspondiente no desarrolla una especificación exacta del movimiento moderado o severo en términos de aceleración horizontal máxima que se espera en el sitio para un periodo de retorno específico.
Algunas Normas de otros países consideran 500 años para el sismo severo y 50 años para el sismo moderado. (Piqué del Pozo, 2005)

Respuesta constructiva
La magnitud de los valores máximos de la deformación horizontal d, de la velocidad horizontal v y de la aceleración horizontal a en un sismo de intensidad mediana se puede establecer de la siguiente manera:

d = 0.1 a 0.3 m
v = 0.1 a 0.3 m/s
a = 0.1 a 0.3 m/s² = 0.15 a 0.30 g
Una aceleración horizontal de 0.3 g significa que 30% del peso propio de los elementos constructivos actúan como fuerza en el sentido horizontal en la construcción.

Con respecto al riesgo de colapso de construcciones se puede establecer la relación siguiente:
Calidad del comportamiento = Resistencia X Ductilidad

En la que resistencia es la resistencia contra fuerzas horizontales.
Ductilidad es la capacidad de una estructura de sufrir deformaciones sin romperse.
Entre ambas características existe una interdependencia intima.
De acuerdo con esta relación, una estructura debe tener por ejemplo una gran resistencia y una baja ductilidad o una resistencia baja y una ductilidad alta. (Minke, 2001)

La primera solución posible consiste en construir una estructura con una resistencia tan alta, que resista el sismo sin deformación plástica. Esta solución normalmente es muy poco económica, debido a que exige grandes esfuerzos que garanticen la resistencia.
Ejemplos de esta solución son las antiguas viviendas coloniales de tierra con muros de un espesor de más de 80 cm y con muy pocas aberturas que sobreviven hasta hoy.

La segunda solución posible consiste en construir una estructura con una ductilidad tan alta, que resista el sismo sin colapso total. Ejemplo de estas construcciones es la quincha o bahareque. Por los elementos verticales y horizontales de madera, bambú o carrizo el sistema resulta ser muy dúctil lo que lo hace resistente a los impactos de los sismos.
En este caso se aceptan conscientemente daños que se producen por causa de la salida del rango elástico.
Esta solución solamente es aplicable en zonas que ofrecen rollizos de madera, bambú o carrizo, debido a que exige grandes cantidades de estos materiales para la construcción.

Frecuentemente se escoge una solución con estructura de resistencia mediana. Con ello, los movimientos sísmicos causaran solamente deformaciones plásticas moderadas y el requerimiento de ductilidad se mantiene relativamente bajo.

Las construcciones de tierra reforzada deben conducir a esta solución intermedia ya que poseen capacidad de deformación. Durante un sismo moderado o fuerte, se espera que los muros de tierra reforzada presenten fisuras que no interfieran con su capacidad portante evitando así el colapso del techo.

La implementación del concepto de sismoresistencia

Desde el punto de vista de la sismoresistencia se puede concluir que a pesar haber en el Perú investigación acerca de la construcción sismorresistente en tierra que se ha plasmado en la elaboración de Normas de Diseño en Adobe, estas aún no cumplen con su cometido, pues no llegan a beneficiar a aquellos que más la necesitan.

En un país como el Perú donde más del 40 % de las viviendas son actualmente de tierra, la mayor parte de los constructores de las viviendas de tierra se encuentran en asentamientos rurales donde la construcción es informal y por lo tanto las normas de construcción les son desconocidas.

Esta informalidad se manifiesta en las nuevas viviendas de adobe altamente vulnerables debido a la falta de asesoría técnica presentando debilidades por dimensiones largas entre arriostres, muros de espesor mínimo y aplicando vanos para puertas y ventanas muy grandes y mal ubicadas.

Asimismo, las soluciones técnicas desarrolladas por diversos organismos de cooperación e investigación no han resuelto todavía el problema de la vivienda de tierra en zonas sísmicas debido a que en la mayoría de los casos se trata de proyectos que se ejecutan en situaciones de post desastre que requieren soluciones rápidas y por lo general con altos niveles de mano de obra calificada y materiales industriales para paliar las necesidades urgentes de las poblaciones afectadas.

“En el estudio del caso del Perú, vimos que la ayuda de emergencia se otorgó de tal manera que los proyectos de desarrollo de autoayuda no fueron posibles durante muchos años después.
Esto se debió a que el carácter de la ayuda de emergencia creó dependencia y expectativas poco realistas de ayuda de emergencia material en las áreas afectadas.”

Vulnerabilidad: El Entorno Social, Político y Económico de los Desastres (Blaikie Piers et al. 1996)

Por ello, es importante buscar alternativas complementarias, sencillas y accesibles para transmitir las pautas del diseño sismorresistente. La clave entonces en el trabajo de difusión del concepto sismorresistente es el énfasis en la relevancia de la vivienda en el desarrollo sostenible y la salud de los pobladores.

Asimismo, la aplicación de una tecnología participativa y sencilla en términos de ejecución de obra formaría parte de esta línea de trabajo. El desarrollo de capacidades locales es la clave para dar incentivo a las mejoras en la construcción, así como la inclusión del concepto sismorresistente. El desarrollo de capacidades locales debe estar basado en un costo menor de ejecución de obra que hace que la capacitación tenga un sentido real de replica y que promueva mayor participación en los procesos de construcción y decisión.

Una técnica de construcción sismorresistente que permita la participación de la familia durante todo el proceso de construcción es otro factor de importancia para garantizar la sostenibilidad de las intervenciones. Las capacitaciones dirigidas a los pobladores en muchos casos están dirigidas solamente a hombres con experiencia en construcción debido a las condiciones que dicta el sistema aplicado. Si el sistema constructivo hiciera posible la inclusión de las mujeres en el proceso constructivo se podría incrementar de manera considerable el efecto multiplicador.

Descripción del ensayo

Marco General

La Norma Técnica de Edificación E.080 Adobe (Perú), esta orientada a mejorar los sistemas constructivos convencionales de adobe tomando como base la realidad de las construcciones de este tipo. “Los proyectos que se elaboran con alcances y bases distintas a las consideradas en la norma E.080 Adobe, deberán estar respaldados con un estudio técnico”. (Norma Técnica de Edificación E.080 Adobe).

Respondiendo a los requerimientos de la Norma para la implementación de un sistema constructivo no convencional se realizaron con financiamiento de la Unión Europea en los años 2005 y 2006 dos estudios técnicos relacionados al comportamiento sísmico del sistema constructivo de la bóveda Núbica de adobe.

Objetivo

El estudio técnico tiene como fin el desarrollar infraestructuras de bajo costo con utilización de materiales locales y participación social en el marco de las acciones del Proyecto AMARES.

El objetivo de las pruebas fue de documentar el comportamiento sísmico del sistema constructivo de bóvedas nubicas de adobe con y sin refuerzo para obtener conclusiones que permitan la utilización y la difusión del sistema constructivo de manera más adecuada.

Propuesta Tecnológica - Bóvedas Nubicas de Adobe

Generalidades acerca del material

Resistencia característica a compresión del adobe

En efecto el adobe es un material destinado a trabajar preponderantemente a compresión. Su capacidad resistente a otras solicitaciones, tales como la tracción y el esfuerzo cortante, es bastante reducida. Estos valores no están orientados al diseño de elementos constructivos sometidos a esfuerzos de tracción o flexión.

La tierra como material de construcción brinda varias ventajas

El barro almacena el calor

Al igual que otros materiales densos, el barro almacena calor. En zonas climáticas con diferencias de temperatura amplias o en aquellas en las que es necesario almacenar la ganancia térmica por vías pasivas, el barro puede balancear el clima interior.

El diagrama a continuación muestra una relación del balance térmico de un muro de adobe y de uno de hormigón.

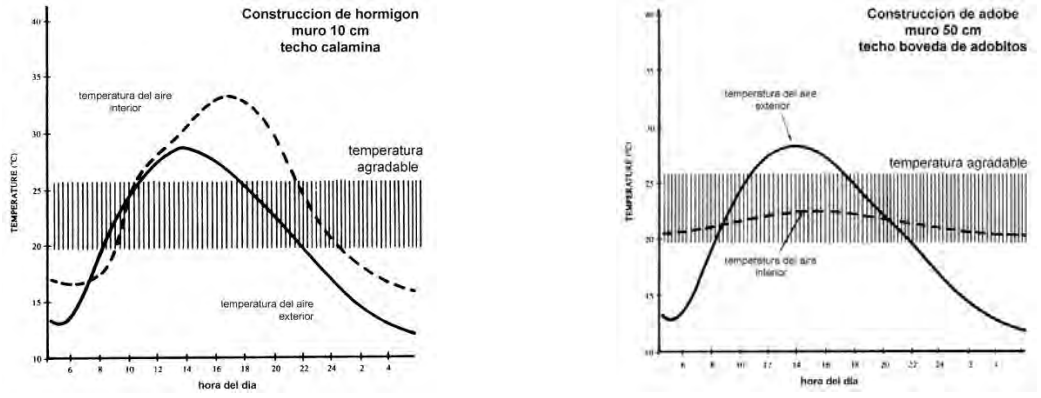


Diagrama Nº 1 Relación Balance Térmico, Hassan Fathy

El barro ahorra energía y disminuye la contaminación ambiental
El barro prácticamente no produce contaminación ambiental a diferencia de otros materiales de uso frecuente, para preparar, transportar y trabajar el barro en el sitio se necesita solo 1 % de la energía requerida para la preparación, transporte y elaboración de hormigón armado o ladrillos cocidos.

Es necesario poner énfasis en el hecho que el barro no produce ningún escombro que contamine el medio ambiente debido a que su reutilización es ilimitada.

El barro es apropiado para la autoconstrucción
Las técnicas de construcción con tierra pueden ser ejecutadas por personas no especializadas en la construcción, la presencia de una persona experimentada supervisando el proceso de construcción es suficiente. Las herramientas necesarias para trabajar el barro son sencillas y económicas. (Minke, 2001)

Comportamiento estructural de las Bóvedas Núbicas
La sección transversal de una bóveda que por lo general esta cargada solo por su propio peso, debe tener la forma de una catenaria invertida, de tal manera que solo contenga cargas de compresión.

Estructuralmente las bóvedas son superficies curvas que transfieren principalmente cargas de compresión a sus apoyos. Las bóvedas de adobe pueden resistir fuerzas de tracción y flexión muy pequeñas, por ello es importante diseñar el perfil de estas estructuras de tal manera que solo resistan fuerzas de compresión.

La sección transversal ideal de una bóveda con alta carga muerta es una catenaria invertida.

Una cadena colgada libremente que tiene solo fuerzas de tracción bajo la influencia de la carga de sus eslabones (carga muerta) forma una curva específica denominada catenaria. Si esta curva se invierte define la línea de soporte ideal (línea de empuje) para una bóveda en la que solo ocurren fuerzas de compresión bajo cargas muertas.

Esta línea se puede medir con la formula catenaria **y = a * cosh(x/a)** y puede definirse con la posición de dos puntos de apoyo y la cima proporcionalmente.

Con la técnica de bóveda núbica utilizada durante siglos en Egipto se pueden construir bóvedas sin encofrado utilizando arcos inclinados hechos de adobes. Estas bóvedas están comúnmente construidas con adobes de 20 cm de ancho 20 cm de largo y solo 5 a 6 cm de espesor.

Esto significa que el peso de los adobes por unidad de área de junta de mortero es muy bajo para evitar el deslizamiento de los adobes en la posición inclinada durante la construcción. El ángulo de inclinación de los arcos es un factor decisivo en el proceso de construcción. Este debe ser entre 65° y 70° (igual a una proporción 1: 3) con respecto a la horizontal.


Angulo de inclinación bóveda núbica

Las bóvedas nubicas requieren uno o dos muros verticales sobre los cuales descansan los arcos inclinados. La sección transversal de una bóveda núbica que por lo general esta

cargada solo por su propio peso, debe tener la forma de una catenaria invertida, de tal manera que solo contenga cargas de compresión.

Metodología

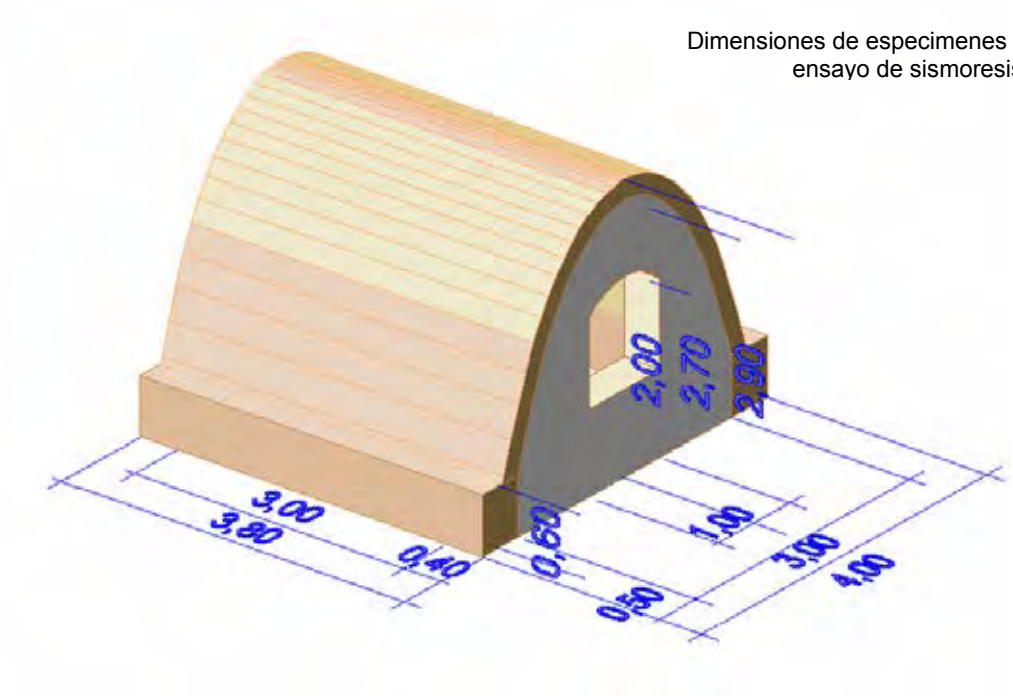
Para fines de la investigación, se realizaron dos ensayos dinámicos en mesa vibradora del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

Se construyeron dos módulos a escala natural, construidos en condiciones reales y con las mismas características geométricas. Los módulos se diferenciaron en el refuerzo.
Para obtener resultados cuantitativos sobre el comportamiento sísmico del sistema constructivo de la bóveda núbica se compararon los datos con ensayos anteriormente realizados de módulos tradicionales de adobe.

Con tal motivo el dimensionamiento de los módulos en cuanto al espesor de los muros y las medidas de los módulos así como las características de los movimientos sísmicos a aplicar fueron idénticos a los ensayos realizados en el marco del proyecto COPASA-GTZ, llevados a cabo en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

Descripción de los especimenes

Dimensiones de especimenes para el ensayo de sismoresistencia



Datos técnicos de las bóvedas sin zócalo

Dimensiones exteriores (Ancho x Largo): 3,40 x 3,80 m
Dimensiones interiores 3,00 x 3,20 m
Altura del módulo: 2,60 m
Espesor de la bóveda: 20 cm
Superficie exterior de la bóveda: 22,91 m²
Perímetro de la bóveda (eje): 5,815 m
Relación Altura / Ancho: 0.7
Peso del módulo completo sin considerar el anillo de concreto armado:11750 kg (1800 kg/m³)
Cantidad de adobitos para bóveda: 1600 unidades del formato 20 x 20 x 6 cm
Cantidad de adobes para los muros verticales: 350 unidades del formato 30 x 30 x 10 cm
Cantidad de mortero de barro requerido: 2m³

Los vanos de los módulos consistieron de una ventana de 0,80 x 0,90 metros y una puerta de 1,00 x 2,00 metros en cada muro longitudinal (paralelo al movimiento del simulador).
Los dos módulos fueron construidos en las instalaciones del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) con adobes previamente elaborados con tierra de chacra de la ciudad de Lima.

Para reproducir el proceso constructivo de la zona alto andina de Ayacucho y Huancavelica se empleó mano de obra local de Ayacucho contratando comuneros instruidos en procesos de capacitación en la comunidad de Niño Yucay / Ayacucho.

Todo el proceso de construcción de los dos módulos así como todos los trabajos relacionados y todas las etapas de la ejecución del ensayo se realizarán en el mismo emplazamiento empleando la misma mano de obra.
Los dos módulos no se recubrieron con tarrajeo, para no exceder el límite de peso máximo de los especimenes de ensayo (16 to).

En ensayos realizados en la PUCP de simulación sísmica en escala natural de especimenes de adobe tradicional reforzado se llegó a la conclusión que el revoque de barro contribuye de manera significativa a la rigidez durante las fases elásticas.

Técnica del ensayo
Con el fin de permitir una comparación de los resultados con ensayos anteriores se aplicó las mismas características sísmicas de desplazamiento horizontal *D*, aceleración horizontal *A* y señal *L*.

Equivalencia de Intensidades MMI con Valores Nominales de la Aceleración (Ao) y de la Amplitud (Do) de la Mesa Vibradora			
Fase de Ensayo	Característica del Sismo	Ao (g)	Do (mm)
1	Muy Frecuente o muy leve, III MM	0,15	15
2	Frecuente o Leve, VI MM	0,35	30
3	Poco Frecuente o Moderado (Ocasional), VII MM	0,65	60
4	Intermedio entre moderado y severo, VIII MM	0,80	80
5	Raro o Severo, IX MM	1,00	100
6	Muy raro o Catastrófico, X MM	1,20	120

Tabla N°2 – Equivalencia de intensidades

La tabla muestra las aceleraciones nominales (A o), conjunto con los desplazamientos correspondientes (D o) asociados, aplicados en el ensayo de simulación sísmica.

Sin embargo, debe anotarse que estas equivalencias son solo referenciales, y su principal objetivo es proporcionar al público no técnico, información cuantitativa de la severidad del movimiento sísmico simulado.

Señal de simulación sísmica
La componente L aplicada es la señal captada en Lima correspondiente al terremoto ocurrido en el Perú el 31 de mayo 1970, con 30 segundos de duración, captado en el Instituto Geofísico del Perú (IGP). La señal corresponde a las condiciones de suelo de la ciudad de Lima (grava densa), que constituye una de las señales sísmicas peruanas con mayor poder destructivo.

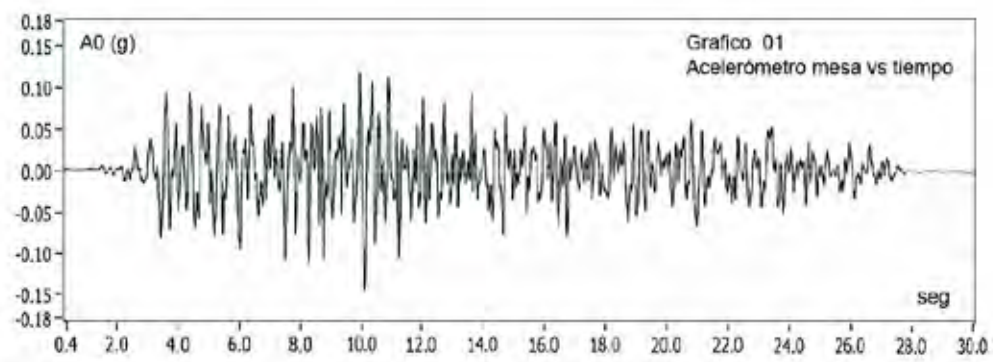


Diagrama N°2 – Muestra de la Señal L aceleración mesa vs. tiempo aplicada en los ensayos

Evaluación de la aceleración máxima en cada fase

Para determinar la aceleración máxima en cada fase del ensayo, se aplicó las siguientes consideraciones:

Los sismos reales presentan 3 componentes traslacionales más 3 componentes rotacionales que actúan en simultaneo, mientras que la mesa de simulaciones sísmicas del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) tiene un solo grado de libertad traslacional. Para contemplar estos efectos se ha supuesto un factor de corrección.

Instrumentación de los módulos

Durante el ensayo se utilizaron un total de 23 instrumentos.
11 sensores electrónicos de desplazamiento (LVDT o D) y 12 acelerómetros (A) y un medidor de presión del actuador dinámico (ΔP).

Peso de los módulos

Los especimenes fueron pesados (W T), incluyendo la cimentación, para posteriormente obtener el peso neto de cada módulo (W2 = WT – W1) y el peso neto por área en planta en Kg/m² (W = W2/A, donde A = 3,60 x 3,80m = 13,68m²).

	Peso Registrado de los Módulos (en kilogramos)			Peso / Área
Identificación del Módulo	w_1 Cimentación + Extras (Anillo de C°A° + Sistema de Fijación)	w_2 Módulo de Adobe (Bóveda Núbica)	$w_T = w_1 + w_2$ Total sobre la plataforma del Simulador de Sismos	$w = w_2 / A$ Peso Módulo / Área (en Planta) (kg /m²)
M-1 (Sin Refuerzo)	3708 + 80 = 3788	11933	15721	872,30
M-2 (Reforzado)	3708 + 80 = 3788	11770	15558	860,38

Tabla N°3 – Peso de los módulos

En cada fase del ensayo se registraron directamente la historia de aceleraciones y de desplazamientos, tanto de la plataforma de simulación sísmica como de cada instrumento colocado sobre el módulo.

De dichos registros se obtuvieron los valores máximos y el instante en que ocurrieron. Con esta información y conociendo la masa del sistema, se calculó la fuerza cortante asociada a la base del espécimen en cada fase.

Comportamiento Sísmico de los módulos
Basados en el informe final emitido por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), podemos hacer un balance sobre el comportamiento sísmico de ambos módulos.

En términos generales, acerca del comportamiento de la bóveda núbica se pueden indicar las siguientes particularidades en su comportamiento sísmico:

- Los muros verticales planos o tímpanos que resisten el empuje lateral de la bóveda apoyada parcialmente en los mismos por la orientación de las hiladas y coinciden con la dirección del movimiento trabajan fundamentalmente a fuerza cortante coplanar y a flexión perpendicular a su plano cuando desarrolla formas de vibrar transversales.

- La bóveda misma, debido a la acción sísmica perpendicular a su eje trabaja fundamentalmente a flexión y a esfuerzos membranales.

- Los esfuerzos membranales axiales son principalmente de compresión debido a las características del material cuya capacidad resistente a otras solicitaciones, tales como la tracción y el esfuerzo cortante, es bastante reducida.

Modulo 01 (No reforzado)
Fase 1: No aparecieron fisuras. No se observó movimiento de la estructura.
Fase 2: No aparecieron fisuras. No se observó movimiento de la estructura.
Fase 3: Se observó un movimiento ligero de la bóveda. Se formaron fisuras escalonadas.
Fase 4: Condición de falla. Se observó un fuerte movimiento de la bóveda formando grandes grietas en la misma. Partes de la bóveda se desplomaron produciendo un empuje perpendicular a los muros verticales que colapsaron. La bóveda en si resistió la fase 4 pero quedo en un estado irreparable y de colapso inminente.

Comportamiento Sísmico del Módulo 02 (con refuerzo)
Fase 1: No aparecieron fisuras. No se observó movimiento de la estructura.
Fase 2: No aparecieron fisuras. No se observó movimiento de la estructura.
Fase 3: Se formaron fisuras escalonadas. La estructura quedo estructuralmente intacta.
Fase 4: Se observó un movimiento regular de la bóveda formando grietas mínimas en la misma. La estructura quedo estructuralmente intacta.
Fase 5: Se observó un movimiento regular de la bóveda formando grietas de hasta máximo medio centímetro. Hubo un desplazamiento de los muros verticales de 1,00 cm. La estructura quedo estructuralmente intacta.
Fase 6: Se observó un movimiento fuerte de la bóveda. Hubo un desplazamiento de los muros verticales hasta 1,50 cm como máximo. La estructura quedo estructuralmente intacta, constatándose así que los resultados del refuerzo son óptimos debido a que incluso con una intensidad de un sismo catastrófico la estructura permaneció en evidentes condiciones de estabilidad.

Posterior a la ejecución del ensayo el Modulo 02 fue izado por una grúa hasta el patio donde se construyeron ambos módulos para su posterior demolición. Después de retirar la malla que confinaba la estructura, la construcción se mantuvo en evidentes condiciones de estabilidad estructural y demolerla requirió de bastante esfuerzo.

Sistema de refuerzo aplicado
Ambos módulos son de una planta y un ambiente. Presentan las mismas características geométricas, pero se diferencian en el refuerzo.
Mientras que el primer módulo (M1) carece completamente de refuerzo, el segundo módulo (M2) esta reforzado interior y exteriormente con una geomalla bidireccional de polipropileno. Las dos mallas se encuentran unidas con conectores de polietileno.

Sistema constructivos del refuerzo tipo "Sándwich"
Refuerzo con malla interior y exterior
La gran desventaja de refuerzos céntricos ubicados dentro del muro es que solamente es aplicable en construcciones nuevas.
Considerando que en todos los países en vías de desarrollo existe una cantidad inmensa de construcciones de tierra no reforzada, se llegó a desarrollar un sistema de refuerzo que sea aplicable a construcciones existentes.
Este sistema consiste en la aplicación de mallas interior e exteriormente unidas con conectores que traspasen el muro. Las mallas pueden ser de materiales naturales como sogas y carrizo o pueden ser de materiales industriales como la malla electro soldada galvanizada o mallas sintéticas.
En el Perú se aplicó el modelo de refuerzo que consiste en franjas de malla electro soldada galvanizada de ¾" recubierta con revoque de cemento con bastante éxito. En este caso las franjas se colocan vertical- y horizontalmente en las zonas de mayor concentración de fuerzas en el caso de movimientos sísmicos que son las esquinas y encuentros de muros.

La eficacia de este modelo con malla metálica y cemento fue analizada en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la PUCP. La gran desventaja del sistema constructivo es que *"…las franjas de mortero de cemento armado se comportan como cuerpos rígidos que golpean las zonas de mampostería de tierra sin armar, lo que demuestra que esta combinación de materiales no trabaja adecuadamente en conjunto."* (Julio Vargas, et al – 2005)

Considerando que los sistemas de sismorresistencia basados en la rigidez requieren mucha inversión en materiales como el acero y el cemento y tomando en cuenta que el estado de falla de este sistema sismorresistente es abrupta sobrepasando el nivel de rigidez, es aconsejable aplicar una sismorresistencia a base de ductilidad.
Los materiales requeridos para el refuerzo dúctil normalmente son más económicos y garantizan al mismo tiempo la sismorresistencia hasta el nivel catastrófico.

"El muro reforzado externamente con malla sintética en ambas caras tuvo un comportamiento muy satisfactorio, mucho mejor que el del muro reforzado con malla electro soldada.... Esto indica que en un terremoto fuerte, una vivienda reforzada con la malla electro soldada podría colapsar en forma frágil y súbita. " (Julio Vargas, et al 2005)

Debido a sus excelentes calidades como la alta resistencia a tracción y la resistencia a los rayos ultravioletas UV-A y UV-B que garantizan su función a largo plazo se llegó a la conclusión que la más apropiada técnica de reforzamiento consiste en aplicar una malla cuadrada de polipropileno, interior y exteriormente formando un sistema "Sándwich", unidos con conectores y recubierta con revoque de barro.

En el ensayo de las Bóvedas Núbicas del Proyecto AMARES se utilizó una geomalla biaxial simétrica de polipropileno de la empresa CIDEL SA / Perú - Tipo Tenax LBO 220 con una resistencia a tracción de 14 Kn/m en el momento de 5% de deformación y con una resistencia máxima de hasta 20 Kn/m. Este sistema de refuerzo garantiza ductilidad suficiente para permitir grandes deformaciones sin colapso de la estructura.

Las geomallas de polipropileno

Las geomallas de polipropileno son especialmente diseñadas para refuerzos de cimentaciones de cargas multiaxiales, refuerzo de bases, reducción de las capas de la estructura de pavimentos, estabilización de suelos, estabilización de terraplenes y refuerzo en taludes.

Recientemente se viene aplicando las geomallas de polipropileno en las construcciones sismorresistentes.

El estudio técnico ha demostrado que el refuerzo con malla de polipropileno es adecuado y asegura un buen comportamiento sísmico hasta las fases más intensas de la simulación sísmica.

Registros gráficos

Los registros gráficos muestran la respuesta del sistema estructural frente la solicitación sísmica aplicada.

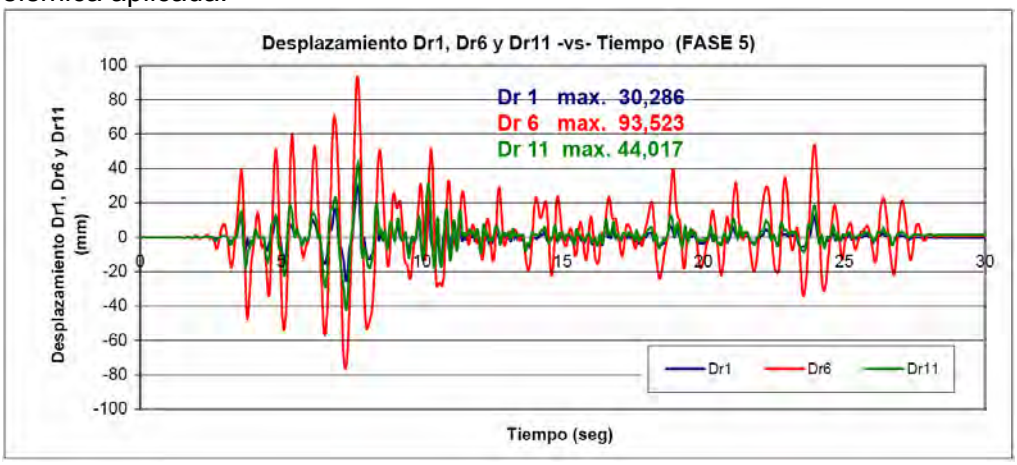


Diagrama N°3 Desplazamiento

Comparando el desplazamiento de los dos puntos extremos (D1 y D11) y del centro (D6) en la cima del módulo reforzado en la fase 05, se puede apreciar el alto grado de ductilidad que permite el sistema debido a la presencia de la malla de polipropileno.

Ejemplo del registro de acelerómetros durante la fase 05

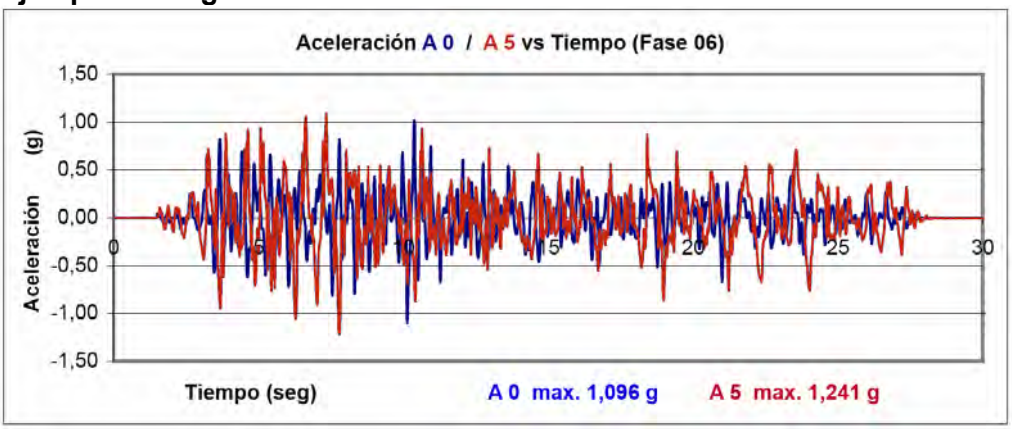


Diagrama N°4 - Amplificación de aceleración aplicada (A mesa) a la del módulo reforzado (A medidor 5) en la ultima fase

Detalle Colocación de Malla de Polipropileno Biaxial



Ensayo sísmico realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú investigando la aplicación de malla de polipropileno como refuerzo en la construcción.



Colocación en franjas en sentido horizontal de la malla de Polipropileno.



Sección del traslape de dos mallas unidas con alambre galvanizado no.18.

Incorporación del estudio técnico en la Norma Nacional de Adobe E 0.80

El estudio técnico realizado en la Universidad Católica del Perú ha demostrado que el sistema constructivo de la bóveda núbica es aplicable en zonas de sismicidad baja sin necesidad de un refuerzo y en zonas medianas con un refuerzo mínimo y en zonas de alto riesgo de movimiento sísmico aplicando el refuerzo investigado.

Además de la verificación del buen comportamiento sísmico que permitiría salvar vidas en caso de un movimiento telúrico este sistema constructivo brinda la posibilidad de construir infraestructura y vivienda con costos muy inferiores a los habituales. Una posta sanitaria empleando tecnología apropiada e incluyendo el costo del refuerzo requiere de un tercio de la inversión requerida para la construcción de una posta de las mismas características según el modelo empleado por el Ministerio de Salud.

Por tanto, se tiene planteada la inclusión del sistema constructivo en la Norma Nacional de Adobe E 0.80, debido a que su buen comportamiento sísmico ha sido comprobado. Esto facilitaría la incorporación del sistema a las propuestas de construcción en zonas alejadas a nivel nacional.

Implementación del concepto sismorresistente

La apropiación del concepto por los pobladores

El éxito y sostenibilidad de una intervención están estrechamente ligados a la apropiación del concepto por parte del grupo beneficiario. En un proceso de apropiación juega un papel fundamental la manera en la que el concepto es implementado y transmitido a través de diversas estrategias de ejecución y difusión.

En la mayoría de las propuestas nos vemos confrontados a elevados costos de ejecución en relación a los ingresos de los pobladores y a la imperativa necesidad de mano de obra calificada para su ejecución, limitando de manera significativa una posible capacidad de replica.

Lo que se busca es promover y difundir una tecnología que motive a las familias a adoptar la propuesta tecnológica por sus propios medios. La meta central es la reducción de vulnerabilidad orientando las intervenciones al desarrollo sostenible.

Los ensayos realizados en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la PUCP, fueron la base de una estrategia de difusión e implementación de un concepto de sismoresistencia en la construcción de infraestructura y vivienda que implique una participación más activa e independiente de los pobladores en los procesos de construcción, capacitación y difusión.

Posta Sanitaria de Niño Yucay

El Objetivo de esta obra fue la construcción de una infraestructura de salud aplicando una técnica constructiva adecuada que permita la utilización de materiales locales y su construcción con mano de obra local, la misma que seria capacitada para crear así un proceso de desarrollo de las capacidades humanas de cada región en la que se implemente este tipo de construcción.



Curso de Capacitación Niño Yucay, Ayacucho



Esta transmisión de conocimientos asegura un mejor mantenimiento de la infraestructura y mejoras en la calidad de vida de los habitantes de la comunidad ya que la técnica puede también ser aplicada a la construcción y al mejoramiento de sus viviendas.

El utilizar adobe para la construcción de los muros y la cubierta reduce los costos de manera muy significativa. Por lo general el precio de la cubierta en una construcción asciende a la mitad del precio final de la misma. Este precio puede ser aun mayor en el caso de una comunidad alejada debido a los insumos por transporte.

Aprendizaje práctico en obra

La mayor parte del aprendizaje tiene lugar en obra, el trabajo con el barro es sobre todo manual y por lo mismo la técnica se aprende con la práctica después de recibir una base teórica.

El proyecto en Niño Yucay se ejecuto con mano de obra no calificada, una de las metas del proyecto AMARES es crear capacidades en construcción en las comunidades beneficiarias. Esta meta se ha logrado, al finalizar la construcción los comuneros contaban con los conocimientos sólidos y suficientes para trabajar en obras posteriores.

Estos comuneros cumplen en la actualidad las funciones de instructores que al ser residentes de obra tienen a su cargo la supervisión y transmisión de la técnica de construcción.

Desarrollo de capacidades humanas

El desarrollo de capacidades humanas no se limita a la capacitación de mano de obra no calificada.

Se impartieron cursos a ingenieros y arquitectos con la finalidad de crear capacidades en el ámbito profesional sobre el concepto. Estos tuvieron a su cargo la elaboración de expedientes técnicos para la construcción de infraestructura sanitaria.



Curso de capacitación para profesionales



Aprendizaje teórico

A la fecha están en proceso de construcción 4 viviendas para personal de salud empleando tecnología sismorresistente y se han aprobado los expedientes técnicos para la construcción de 05 postas sanitarias.

Percepciones del riesgo en los pobladores

La percepción del riesgo en la población del ámbito de intervención es un tema central si se trata de difundir un concepto de construcción sismorresistente.

En la zona de intervención la población aun no emplea el criterio sismorresistente para la construcción de sus viviendas. Lo que sucede en la mayoría de los casos es que una vivienda segura en términos de sismoresistencia no tiene una alta prioridad.

Las condiciones de vida en el ámbito rural de la mayoría de los países Sudamericanos son tan precarias que la seguridad en la vivienda es un criterio demasiado abstracto para un poblador cuyo trabajo diario esta orientado a la supervivencia.
Si a ello sumamos el hecho que la mayoría de las propuestas exceden ampliamente las posibilidades económicas de los comuneros, podemos entender las graves limitaciones a la hora de buscar una replica de las propuestas tecnológicas.
El desarrollo de capacidades locales debe estar basado en un costo menor de ejecución de obra que hace que la capacitación tenga un sentido real de replica que promueva mayor participación en los procesos de construcción y decisión.

Difusión de la Norma
La difusión de la normatividad que regula las construcciones de tierra en el Perú es muy importante. Si bien existe una Norma que regula la construcción en adobe, la misma esta dirigida a la construcción dentro de un marco formal, dejando de lado la verdadera producción de edificaciones en tierra que en su mayoría se realiza de manera informal. Lo que suele suceder es que a pesar de existir una norma, esta no llega a los usuarios que se pretende beneficiar.

La presente propuesta busca a través de la construcción de infraestructura de salud en el ámbito de intervención generar procesos de capacitación entre los pobladores y difusión de un correcto empleo de tecnologías sismorresistentes.

Relevancia de un enfoque activo más que pasivo
Orientando las intervenciones hacia el desarrollo sostenible debe apostarse por un enfoque mas activo que pasivo que implica la estimulación de los pobladores para ser artífices del cambio, mediante una tecnología que les permita participar activamente en el proceso constructivo, no solo cumpliendo la función de mano de obra no calificada sino pudiendo ser a través de su capacitación los encargados de difundir la tecnología.

Un enfoque activo implica que los individuos pasen de ser espectadores a artífices del cambio. Esto genera confianza y estimulo a la población afectada para atender sus propias necesidades, lo que da inicio a un desarrollo sostenible de las intervenciones.

Un sistema constructivo que requiera menos supervisión técnica es un gran paso hacia esta meta. Si bien es necesario crear una memoria institucional acerca de las secuelas del desastre es quizás más importante generar una memoria popular capaz de generar conciencia colectiva.

Conclusiones
Los resultados de las pruebas realizadas en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontifica Universidad Católica del Perú (PUCP) acerca del comportamiento de bóvedas nubicas con y sin refuerzo, son un aporte a la investigación de tecnologías de construcción sismorresistentes con adobe orientadas a mitigar las consecuencias de los sismos en zonas de alto riesgo.
De los resultados del estudio técnico se puede destacar que el sistema constructivo de la bóveda núbica reforzada tiene resultados óptimos debido a que incluso con una intensidad de un sismo catastrófico (X - MM) la estructura permaneció en evidentes condiciones de estabilidad sin alcanzar la condición de falla.

Asimismo cabe señalar que la bóveda núbica sin refuerzo alcanzo la fase 4 del ensayo correspondiente según la equivalencia de intensidades a un sismo intermedio entre moderado y severo (VII - MM).

La experiencia de AMARES en la aplicación y difusión de la propuesta sismorresistente se origina en respuesta a la necesidad de proveer de servicios de salud en condiciones

adecuadas. Lo que implica tener en cuenta a la hora de plantear propuestas tecnológicas que varias regiones del Perú son zonas de alto riesgo sísmico.

La construcción de edificaciones sismorresistentes de uso diferente a la vivienda es importante para demostrar el empleo de las tecnologías así como utilizar los procesos de construcción como herramientas de transferencia de capacidades. Se debe promover su empleo tanto en locales públicos como privados.

AMARES busca promover y difundir la tecnología, motivando a las familias a adoptar la propuesta tecnológica por sus propios medios o a través de apoyo externo. Asimismo aplica una metodología para la transferencia de capacidades orientada a la difusión de los lineamientos de la Norma para una correcta aplicación del concepto sismorresistente.
Este trabajo evidencia que la aplicación de un concepto sismorresistente en la construcción de infraestructura y vivienda de bajo costo es un trabajo que implica una sensibilización de la población beneficiaria así como un compromiso político y económico del Estado y los organismos de cooperación.
Lo que se busca es que a través del trabajo con múltiples contrapartes involucradas en el desarrollo poder contribuir a la difusión y concientización basadas en una propuesta de un modelo de construcción sismorresistente que pueda ser construido bajo la modalidad de autoconstrucción con la inclusión de los pobladores en los procesos de construcción y capacitación, convirtiéndolos así en actores del cambio.

Los pobladores deben internalizar el riesgo a su vida cotidiana para lograr que la creación de un ambiente más seguro sea entendido como un derecho.

Citas y Notas

[1] Consultor Internacional en Construcción y Diseño con Tecnologías Apropiadas Proyecto AMARES / PERÚ

Bibliografia

*BLAIKIE P., CANNON T., DAVIS I. Y WISNER B. (1996) Vulnerabilidad : el entorno social, político y económico de los desastres. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
*CAPECO (2002) " Reglamento Nacional de Construcciones –Edición Actualizada" Lima, Perú.
*CERESIS (2000), "Reforzamiento Sismo-Resistente de Viviendas de Adobe Existentes en la Región Andina", http://www.ceresis.org/proyect/padobe.htm
*GTZ (2003) "Perú – Proyecto de reconstrucción con inclusión de la gestión de riesgo", Eschborn, Alemania.
*Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI (2001) " Informe sobre el terremoto ocurrido en el sur del país el 23 de junio de 2001" INDECI. Lima, Perú
*KUROIWA Julio (2002) "Reducción de desastres" Lima, Perú
*MATOS G., QUIUN D. Y SAN BARTOLOMÉ A. 1997. "Ensayo de simulación sísmica en un módulo de adobe confinado por elementos de concreto armado". XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Colegio de Ingenieros del Perú. Trujillo.
*MINKE G., (2001) " Construction Manual for earthquake- resistant houses built of earth". GATE, GTZ. Eschborn, Alemania.
*SENCICO (1999). " Norma Técnica de Construcciones de Adobe – NTE-080",. Lima, Perú.
*PIQUÉ DEL POZO J. "Modificaciones a la Norma de diseño sismorresistente" (2005) Seminario Internacional de Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones de tierra en Áreas Sísmicas: Sismoadobe. PUCP. Lima, Perú
*SENCICO (1997) "Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificación E.030 – Diseño Sismorresistente", Lima, Perú.
*SENCICO (2003) "Construcción de Módulos Básicos de Vivienda en Adobe Reforzado", Convenio PNUD-SENCICO, Arequipa, Perú.
*ZEGARRA L., QUIUN D., SAN BARTOLOMÉ A. Y GIESECKE A (1999), "Reforzamiento de viviendas existentes de adobe – Proyecto Ceresis-GTZ-PUCP", Colegio de Ingenieros del Perú, Ponencias, XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Huanuco, Perú, noviembre, Artículo No. EC-13.

*ZEGARRA L., QUIUN D., SAN BARTOLOMÉ A. (2002), "Comportamiento ante el terremoto del 23-06-2001 de las viviendas de adobe reforzadas en Moquegua, Tacna y Arica", VIII Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Valparaíso, Chile, CDROM Vol. 1.

*VARGAS J., BLONDET M. Y TRAQUE N. (2005). “Reflexiones sobre la Norma Peruana vigente: E.080 Adobe” Seminario Internacional de Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones de tierra en Áreas Sísmicas: Sismoadobe 2005. PUCP. Lima, Perú

*HAIDER J., CHUQUIMIA E., HUERTA J. “Retos en la adopción de tecnología sismorresistente para viviendas de adobe en la sierra peruana“

Alexander Fischer

Arquitecto, Especialista en Construcción y Diseño con Tierra.

Actualmente es Consultor Internacional en Construcción y Diseño con Tecnologías Apropiadas del Proyecto AMARES "Programa de apoyo a la modernización del sector salud y aplicación en una región del Perú", cuyo objetivo principal es el contribuir con el Ministerio de Salud en la implementación de la reforma del sector salud. Es el autor de la propuesta tecnológica sismorresistente de bóvedas núbicas reforzadas con geomallas cuyo comportamiento fue analizado en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y que esta siendo implementada por el proyecto.

Ha sido asistente de investigación y representante en proyectos del Instituto de Investigación de Construcciones Experimentales de la Universidad de Kassel, Alemania que enfoca su trabajo a la investigación y difusión de tecnologías apropiadas.

Es especialista en construcción con tierra y ha elaborado consultarías para organismos de cooperación como la Unión Europea, la Cooperación Técnica Alemana GTZ y la cooperación Danesa DANIDA.

4.10

COMPORTAMIENTO DE LAS EDIFICACIONES CON TIERRA CRUDA DESPUES DEL TERREMOTO DE SEPTIEMBRE DEL 2005 CIUDAD DE LAMAS-PERU

Luis Enrique Flores Bravo*[1] - Isabel Moroni Nakata[2]
[1]Colegio de Arquitectos del Perú, lema_flores@yahoo.es
[2]Colegio de Ingenieros del Perú, imoromi@yahoo.com
Comité Técnico Especializado para la Actualización de la Norma para la Construcción con Tierra Cruda

Palabras clave: edificaciones – terremoto - Lamas

Resumen
Lamas está ubicada aproximadamente a 21 Kilómetros al noroeste de la ciudad de Tarapoto, la de mayor crecimiento económico y urbano en la Región de San martín en la selva norte del Perú. La ciudad de Lamas tiene una topografía accidentada y, se encuentra en la cima de un cerro de unos 1000 metros de altura. Sus calles son empinadas y, su composición urbana está dispuesta en "terrazas", motivo por el cual el sabio Antonio Raymondi la denominó "la ciudad de los tres pisos": el primer piso de los indios chancas, el segundo piso de los mestizos y, el tercer piso como "mirador".
El 25 de Setiembre de 2005 se produjo un terremoto de 7.0 grados de magnitud en la escala de Richter. El Instituto Geofísico del Perú (IGP) informó que el epicentro del terremoto se registró a 90 kilómetros al suroeste de la ciudad de Moyabamba, en la Región de San Martín, a 100 kilómetros de profundidad. El sismo, duró 50 segundos.
Fueron afectadas parte de las edificaciones, especialmente las construidas con adobe y tapial, ubicadas hacia el centro de la ciudad. Sin embargo, se han encontrado muchas edificaciones cuyo comportamiento han sido aceptable, a pesar de tener algunas más de 100 años de construidos.
Las paredes de las edificaciones están hechas a base de arcilla amarilla apisonada, colocada en forma de paños de un espesor entre 30 y 65 cms. Estos paños van colocados en forma trabada entre si.
El piso lleva un relleno de tierra amarilla y sobre ella van colocadas los ladrillos asados para piso, estos asentamientos se realizan sin ningún aditivo industrial.
El techo esta constituido por un cielorraso hecho a base de cañabrava (madera) y sobre ella una capa de arcilla (con el fin de mantener el ambiente interior fresco). Sobre este cielorraso se arma los tijerales hechas a base de madera de la zona (quinilla) y, se coloca las tejas de arcilla sobre ellas en forma trabada. Entre el techo y el cielorraso se forma un espacio que se denomina terrado.

Ubicación y población

LAMAS está ubicada aproximadamente a 21 Kilómetros al noroeste de la ciudad de Tarapoto (aproximadamente a 30 minutos en auto), la de mayor crecimiento económico y urbano en la Región San Martín en la selva norte del Perú.
Límites:

- Al norte con la Región Loreto
- Al este con la provincia de San Martín (Región San Martín).
- Al sur con la provincia de Picota (Región San Martín), y
- Al oeste con la provincia de El Dorado y la provincia de Moyobamba (Región San Martín).

LAMAS es una ciudad pequeña que, mide aproximadamente 1.5 Km de largo y 1Km de ancho y, tiene poco más de 10,000 habitantes.

Reseña Histórica
Hacia 1538, el Corregidor de Cajamarca y Chachapoyas, Riva Herrera inició la conquista armada de los territorios al este de la recién fundada ciudad de Moyobamba, llegando hasta el Medio Huallaga. Durante esta campaña, fue fundada la que hoy es la ciudad de Lamas, originalmente un fuerte alrededor del cual fueron reunidos seis diferentes grupos: los tabalosos, **los lamas**, los amasifuynes, los cascabosoas, los jaumuncos y los payanos, además de miembros de otras tribus como los suchichis y los muniches. Estas poblaciones fueron repartidas en encomiendas.

Durante el siglo XVII, estos indígenas pacificados se transformaron en una unidad territorial. Tras la Independencia del Perú, se produjo una corriente migratoria hacia esta región, promovida a través de diferentes leyes dadas durante el gobierno de Castilla. A fines del siglo XIX, la población indígena de Lamas devino en una minoría étnica en la región.

Topografía
La ciudad de Lamas tiene una topografía accidentada y, se encuentra muy cerca de la cima de un cerro de unos 1000 metros de altura. Sus calles son empinadas y, su composición urbana está dispuesta en "terrazas", motivo por el cual el sabio Antonio Raymondi la denominó "la ciudad de los tres pisos": el primer piso de los indios chancas, el segundo piso de los mestizos y, el tercer piso como "mirador".

Movimiento Sísmico
A las 8.55pm del 25 de Setiembre de 2005 sucedió un sismo en la región nor-oriental del Perú que produjo daños importantes en la Región San Martín, principalmente en la ciudad de Lamas y alrededores. Este tuvo una duración de 50 segundos.

El sismo ocurrió a una profundidad focal de 115 km y, alcanzó una magnitud de 7.5 Mw (NEIC). La Estación de Moyobamba de la Red Acelerográfica del CISMID-UNI (Centro Peruano Japonés de Mitigación de Desastres de la Universidad Nacional de Ingeniería) registró una aceleración máxima de 132 gal en la componente EW[1].

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) informó que el epicentro del terremoto se registró a 90 kilómetros al suroeste de la ciudad de Moyabamba, en la Región San Martín.

Aspectos generales
Producto del sismo fueron afectadas parte de las edificaciones, especialmente las construidas con adobe y tapial, ubicadas hacia el centro de la ciudad. Sin embargo, se han encontrado muchas edificaciones cuyo comportamiento han sido aceptable, a pesar de tener algunas más de 100 años de construidos.

Muchas de estas edificaciones han mostrado signos de haber sufrido reparaciones y/o modificaciones para adaptarlas a nuevos usos o para "modernizarlas".

Las edificaciones[2]
La mayoría de las viviendas en Lamas son de tapial y predominantemente de un piso, construidas en forma tradicional, con muros muy altos y, en general, con techos de madera y cobertura de tejas o láminas, apoyados directamente sobre los muros. La altura libre de las edificaciones es igual o mayor a los 3.00 metros

Las paredes de las edificaciones están hechas a base de arcilla amarilla apisonada, colocada en forma de paños de un espesor entre 30 y 65 cms. Estos paños van colocadas en forma trabadas entre si.

El piso lleva un relleno de tierra amarilla y sobre ella van colocadas los ladrillos cocidos para piso, estos asentamientos se realizan sin ningún aditivo industrial.

El techo esta constituido por un cielorraso hecho a base de cañabrava y madera y, sobre ella se coloca una capa de arcilla (con el fin de mantener el ambiente interior fresco). Sobre este cielorraso se arma los tijerales hechas a base de madera de la zona (quinilla), colocándose las tejas de arcilla cocida sobre la parte superior de los tijerales en forma trabada. Entre el techo y el cielorraso se forma un espacio que se denomina terrado.

Comportamiento de las edificaciones

Visitando la zona donde habían ocurrido los mayores daños, se inspeccionó al azar las edificaciones que se comportaron aceptablemente durante el sismo.

La primera observación es que la mayor parte de los daños se concentran en el centro de la ciudad, a lo largo de una de las vías principales, el Jr. San Martín, donde muchas viviendas sufrieron fallas graves que obligaron a su demolición, mientras que en la parte baja, alejada del centro, la mayor parte de las viviendas no presentaron daños significativos. Con lo que se aprecia la influencia del efecto de sitio debido a factores geológicos y de suelos en el comportamiento de las edificaciones.



Foto 1. Vivienda parcialmente demolida como consecuencia del sismo.

Puede haber influido también la antigüedad de las viviendas y el efecto de las modificaciones y de su deterioro por anteriores sismos.

Se observa que las construcciones de las partes bajas de la ciudad mantienen el diseño y construcción tradicional de muros con puertas pequeñas y sin ventanas o ventanas pequeñas



Foto 2. Vivienda de construcción tradicional ubicada en la parte baja de la ciudad de Lamas.

No obstante, lo mencionado, se ha encontrado en la zona central edificaciones antiguas que han presentado un buen comportamiento y otras que sufrieron daños menores, que sin embargo pueden haber quedado debilitadas en caso de futuros sismos, sino son reparadas.
Las fallas presentadas en los muros son principalmente fisuras en las esquinas y en la zona de apoyo de los elementos de techos, por los esfuerzos de tracción en los encuentros de los muros y la concentración de cargas al no contar con elementos de distribución de las cargas del techo sobre el muro.
Para reducir las fisuras se ha ensayado agregar arena o paja y el control de la humedad, datos que podría obtenerse de los ensayos señalados y con recomendaciones en el procedimiento de construcción.
Es conveniente señalar también que estas recomendaciones son para construcciones nuevas, siendo necesario dar recomendaciones para las construcciones existentes que son aún numerosas.
Otra observación importante es que, en edificaciones que han presentado buen comportamiento en la parte frontal, sufrieron graves daños y colapso en el fondo de los lotes, al parecer por haberse construido sobre relleno, debido a que existe una importante diferencia en el nivel del terreno.
Es conocido que lo mostrado es el comportamiento de los suelos en general, respecto a las variaciones de humedad-densidad, lo que puede contribuir a la selección de suelos y a la determinación de la humedad más adecuada para cada caso específico. En general, los suelos utilizados son arcillas arenosas que, según estudios anteriores, se encuentran dentro de un huso granulométrico más o menos amplio.

Conclusiones preliminares

1) La construcción con tapial puede tener un adecuado comportamiento sísmico si se tiene presente su ubicación en condiciones apropiadas, desde el punto de vista geológico y de suelo, para lo cual es de suma importancia que se realice una microzonificación sísmica de la ciudad y se cumplan las recomendaciones para la cimentación de las edificaciones.
2) Es conveniente señalar que debido a la gran variedad de suelos, en la realidad se tendría problemas prácticos de selección y control de suelos y de control de la construcción, pensando en la gran cantidad de pobladores que autoconstruyen.

3) Debe tenerse en cuenta las dimensiones de los muros y de las aberturas, de acuerdo a la experiencia tradicional y a los estudios existentes sobre el particular.
4) Así mismo, el procedimiento constructivo que garantice la unión de los elementos en las esquinas y encuentros de los muros y la aplicación de elementos de unión y reforzamiento.
5) Es conveniente el uso de las vigas soleras o de amarre, que permita una distribución de las cargas del techo sobre los muros y contribuya a evitar la separación de los muros en los encuentros.
6) La observación de este tipo de construcciones muestra que, los problemas más graves se relacionan con el debilitamiento que sufre la construcción por la presencia de fisuras de contracción y la pobre unión que se genera entre los bloques y la poca resistencia a la tracción y flexión de los muros. Es por ello que, muchos estudios se han concentrado en tratar de reducir las fisuras de contracción y en proveer elementos de unión entre los bloques de tapiales y los encuentros de muros.
7) A pedido de los autores, la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín está realizando el estudio de componentes de la tierra y, realizar Ensayos Proctor y Proctor modificado, que son pruebas estandarizadas de suelos, con la finalidad de encontrar la humedad adecuada para obtener la densidad máxima, correlacionada con la energía de apisonamiento.

Ensayo proctor para tapiales[3]

Estos ensayos tienen por finalidad determinar la relación humedad-densidad de un suelo compactado en un molde normalizado mediante un pisón de masa normalizada, en caída libre y con una energía específica de compactación. El ensayo consiste en compactar muestras de un mismo suelo, pero con distintas humedades y con la misma energía de compactación. Se registran las densidades secas y el contenido de humedad de cada molde para luego compararlas con la resistencia a la compresión de cada una de ellas.

Se han desarrollado dos pruebas para evaluar la máxima compactación de un suelo en el laboratorio: los ensayos de compactación con **esfuerzo normal** (Proctor normal - Norma NLT 107/72) y con **esfuerzo modificado** (Proctor Modificado - Norma NLT-108/72)[4].

Una vez establecido el nivel de energía (Proctor Normal o Proctor Modificado) y dependiendo de la composición granulométrica del suelo, se establece el método a realizar de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla:

Características		Método	
		Proctor normal	**Proctor modificado**
	Masa del pisón	2,5 Kgs. (5,5 Lb.)	4,5 Kgs. (10 Lb.)
	Altura de caída pisón	305 mm. (12”)	460 mm. (18”)
A	Material	Bajo 5 mm. (Nº 4)	Bajo 5 mm. (Nº 4)
	Molde	100 mm. (4”)	100 mm. (4”)
	No de capas	3	5
	No de golpes por capa	25	25
B	Material	Bajo 5 mm. (Nº 4)	Bajo 5 mm. (Nº 4)
	Molde	150 mm. (6”)	150 mm. (6”)
	No de capas	3	5
	No de golpes por capa	56	56
C	Material	Bajo 20 mm. (¾”)	Bajo 20 mm. (¾”)
	Molde	100 mm. (4”)	100 mm. (4”)
	No de capas	3	5
	No de golpes por capa	25	25
D	Material	Bajo 20 mm. (¾”)	Bajo 20 mm. (¾”)
	Molde	150 mm. (6”)	150 mm. (6”)
	No de capas	3	5
	No de golpes por capa	56	56

Procedimiento para la fabricación de las muestras:
Tamizar la muestra del suelo a analizar por el tamiz de 5 mm. (malla Nº 4 ASTM) para los métodos A y B y por el tamiz de 20 mm. (3/4" ASTM) para los métodos C y D[5]. El material retenido debe descartarse.

El tamaño de la muestra recomendada a ensayar para cada método, se indica en la siguiente tabla.

Diámetro del molde (mm)	Método	Masa mínima (gr)	Masa aproximada de cada fracción (gr)
100	A y C	15,000	3,000
150	B y D	30,000	6,000

La muestra debe acondicionarse mezclando cada una de las 5 fracciones por separado, con una cantidad de agua suficiente, de manera que cada una de ellas tenga una humedad diferente que varíe en aproximadamente dos puntos porcentuales entre sí y se distribuyan alrededor de la humedad óptima, dejando curar la muestra de modo de obtener una distribución homogénea de humedad, ya que para suelos de alta plasticidad, el plazo mínimo es de 24 horas, en cambio para suelos de plasticidad media bastará con 3 horas y en los suelos de plasticidad nula bastarán sólo 30 minutos de curado. Luego, el molde debe pesarse sin collarín (Mm), aproximando a 1 gr.

En suelos que contienen cantidades apreciables de partículas finas, la densidad relativa pierde sentido porque los valores de índices de huecos máximo y mínimo no tienen valores definidos.

En el sentido práctico, se ha observado que el valor máximo de la compacidad de un suelo, para una energía fija de compactación, depende del contenido de humedad presente en el suelo en el momento de la compactación.
Estabilización por compactación
Una acción mecánica aumenta la compacidad del material. La eficacia de este sistema de estabilización dependerá de la granulometría, del grado de compactación y del grado de humedad de la mezcla óptimo. La compactación se define como el proceso mecánico mediante el cual se disminuye la cantidad de huecos en una masa de suelo, obligando a sus partículas a un contacto más íntimo entre sí, es decir, a un aumento de la densidad de un material determinado para hacer más resistente al tapial.

Según CRA Terre "las altas presiones de compactación producen generalmente una caída de resistencia y durabilidad de los bloques. En la medida que la presión ejercida no sobrepase un máximo, cualquier material de estructura flocular es menos compresible que uno de estructura dispersa en igualdad de condiciones, con la compresión las partículas se acercan y en ambos casos la estructura tiende a ser dispersa con una compresibilidad semejante. Al descomprimirse el material crece, sobretodo si ha estado ejecutado a altas presiones. Por ello aconsejan limitar la presión a 40-60 daN/cm^2".

Concluida la compactación, se retira el collarín y se enrasa el molde con la regla metálica. Los agujeros superficiales que se produzcan como resultado de la remoción de las partículas gruesas, deben sellarse con el mismo tipo de material, pero más fino.

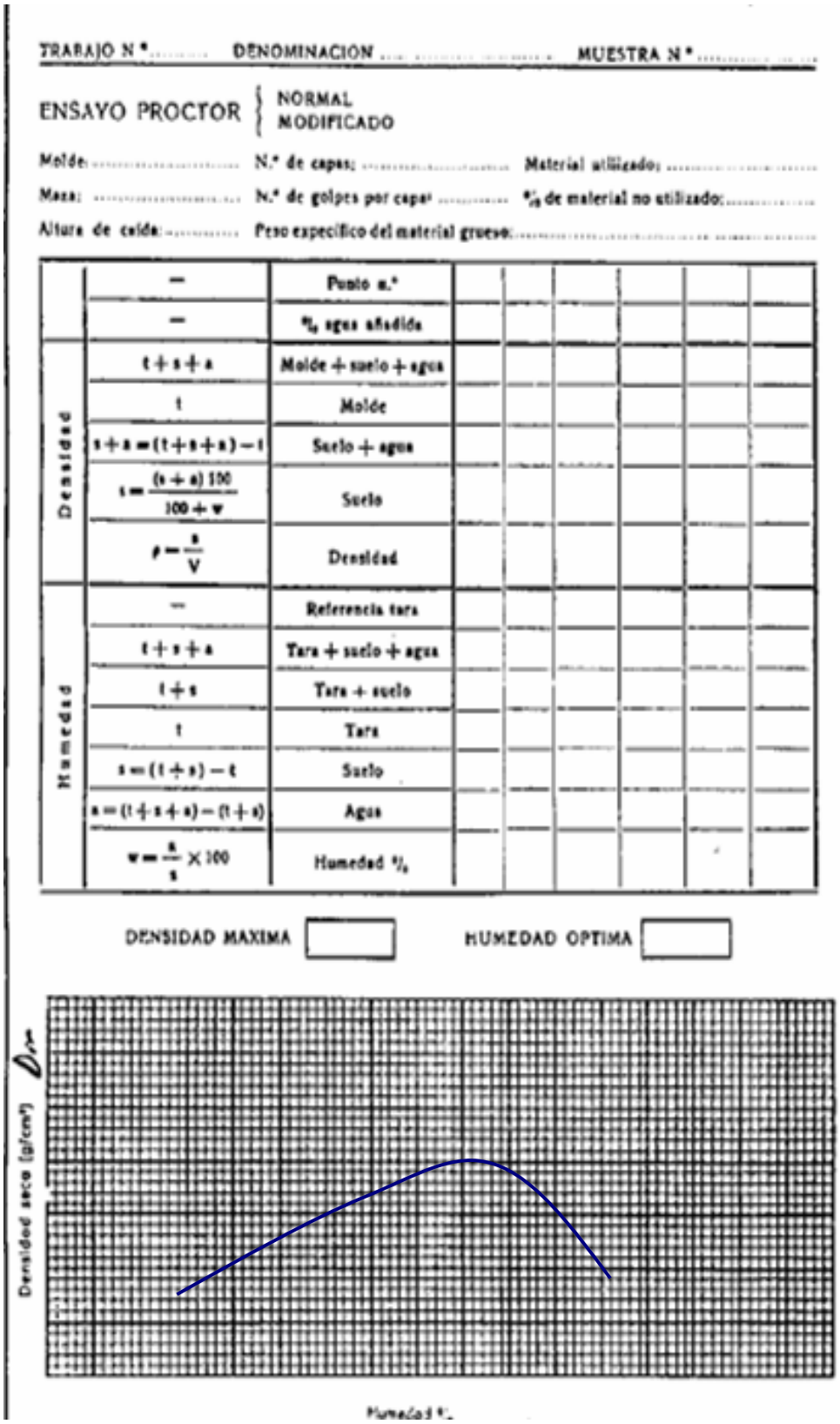
Proceso de análisis

A.- Procedimiento para determinar la relación entre humedad y densidad seca del material:
Una vez que se haya pesado el molde con el suelo compactado, se retira el total de la muestra del molde y se extraen 2 muestras representativas para determinar el contenido de humedad.

Se repiten las operaciones anteriores con cada una de las fracciones restantes hasta que haya un decrecimiento en la densidad húmeda del suelo, realizando un mínimo de cinco (5) determinaciones. El ensayo debe efectuarse desde la condición más seca a la más húmeda. Los resultados permitirán construir un gráfico con la densidad seca del suelo compactado (como ordenada) contra la humedad (como abscisa); donde el punto más alto o Neca de la curva representa la Densidad Máxima Compacta Seca (DMCS) y su proyección en la abscisa humedad óptima (wopt)

B.- Determinación de la mayor resistencia a compresión simple:
En base al comportamiento de la curva anterior, es decir, de los distintos valores de densidad y humedad obtenidos en el ensayo de Proctor Modificado (cuadro 2) es que se van a confeccionar tres o más probetas con diversos valores de humedad con la intención de estimar una curva aproximada de resistencia a compresión simple para distintas densidades (ver cuadro 1).

Después de 7 días de secado se realiza la rotura de las probetas. Los resultados obtenidos por cada muestra, luego aparecen en la curva de resistencia al esfuerzo de compresión simple, correspondiente a una densidad de material del orden de la máxima de Proctor establecida en el ensayo de densidad, para determinar su resistencia en kg/cm^2 y elaborar la curva típica de ensayo (ver).



TRABAJO N.° ..... DENOMINACION ..... MUESTRA N.° .....

ENSAYO PROCTOR { NORMAL / MODIFICADO

Molde: ..... N.° de capas: ..... Material utilizado: .....

Masa: ..... N.° de golpes por capa: ..... % de material no utilizado: .....

Altura de caída: ..... Peso específico del material grueso: .....

	—	Punto n.°						
	—	% agua añadida						
Densidad	t + s + a	Molde + suelo + agua						
	t	Molde						
	$s + a = (t + s + a) - t$	Suelo + agua						
	$s = \frac{(s + a)\,100}{100 + w}$	Suelo						
	$\rho = \frac{s}{V}$	Densidad						
Humedad	—	Referencia tara						
	t + s + a	Tara + suelo + agua						
	t + s	Tara + suelo						
	t	Tara						
	$s = (t + s) - t$	Suelo						
	$a = (t + s + a) - (t + s)$	Agua						
	$w = \frac{a}{s} \times 100$	Humedad %						

DENSIDAD MAXIMA ☐ HUMEDAD OPTIMA ☐

Cuadro 1.- Determinación de la densidad máxima

Conclusiones del ensayo proctor para tapiales

Los ensayos más importantes que se realizan en laboratorio, mediante el compactado de probetas a las que se añade agua, son el Proctor o Proctor Normal, (PN) o estándar y el Proctor Modificado, (PM). En ambos ensayos se toman porciones de la muestra del suelo mezclándose con distintas cantidades de agua, se compactan en un molde y se apisonan mediante una maza tomando las anotaciones correspondientes de la humedad y densidad seca. Estos pares humedad-densidad seca (la humedad en %) se llevan a una gráfica de abcisas y ordenadas (humedad en abcisas y densidad seca en ordenadas) dibujándose con ello una curva suave y obteniéndose el punto donde se produce el máximo (densidad seca máxima-humedad óptima).

Se comprueba que al ir aumentando la humedad y compactando, la densidad seca va aumentando hasta llegar a un punto de máximo para el par densidad seca máxima-humedad óptima, a partir de este punto un aumento de humedad no supone mayor densidad seca sino al contrario una disminución de ésta.

Con los ensayos se pretende determinar los parámetros óptimos de la compactación que asegurarán las propiedades de resistencia del tapial buscadas. Esto se traduce en determinar cual es la humedad que se requiere con una energía de compactación dada para conseguir la densidad seca máxima y, consecuentemente, mayor resistencia a la compresión que pueda tener un tapial con el suelo analizado. A esta humedad se la define como **humedad óptima**, y es con la que se consigue la máxima densidad seca, para la energía de compactación dada. Igualmente se define como **densidad seca máxima** aquella que se obtiene para la humedad óptima.



Foto 3. Vivienda de dos pisos cuyo techo original fue cambiado antes del sismo edificado hace más de 30 años y, ubicado en una ladera de Lamas. Nótese que el estado de conservación post sismo es bastante bueno.

DISTRIBUCION ESPACIAL DE VIVIENDAS AFECTADAS POST DESASTRE
Distrito de Lamas. Provincia de Lamas. Región San Martín. Setiembre 2005



(Fuente: Dirección Regional de Defensa Civil)

Citas y notas

[1] Los archivos de datos de los acelerogramas obtenidos y sus correspondientes espectros de Fourier y de respuesta, se encuentran disponibles en la página web del CISMID http://cismid-uni.org.

[2] Los autores hemos contado con el apoyo de los alumnos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín bajo la asesoría del Arq. Pablo Oswaldo Blaz M., quienes han realizado los planos de levantamiento de una veintena de edificaciones en la ciudad de Lamas.

[3] El estudio "**Ensayo proctor para tapiales**" es una colaboración de Jorge Luis De Olarte del Centro de Estudios para la Edificación con Tierra y el Desarrollo Sostenible (CEETyDeS) y, miembro del Comité Técnico de la NTE E.080 ADOBE

[4] Normas Proctor:
- Las distintas normativas que definen estos ensayos son las normas americanas ASTM D-698 para el ensayo Proctor estándar y la ASTM D-1557 para el ensayo Proctor modificado.
- En España existen las normas UNE 103-500-94 que define el ensayo de compactación Proctor Normal y la UNE 103-501-94 que define el ensayo Proctor Modificado.
- Norma Chilena: Proctor normal NCh 1534/I Of. 1979 y del ensayo Proctor modificado NCh 1534/II Of. 1979
- Otras Normas: AASHTO T99; NLT-108

[5] En el método D es conveniente mantener el porcentaje de material grueso del material original (que pasa por el tamiz de 50 mm. y queda retenido en 5 mm.), para esto se debe efectuar un reemplazo, donde se determina por tamizado el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 50 mm. y queda retenido en el tamiz de 20 mm. Luego, se reemplaza el material por una masa igual que pasa por el tamiz de 20 mm. y queda retenido en el tamiz de 5 mm., tomada de la porción de muestra no utilizada de suelo original.

Luis Enrique Flores Bravo

Profesional de ejercicio independiente.
Miembro del Colegio de Arquitectos del Perú.
Miembro del Comité Técnico Especializado para la actualización de la Norma para la construcción con tierra cruda (NTE E.080 ADOBE).
Miembro de ICOMOS Perú.
Inspector de Seguridad en Detalle del Instituto Nacional de Defensa Civil.
Domicilio: Jr. Sucre Nº 580 Block 4 Dpto. 3-A / Lima 32 Teléfono 511-2634952
Email: lema_flores@yahoo.es, lema.flores@gmail.com

Isabel Moromi Nakata

Docente principal y Jefa del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Univers. Nacional de Ingeniería.
Miembro del Comité Técnico Especializado para la actualización de la Norma para la construcción con tierra cruda (NTE E.080 ADOBE).
Consultora privada en Viviendas y Sistemas constructivos
Domicilio: Jr. Río Tambo Nº 341 / Lima 21 Tel 511-4602717
Email: imoromi@yahoo.com

4.11

EVALUACIÓN DEL CONFORT HIGROTÉRMICO EN UNA VIVIENDA RURAL DE ADOBE APLICANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN

Héctor R. Girini, Raúl F. Navas, Ricardo R. Romarión*
Institución: Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional (C.I.R.CO.T). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan
Dirección: Av. Libertador Gral. San Martín 1109, Capital. CP. 5400, San Juan

Palabras clave: vivienda-confort-energía

Resumen
Se trata de determinar el comportamiento en lo que a temperatura y humedad se refiere de ambientes de una vivienda de adobe y compararla con la misma vivienda pero de materiales tradicionales
Para esto usamos un software desarrollado por el equipo de investigación denominado SITE 12 que simula el comportamiento higrotérmico de ambientes para diferentes intervalos de tiempo.
En este caso en que se pretende comparar el comportamiento en forma general se aplica para todo un año de diseño.
El programa permite determinar diferentes variables de comparación, y también las que consideramos de mayor utilidad práctica como son los consumos anuales de calefacción y refrigeración.
Para su aplicación se necesitan dar los correspondientes datos de las viviendas, a saber:
En primer término datos geométricos de ambientes y datos físicos de los diferentes componentes del edificio.
Para esto el programa dispone de facilidades como tablas de datos de conductividades térmicas de acuerdo a Normas IRAM, etc.
Por último se deben introducir los datos climáticos de diseño del lugar de emplazamiento de la vivienda. Se usan datos estadísticos obtenidos de la estación meteorológica que el INTA posee en la Provincia de San Juan.

Desarrollo
A efectos de lograr los objetivos propuestos se ensayan tres variantes de una misma vivienda, según características de los materiales de construcción:

- **Adobe**
  Vivienda con muros de adobe de cabeza con techo de caña y barro de 10 cm

- **Tradicional**
  Muros de ladrillón de soga con techo de Losa de HA y aislación de mortero de pomeca 10cm

- **Adobe mejorada**
  Muros ídem a la de adobe pero con techo de caña aislado con mortero de pomeca de 10 cm

Las demás variables se han mantenido idénticas.
Se ha elegido la pomeca como agregado aislante por ser uno de los materiales mas usados actualmente en la zona
Con los datos físicos, se obtiene en primer término los correspondientes valores de la transmitancia de los diversos elementos de cierre

A continuación se dan algunos valores determinados de la transmitancia K, según IRAM:

Determinación de la Transmitancia Térmica Muro ext 1 (Gal Chica)

NORMA IRAM 11601	**CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA**		
PROYECTO	ADOBE 1		
ELEMENTO	Muro ext 1 (Gal Chica)		
EPOCA DEL AÑO	Invierno	FLUJO DE CALOR	Horizontal
ZONA BIOAMBIENTAL	IIIA		

Capa del elemento constructivo	e	λ	R	ρ	M	c
	mm	W/m K	m2 K/W	Kg/m3	kg/m2	W*h/kg*K°
Resistencia superficial exterior			0,04			
Morteros de revoques y juntas (int.)	25,00	0,93	0,026882	1900,00	47,5	651,6
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Morteros de revoques y juntas (int.)	25,00	0,93	0,03	1900,00	47,5	651,6
Resistencia superficial interior			0,13			
TOTAL	450		1,824		735,00	

Transmitancia térmica del componente [W/m2 K]	0,548

Tab. 1 Transmitancia Térmica del muro de adobe al exterior

Determinación de la Transmitancia Térmica Muro interno

NORMA IRAM 11601	**CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA**		
PROYECTO	ADOBE 1		
ELEMENTO	Muro interno		
EPOCA DEL AÑO	Invierno	FLUJO DE CALOR	Horizontal
ZONA BIOAMBIENTAL	IIIA		

Capa del elemento constructivo	e	λ	R	ρ	M	c
	mm	W/m K	m2 K/W	Kg/m3	kg/m2	W*h/kg*K°
Resistencia superficial exterior			0,13			
Morteros de revoques y juntas (int.)	25,00	0,93	0,026882	1900,00	47,5	651,6
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Mamposteria de adobe	50,00	0,25	0,20	1600,00	80	828
Morteros de revoques y juntas (int.)	25,00	0,93	0,03	1900,00	47,5	651,6
Resistencia superficial interior			0,13			
TOTAL	450		1,914		735,00	

Transmitancia térmica del componente [W/m2 K]	0,523

Tab.2 Transmitancia térmica de los muros internos de adobe

Determinación de la Transmitancia Térmica Ventanas Dormitorios

NORMA IRAM 11601	**CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA**		
PROYECTO	ADOBE 1		
ELEMENTO	Ventanas Dormitorios		
EPOCA DEL AÑO	Invierno	FLUJO DE CALOR	Horizontal
ZONA BIOAMBIENTAL	IIIA		

Capa del elemento constructivo	e	λ	R	ρ	M	c
	mm	W/m K	m2 K/W	Kg/m3	kg/m2	W*h/kg*Kº
Resistencia superficial exterior			0,04			
Vidrio comun ventanas	4,00	0,58	0,006897	2400,00	9,6	770,4
Resistencia superficial interior			0,13			
TOTAL	4		0,177		9,60	

Transmitancia térmica del componente [W/m2 K]	5,653

Tab. 3. Transmitancia Térmica de la ventana

Determinación de la Transmitancia Térmica

NORMA IRAM 11601	**CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA**		
PROYECTO	ADOBE 1		
ELEMENTO	Losa Caña y Barro		
EPOCA DEL AÑO	Invierno	FLUJO DE CALOR	Ascendente
ZONA BIOAMBIENTAL	IIIA		

Capa del elemento constructivo	e	λ	R	ρ	M	c
	mm	W/m K	m2 K/W	Kg/m3	kg/m2	W*h/kg*Kº
Resistencia superficial exterior			0,04			
Fieltro asfaltico	5,00	0,17	0,029412	1150,00	5,75	0
Morteros de revoques y juntas (int.)	25,00	0,93	0,03	1900,00	47,5	651,6
Arcilla	20,00	0,37	0,05	1200,00	24	0
Arcilla	20,00	0,37	0,05	1200,00	24	0
Arcilla	20,00	0,37	0,05	1200,00	24	0
Arcilla	20,00	0,37	0,05	1200,00	24	0
Arcilla	20,00	0,37	0,05	1200,00	24	0
Madera de álamo criollo	3,00	0,15	0,02	420,00	1,26	0
Camara aire estanca vertical, e=25 r	40,00	0,16	0,25	1,20	0,04818775	1002,84046
Madera de álamo criollo	3,00	0,15	0,02	420,00	1,26	0
Resistencia superficial interior			0,10			
TOTAL	176		0,752		175,82	

Transmitancia térmica del componente [W/m2 K]	1,330

Tab. 4 Transmitancia térmica del techo de caña y barro

Ejemplos de planilla de característica física de los materiales de construcción usada por el programa y de acuerdo a normas IRAM

Clasificación	Material	nº	Conductividad Termica λ [w/m*ºK]	Calor Especifico c [W*h] /[kg*Kº]	densidad ρ kg/m3	Indice de refraccion n (p/luz) -	Coeficiente de extincion k (p/luz) [1/m]
MORTEROS	Mortero de cemento y arena 1:3	41	1,130	0,181	2000		
	Mortero de cemento y arena 1:4	42	1,100	0,181	2000		
	Mortero con perlita	43	0,190		600		
	Mortero de yeso y arena	44	0,650		1500		
	Mortero de cal y yeso	45	0,700		1400		
	Enlucido de yeso	46	0,490	0,30242619	1000		
	Revoque	47	1,160	0,181	2000		
	Morteros de revoques y juntas (ext.)	48	1,160	0,181	2000		
	Morteros de revoques y juntas (int.)	49	0,930	0,181	1900		
	Mortero de piedra pomez	50	0,250	0,181	750		
	Mortero de pomeca	51	0,150	0,181	500		
		52					
		53					
		54					
		55					
		56					
		57					
		58					
		59					
		60					
Clasificación	Material	nº	Conductividad Termica λ [w/m*ºK]	Calor Especifico c [W*h] /[kg*Kº]	densidad ρ kg/m3	Indice de refraccion n (p/luz) -	Coeficiente de extincion k (p/luz) [1/m]

Tab. 5 Características físicas de algunos materiales de construcción

A continuación se introducen los datos climáticos del lugar, y que a modo de ejemplo se adjuntan gráficos de temperatura y humedad de diseño para el mes de enero.
Las energías se calculan para mantener una temperatura interior constante de 21 ºC y 50% de humedad relativa.

Datos climáticos

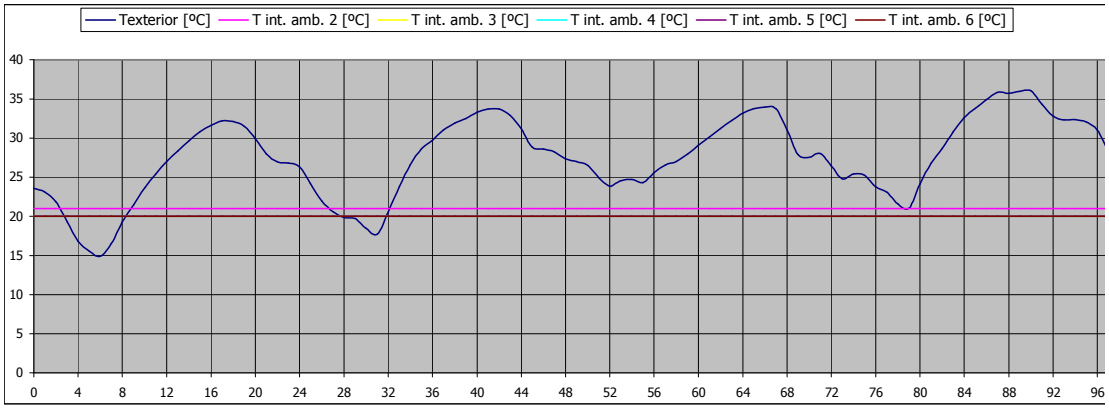


Fig. 1 Temperatura seca del aire exterior (ºC), inicio mes de enero.

Aclaración: El mantenimiento de 21 ºC y 50% de HR, constantes a lo largo del año en el ambiente interior de la vivienda, produce como resultados un mayor consumo que el mantenimiento en una franja de confort de temperatura y humedad relativa.

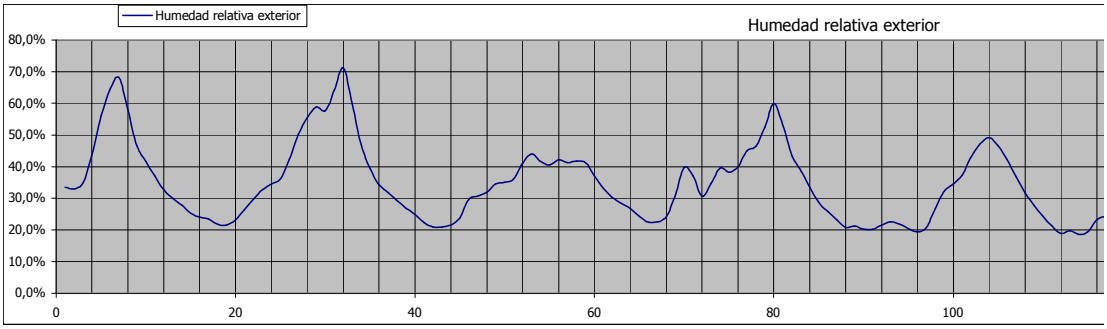


Fig. 2 Humedad relativa del aire exterior (%), inicio mes de enero

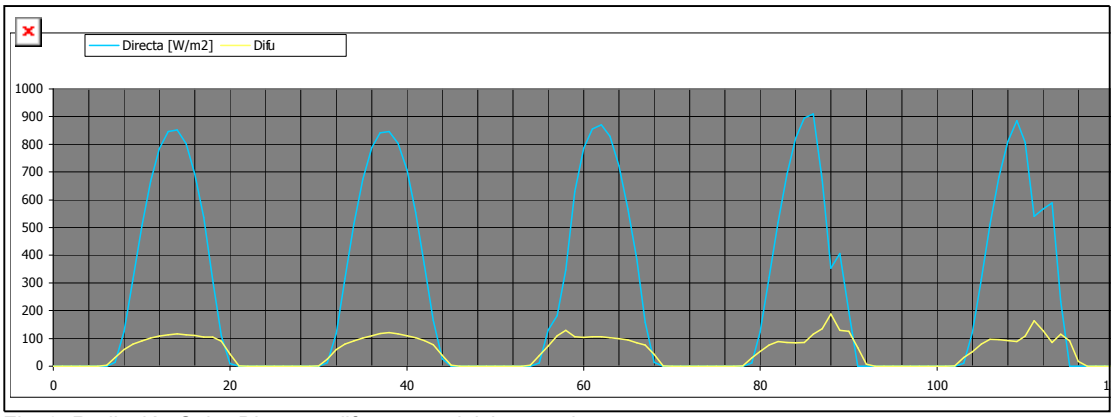


Fig. 3 Radiación Solar Directa y difusa, para inicio mes de enero.

Se obtienen mes a mes los resultados, especialmente los valores de energías transmitidas al aire interior por los diferentes flujos térmicos

Resultados

Mes		enero	febrero	marzo
fecha inicial		1-1-04 0:00	1-2-04 0:00	1-3-04 0:00
fecha final		1-2-04 0:00	1-3-04 0:00	1-4-04 0:00
Duracion del intervalo	dias	31	29	31
Temperatura exterior media del intervalo	ºC	28,21	26,89	24,52
Temperatura interior media del intervalo	ºC	20,98	20,97	21,04
Diferencia de temperaturas (Te - Ti) media del intervalo	ºC	7,23	5,93	3,49
Humedad relativa exterior media del intervalo	%	40,53%	42,34%	61,05%
Humedad relativa interior media del intervalo	%	55,79%	55,46%	69,52%
Humedad absoluta exterior media del intervalo	g/m3	11,11	10,42	13,65
Humedad absoluta interior media del intervalo	g/m3	10,36	10,29	12,94
Velocidad del viento media en la estacion	km/h	6,68	4,10	6,05
Velocidad del viento media en el proyecto	km/h	4,77	2,93	4,32
Numero de renovaciones horarias media	ren/hora	0,11	0,07	0,10
Irradiacion para el intervalo sobre 1m2 de sup. Horizontal	joule/m2	846196263	709537806	619975947
Energia transmitida al aire interior por infiltraciones	joule	308610958	146664422	152430024
Energia transmitida al aire interior por conduccion	joule	5238044879	3969625287	2359473660
Energia transmitida al aire interior por radiacion	joule	1635734530	1364767301	1216752834
Energia transmitida al aire interior por calefaccion	joule	0	20369135	223667284
Energia transmitida al aire interior por refrigeracion	joule	-7214484534	-5519810775	-3957711745
Energia transmitida al aire interior por aportes internos	joule	0	0	0
Energia neta transmitida al aire interior	joule	-32094167	-18384630	-5387943

Tab. 6 Resultados mensuales, para la vivienda de adobe, caso 1.

abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
1-4-04 0:00	1-5-04 0:00	1-6-04 0:00	1-7-04 0:00	1-8-04 0:00	1-9-04 0:00	1-10-04 0:00	1-11-04 0:00	1-12-04 0:00
1-5-04 0:00	1-6-04 0:00	1-7-04 0:00	1-8-04 0:00	1-9-04 0:00	1-10-04 0:00	1-11-04 0:00	1-12-04 0:00	1-1-05 0:00
30	31	30	31	31	30	31	30	31
19,34	13,10	9,69	5,43	9,85	10,09	17,66	25,06	29,59
21,27	21,06	21,10	21,02	21,02	21,06	21,27	20,99	21,00
-1,93	-7,96	-11,41	-15,60	-11,17	-10,97	-3,61	4,07	8,59
67,22%	76,79%	74,54%	72,11%	59,48%	63,61%	49,60%	43,11%	68,33%
56,32%	47,39%	35,28%	33,33%	32,76%	31,52%	36,24%	45,58%	86,03%
11,22	8,63	6,20	4,81	5,25	5,68	6,90	10,07	20,87
10,64	8,84	6,58	6,20	6,09	5,88	6,84	8,47	15,99
5,40	5,12	9,02	3,59	2,27	4,12	4,84	6,73	4,23
3,86	3,66	6,45	2,56	1,62	2,94	3,46	4,81	3,02
0,09	0,08	0,15	0,06	0,04	0,07	0,08	0,11	0,07
416322582	221045611	212531394	348790748	450094315	466957967	664735827	845683788	922438516
1878351	-144436260	-281023235	-173117559	-90254511	-221028109	-47127387	142442195	237298683
-1771408449	-6447396337	-8810005113	-12294472431	-8889239171	-8461724252	-3113072050	2722953338	6276693814
981544658	765845656	1000069260	748725815	1049627279	1034942844	1134326672	1703419332	1971030191
1241447514	5844663134	8120269379	11737745162	7935477116	7654525333	2697090976	236912514	0
-450762338	0	0	0	0	0	-672763078	-4844163861	-8629551298
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2699735	18676193	29310290	18880986	5610713	6715816	-1544866	-38436483	-144528610

Tab. 7 Continuación de resultados mensuales para la vivienda de adobe, caso 1.

A continuación, el gráfico de energías totales anuales transmitidas al aire interior en el caso de la vivienda de adobe, caso 1

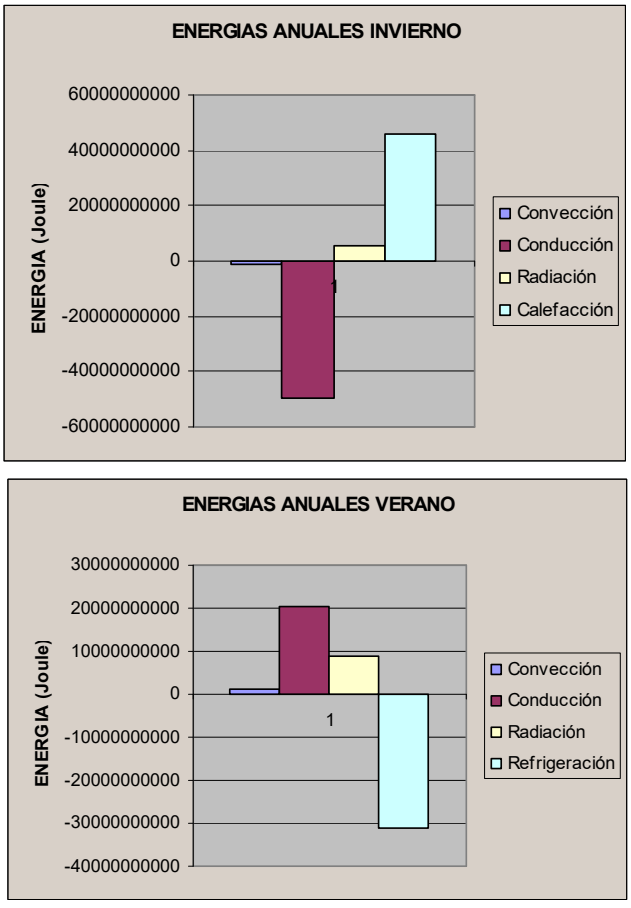


Fig. 4 Energías anuales transmitidas al aire interior de la vivienda de adobe, caso 1

Factibilidad económica

Por último, el análisis económico de las tres alternativas

FACTIBILIDAD ECONOMICA DE MEJORAS EN EL PROYECTO **ADOBE 1**

BENEFICIOS ANUALES

INVIERNO				VERANO						
Convección Kwh	Conducción Kwh	Radiación Kwh	Totales Kwh	Convección Kwh	Conducción Kwh	Radiación Kwh	Totales Kwh	Total Anual Kwh	CU $/Kwh	CONSUMO ANUAL $/Año
-265,83	-13829,82	1550,21	**-12545,44**	274,81	5713,00	2507,23	**8495,05**	**21040,49**	0,172	3614,24

FACTIBILIDAD ECONOMICA DE MEJORAS EN EL PROYECTO **TRADICIONAL**

BENEFICIOS ANUALES

INVIERNO				VERANO						
Convección Kwh	Conducción Kwh	Radiación Kwh	Totales Kwh	Convección Kwh	Conducción Kwh	Radiación Kwh	Totales Kwh	Total Anual Kwh	CU $/Kwh	CONSUMO ANUAL $/Año
-261,39	-17840,47	1720,52	**-16381,34**	275,88	7620,18	2693,34	**10589,40**	**26970,74**	0,172	4632,91

FACTIBILIDAD ECONOMICA DE MEJORAS EN EL PROYECTO **ADOBE Techo Mortero**

BENEFICIOS ANUALES

INVIERNO				VERANO						
Convección Kwh	Conducción Kwh	Radiación Kwh	Totales Kwh	Convección Kwh	Conducción Kwh	Radiación Kwh	Totales Kwh	Total Anual Kwh	CU $/Kwh	CONSUMO ANUAL $/Año
-263,44	-11150,28	1320,36	**-10093,36**	275,70	4479,45	1953,45	**6708,60**	**16801,96**	0,172	2886,16

Conclusiones

De la comparación de resultados de las tres viviendas ensayadas, se obtiene

VIVIENDA	ENER INV	ENER VER	ENER TOT	COMPARACIÓN	Observaciones
ADOBE	12545,44	8495,05	21040,49	1	Techo caña y B
TRADICIONAL	16381,34	10589,40	26970.74	1.282	Techo Losa HA
ADOBE M	10093.36	6708,60	16801,96	0.798	Techo caña y A

Lo que significa que la vivienda tradicional, con muros de ladrillón de 20 cm de espesor y losa de HA con aislación típica, consume anualmente un 28,2 % mas de energía que la vivienda de adobe con techo de caña y barro.
Mientras que la misma vivienda de adobe pero mejorada en su techo, con aislación de morteros de materiales aislantes especiales como pomeca en lugar de barro, consume un 20,2 % menos

Como era de esperar dadas las características de las diferencias entre las viviendas, el flujo de calor que mas influye es el de conducción, seguido por el de radiación solar, mientras que el de infiltración permanece constante ya que no se tocaron las aberturas ni los datos climáticos.

Bibliobrafia

*Duffie J.A y Beckmam W.A.. *Solar Engineering of Thermal Processes*, 2° edición, capítulos 1-5. Año, 1980
*Hütte. *Manual del Ingenier*o, 3° edición española, Cap. III Termología. Año, 1965
*Girini Héctor R.- *.Ingeniería Bioclimática. Aplicación al Diseño y Construcción de Edificios.* EFU. UNSJ . Argentina, 2005.
*Paparelli, Kurban, Cunsulo, De Rosa, Lelio y Solanes. *Arquitectura y Clima en zonas Áridas.* EFU U.N.S.J. Argentina, 1991.
*Roy J.Dossat. *Principios de Refrigeración*, 5º edición, Procesos Termodinámicos, pp 51-83. (1970)
*IRAM-Instituto Argentino de Normalización. Normas: IRAM 11604 (2001), IRAM 11601 (1996)

Héctor Raúl Girini

Ingeniero Civil - Facultad de Ingenieria, Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales - Universidad Nacional De Cuyo - 1971
Especialización “CONVERSION TERMICA Y ELECTRICA DE LA ENERGIA SOLAR” - IEE - UNSJ.-1995
“HIGIENE Y SEGURIDAD”. FI- UNSJ - 2000
INVESTIGADOR del IMA y CIRCOT desde 1983. Programa ''APLICACION DE LA ENERGIA SOLAR EN LA INDUSTRIA Y EN LA ARQUITECTURA REGIONALES''
Profesor Titular de "INSTALACIONES EN EDIFICIOS", de "INGENIERIA BIOCLIMATICA" y "CONSTRUCCIONES DE EDIFICIOS I E INSTALACIONES DE OBRAS CIVILES"- FI - UNSJ
Director general de OBRAS SANITARIAS DE LA PROVINCIA - San Juan.
Asesor de la sSecretaria deEstado de Servicios Publicos de la Provincia - San Juan.
Libros: “Simulacion del Comportamiento Higrotermico de viviendas”- EFU .
“ Ingenieria Bioclimatica” – EFU . ISBN 950605-318-9
Patentes: Programa de cálculo: Site 1 y Site 12 - Simulación higrotérmica de ambientes
“Dirección Nac. Derecho De Autor” Exte 208107

Equipo de trabajo:
Los profesionales Mag. Ing. Raúl Navas y Mag. Ing. Ricardo Romarión son profesores e investigadores de la Universidad Nacional de San Juan desde hace más de 15 años.
Cuentan con presentaciones en el ámbito nacional e internacional sobre temáticas de diseño y construcción de viviendas, considerando diferentes aspectos tales como construcción y mantenimiento en viviendas de adobe, políticas de vivienda, evaluación del impacto urbano-ambiental, asimismo numerosos trabajos de extensión consistentes en transferencias directas de asistencia a la comunidad.

4.12

VIVIENDA DE TIERRA DE LA CIÉNEGA DE ZACAPU MICHOACÁN, MÉXICO

Héctor Javier González Licón
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Blvd.. Primaveras 661 Prados Verdes Z.P. 58110, Morelia, Michoacán, México
TEL.: (443) 316 5067- Celular (443 3252942)
e-mail: hglicon@umich.mx; hglicon@hotmailcom

Palabras clave: cultura purhépecha, desempeño bioclimático, adecuación al medio ambiente.

Resumen
La cultura purhépecha, al igual que otros pueblos indígenas del país, presenta particularidades dentro de su vivienda, de ahí nazca el interés por conocer las características en cuanto a construcción, materiales y partido arquitectónico se refiere, así como el grado en el que este tipo de vivienda se ha adecuado a su entorno bioclimático.
El objetivo de este estudio es analizar de manera sistemática la arquitectura tradicional de la Cíenega de Zacapu, en el Estado de Michoacán, México, para conocer su desempeño bioclimático.
Para lograr lo anterior, y para realizar las mediciones de temperaturas y humedad relativa, se procedió a escoger una vivienda en la población de Tiríndaro que reuniera las características tradicionales de la zona de acuerdo al esquema considerado como unidad básica, es decir aquel que conserva la distribución espacial de: cuarto, pórtico, tapanco; y que por sus materiales responda al esquema de la vivienda tradicional: cimientos de piedra, muros de adobe y cubierta de teja de barro.
En la parte cuantitativa del análisis se presentan los datos del monitoreo del comportamiento térmico de la vivienda, así como los resultados y conclusiones de esta evaluación.
Cuando hablamos de la vivienda tradicional se hace referencia a la vivienda vernácula, a las formas de construcción que pueden encontrarse en la zona rural producto de una cultura que responde al entorno que le rodea con propuestas particulares que se adecuan a su medio ambiente; por lo general nos referimos a lo típico de una región o país. Algunas de las características principales de la arquitectura vernácula son: su adecuación al medio físico donde se enclava, las características de los espacios que se conforman y el empleo de materiales autóctonos que conjuntamente con los aspectos socioculturales, las tecnologías y la construcción se convierten en factores modificantes de la arquitectura[1].
De manera general se acepta que la arquitectura tradicional o vernácula es el mejor esquema de vivienda para el clima de la región Purhépecha, y dentro de los argumentos para afirmar lo anterior se maneja la altura de las casa, el pórtico - que es un elemento distintivo de la vivienda de la región-, el tapanco, para otros es el patio el cual propicia un microclima.
Otros consideran los materiales utilizados como el adobe y la teja, sin embargo no existen estudios en la zona que comprueben si efectivamente se debe a estas características o son otras variables o aspectos específicos de estas viviendas los que aportan una adecuación al medio ambiente. La otra posibilidad es que la vivienda vernácula tenga el mismo comportamiento o un comportamiento similar a otra vivienda construida con materiales industrializados como el tabique o block de concreto.

Antecedentes

Para el caso de estudio se consideró la población de Tiríndaro que pertenece al municipio de Zacapu, en la zona denominada Cienega de Zacapu, la cual se localiza 20°00'36" - 19°52'12" latitud N, y 101°48'00" - 101°36'36" longitud oeste.Dentro de sus recursos hídricos cuenta con : Lago de Zacapu, Manatial Bellas Fuentes y el Río Angulo (efluente del Lago de Zacapu).

1

Actualmente el lago de Zacapu es un reducto de la Ciénega de gran extensión que fue drenada para la agricultura a tal grado que el cuerpo de agua ha quedado embebido en la mancha urbana de Zacapu[2].

Tiríndaro. La población de Tiríndaro pertenece al municipio de Zacapu, se encuentra ubicado, en las coordenadas 19°46'14´´ latitud norte y 101°44'37´´ longitud oeste, y su altitud es de es de 1,990 msnm.

Es una pequeña población enclavada en la antigua Cíenega de Zacapu, en terreno plano, la traza urbana es una retícula, con manzanas cuadradas y rectangulares tendientes a la regularidad y calles que se cortan ortogonalmente.

Clima. Según la clasificación climática de Köppen modificada por E. García, el clima de la Ciénega de Zacapu es CW (templado con lluvias en verano) y del tipo Ganges, g, es decir, la temperatura más alta se presenta antes del solsticio de verano, casi siempre en el mes de mayo, y la temperatura media anual oscila entre los 12 y 20 °C. Por su parte; la precipitación pluvial total anual se establece entre los 800 y 1 200 mm3.[3]

La temperatura máxima promedio mensual tiene lugar en el mes de mayo y es de 28.61 °C, y la mínima en el mes de enero con 2.81 °C. Los meses con menor precipitación pluvial son marzo con 2.98 mm3, el mes más lluvioso es julio con 221.1mm.

Tipología de la vivienda de la Ciénega. La arquitectura de la zona conserva reminiscencias del esquema y tradición indígena, la cual se manifiesta en el programa arquitectónico, una unidad se componía de espacios mínimos privados y espacios para almacenar los granos. Esta plurifuncionalidad es la que caracterizaba a las construcciones de los indígenas en general, en que un solo espacio puede ser aprovechado para diversas funciones**.** (Figura 1)



(Fig.1) La arquitectura por lo tanto consistía en módulos aislados de construcciones de un solo nivel y con un mínimo de unidades habitacionales, con un mayor predominio de espacios abiertos para las actividades propias de las poblaciones rurales.

En la Ciénega el sistema de edificaciones que se distingue está compuesto de volúmenes rectangulares, cubiertos con techos de vertientes inclinadas, cuyos paramentos delimitan el sistema de calles y espacios abiertos públicos, predominando el macizo sobre el vano. Aún se observa que la tipología constructiva presenta una gran uniformidad por conservar los materiales, volumetría y sistemas distributivos de las edificaciones dentro de los lotes o solares, sin embargo alteraciones en la volumetría del conjunto motivadas por los cambios de los techos inclinados por lozas planas son cada vez más frecuentes.[4]

Los espacios libres privados se encuentran en los interiores de los lotes en forma de patios y huertos, percibiendo que las frecuentes subdivisiones de estos espacios interiores han alterado considerablemente la morfología del tejido urbano.

La vivienda tradicional. La comunidad Purhépecha siempre ha procurado satisfacer sus requerimientos de vivienda con el mayor apego a sus tradiciones ancestrales, acorde al medio ambiente y a sus recursos naturales.

En los pueblos de la región purhépecha con una urbanización incipiente encontramos casas con espacios bien definidos en las que con frecuencia se distribuyen las habitaciones alrededor de un patio (Figura 2) sin abandonar la costumbre de la cocina de humo, no obstante, con el rápido desarrollo de las vías de comunicación esta región se dinamizó y entro en un proceso de transformación que pone a la vivienda y sus usuarios en la

contradicción de modernidad frente a tradición. La vivienda de la zona tiende hacia una modernidad práctica mientras sus usufructuarios continúan su tradicional forma agraria de vivir, acosados por la influencia mercantilista.
Respecto al sistema constructivo de la vivienda tradicional, ésta se construye con cimientos de piedra y muros de adobe y se cubre con estructuras de madera con cubiertas de teja de barro (ya es frecuente el uso de lámina de cartón metálica o de asbesto cemento), los pisos son de tierra o firmes de concreto. Dentro de las construcciones adicionales, se encuentran las destinadas a complementar las labores tanto del campo como de la casa. Estas se ubican en el exterior, alrededor del patio (que es evidente en todos los casos analizados) y en el cual se realizan actividades secundarias como las de lavado, mantenimiento de herramientas para labores de cultivo y el emplazamiento en algunos casos de la cocina de humo, el tejaban para el guardado de herramientas o para el trabajo artesanal, además del pequeño huerto y la fosa séptica.

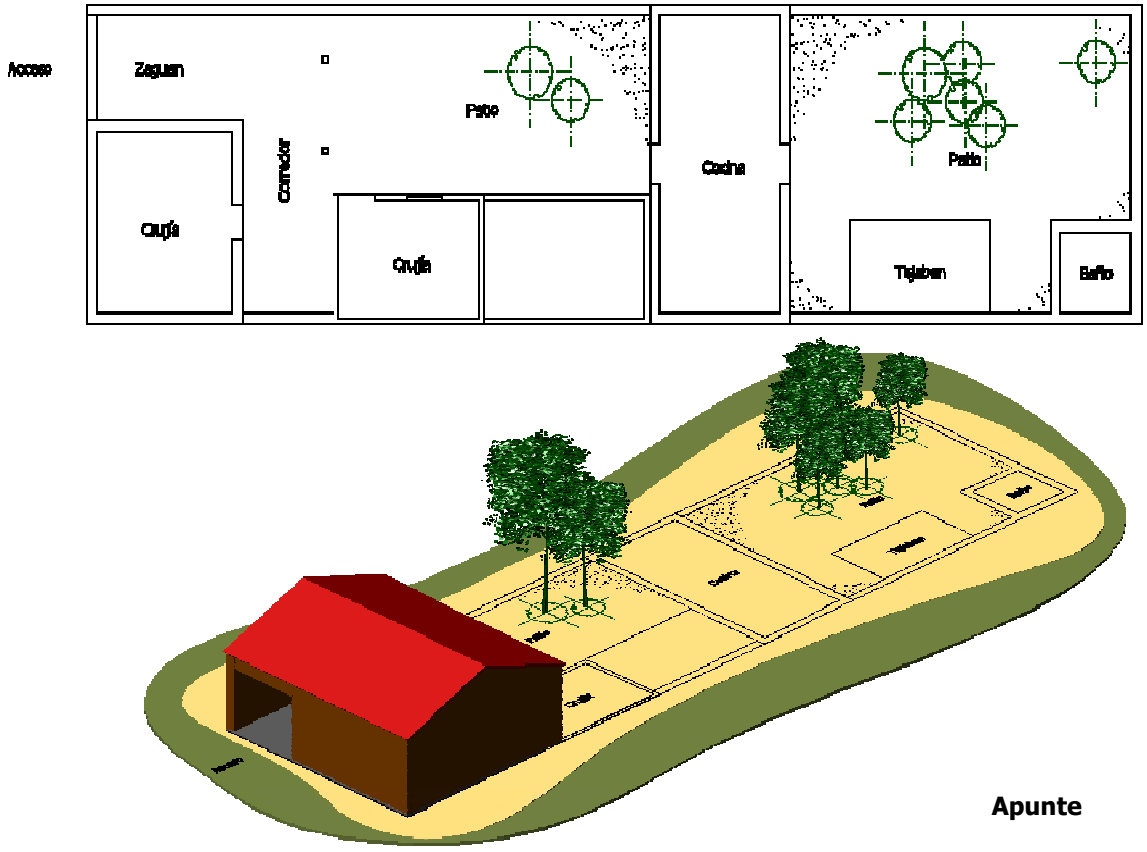


Fig 2 Esquema de distribución de espacios y apunte de la crujía monitoreada

La vivienda tradicional presenta de manera recurrente los siguientes espacios que se han ido adaptando con el transcurso del tiempo.
El zaguán, que es el espacio de transición entre el exterior y el interior, el cual se conecta directamente con el pórtico o el patio.
La crujía que sirve como dormitorio, es un espacio cerrado generalmente sin ventanas y que comunica con el pórtico.
El pórtico o corredor siempre asociado a la crujía siendo el espacio de transición entre la unidad básica, el patio o el zaguán.
El patio como elemento del dintorno que funciona como distribuidor de la vivienda.

Dentro de las características de la vivienda de la Ciénega podemos destacar:

A. Ubicación de la unidad doméstica.
Paralela o perpendicular al paramento de la calle
B. Acceso
Por medio de un zaguán perpendicular al paramento y directo al portal o directa al patio.
C. Patio
Cerrado
D. Delimitación del predio.
Por medio de barda de adobe.
E: Materiales:
cimientos – muros - cubierta
Piedra ***x***
Adobe **x**
Teja de barro **x**

El pórtico o corredor, al igual que el tapanco, funciona como un dispositivo térmico ya que actúa como un elemento de protección de los muros interiores de la crujía retardando la transmisión de calor hacia el interior del área habitacional. Al provocar un área sombreada entre el patio y las crujías se genera un espacio que sirve como separador entre el sol y la sombra; por su parte el tapanco en la vivienda tradicional purhépecha es un espacio, de baja utilización, que térmicamente actúa como aislante entre la vivienda y el exterior. El confort térmico en estos espacios no esta asegurado, lo cual no importa ya que su función es de almacén en donde la doble cubierta del tapanco tiene cuatro consecuencias: (Figura. 3)

1. El techo de teja despide el agua y protege el adobe en la estación de lluvias.
2. El techo de teja protege el adobe del sol directo, reduciendo la acumulación del calor y, en consecuencia, el calentamiento de la casa.
3. El espacio hueco del tapanco proporciona un aislamiento adicional durante los días calurosos, mientras la capacidad térmica del adobe defiende de las temperaturas diurnas.
4. El adobe conserva el calor durante las noches frías y el tapanco y cubierta le ayuda a retenerlo por más tiempo al reducir la pérdida de calor en el frío de la noche.

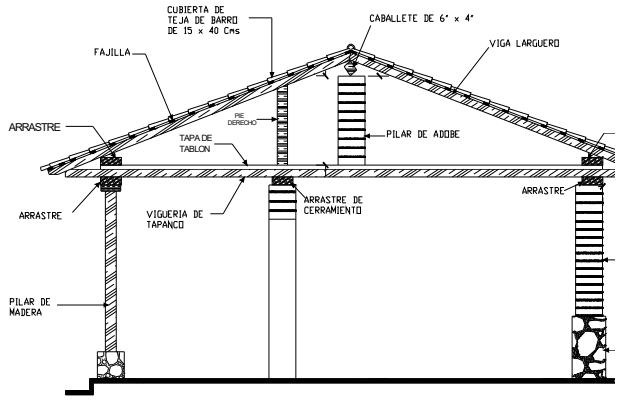


Figura 3. Corte esquemático que muestra en la parte superior el tapanco, el cual se utiliza para el guardado de granos, en la parte inferior izquierda se muestra el corredor y a la derecha el espacio que corresponde a la crujía que se utiliza como dormitorio.

El monitoreo
Las mediciones se realizaron con los datalogers, también denominados HOBOS. Un hobo es un instrumento electrónico capaz de medir temperatura, humedad relativa e intensidad luminosa y la información se recaba por medio de un software que permite decodificar los datos. Las características de los Hobos son su facilidad de maniobra y sus pequeñas dimensiones (6 x 4.5 x 2 cms.) El aparato consta de una batería, un microprocesador que sistematiza la información, memoria electrónica y un sensor específico para cada variable a medir.

Monitoreo de temperaturas y humedad relativa para determinar el comportamiento térmico de la vivienda típica

La vivienda es un sistema termodinámico que está definido de la siguiente manera: Existe un volumen de aire en el interior del cual nos interesa saber sus condiciones de temperatura y humedad, ya que el grado de comodidad de los usuarios de la vivienda dependerá de estas condiciones. El volumen está delimitado por una envolvente que es la que está interactuando con el medio ambiente. Al estar en contacto con el exterior existirá un intercambio de energía calorífica entre el medio ambiente y el interior de la habitación; la dirección de este flujo dependerá de la diferencia de temperaturas entre el volumen de control y el medio exterior, siempre yendo de mayor a menor temperatura [5]

La zona de confort es aquella dentro de la cual el cuerpo humano no realiza ningún esfuerzo en su sistema circulatorio y de secreción de sudor para adaptarse al medio, esfuerzo que lógicamente le resta energías para realizar otras actividades y que le produce incomodidad. Para determinar los requerimientos necesarios para definir la zona de confort, se representa un punto en la escala térmica, o rango de temperatura en la cual el individuo expresa satisfacción (térmica) con el ambiente. El rango de confort térmico o zona de confort ha sido definido por Auliciems,[6] como:

Tn=17.6+0.31(tma) Tn= Temperatura Neutra
Zc=Tn(+)(-)2.5ºC tma= Temperatura media anual
Zc= Zona de confort

Dentro de la investigación se recabó la información de los datos históricos de temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial de 1984 a 2003 reportados en la estación metereológica N° 16188 de la Comisión Nacional del Agua, localizada a una latitud de 19° 46´ 03", longitud 101º 44´ 03" y una altitud de 1980 msnm. La información recopilada nos permite determinar la temperatura neutra, así como los datos de las temperaturas inferior y superior de confort de acuerdo a la fórmula de Auliciems.

A continuación se muestran los datos de las temperaturas promedio del interior de la vivienda, así como la temperatura neutra y los limites de la zona de confort durante los meses de enero y mayo respectivamente, mientras que el higropreferendum es de 50% en cualquier época del año, con una tolerancia de +/-30%

La información de los datos de campo corresponden al monitoreo de la temperatura y humedad relativa del interior y exterior de la vivienda, recabando los datos de temperaturas y H.R. cada hora durante el período de un año.

Lo anterior nos permitió elaborar una serie de gráficas que muestran el desempeño y grado de adecuación de la vivienda al medio ambiente, durante los diferentes períodos del año.

P Temperatura interior promedio mensual.
TN Temperatura neutra.
TN+ Temperatura superior de confort
TN- Temperatura inferior de confort.
TE Temperatura exterior promedio mensual.

ENERO

P	TN	TN+	TN-	TE
16.1	21.3	23.8	18.8	13.4

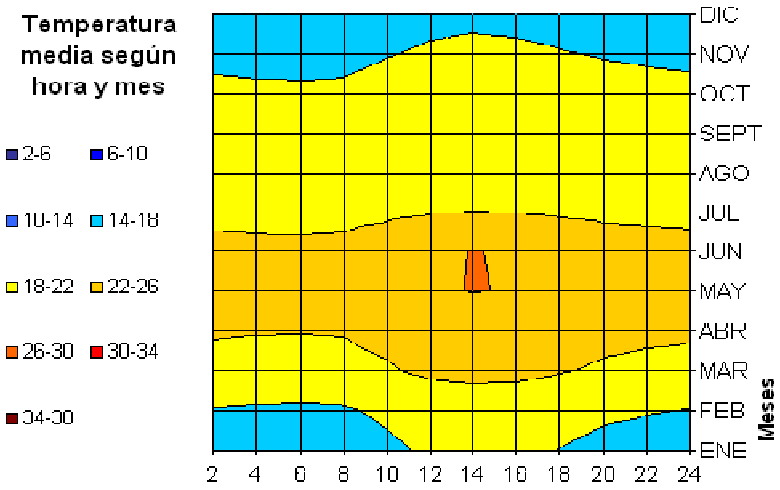
MAYO

P	TN	TN+	TN-	TE
22.7	23..6	26.2	20.2	20.0

Para la zona de la Ciénega la temperatura neutra del mes de mayo, que corresponde al mes más cálido se determinó en 23.65ºC con una temperatura inferior de confort de 20.15°C y una temperatura superior de confort de 26.15 º C y para el mes más frío que corresponde a diciembre, la temperatura neutra es de 22.08º C con una temperatura inferior de confort de 18.58° C y una temperatura superior de 25.58° C

Resultados

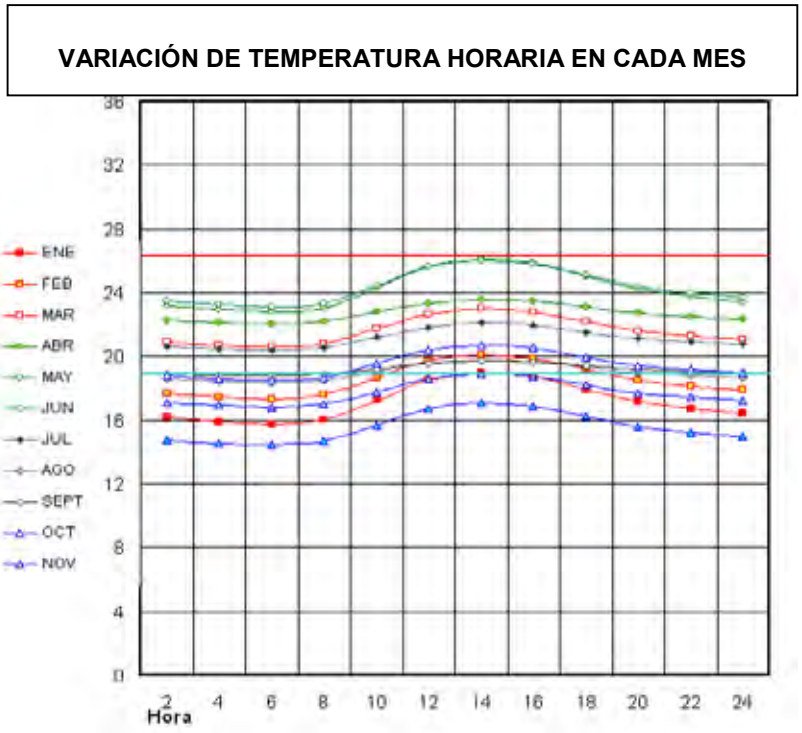
De los resultados del monitoreo de la vivienda en la población de Tiríndaro, se muestran a continuación las tablas y figuras que muestran el desempeño bioclimático de la vivienda durante los meses del año y datos específicos que corresponden a enero que representa al mes con las temperaturas más bajas y mayo que arroja las temperaturas más altas. En la tabla1 se muestra los datos de la temperatura media y confort según hora y mes.



Día temp max	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Calor >26.3°C													0
Confort	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			10
Fría <18.9°C											1	1	2
Muy fría < 6°C													0
Noche temp min													
Calor													0
Confort			1	1	1	1	1						5
Fria	1	1						1	1	1	1	1	7
Muy fría													0
Amplitud													
< 14° C													0
10° C - 14° C													0
<10° C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Tempertura media													
Calor >26													0
Confort		1	1	1	1	1	1	1					7
Fría < 18	1								1	1	1	1	5
Humedad absoluta													
Alta > 13												1	1
Confortable	1	1	1	1	1	1			1	1	1		9
Baja < 5							1	1					2
Precipitación													
Alto > 100						1	1	1	1				4

Tabla 1. Concentrado mensual del comportamiento interior de la vivienda, en la cual se muestra el número de meses que la misma se encuentra dentro de los parámetros de confort, diurno y nocturno, la amplitud de temperaturas, así como el rango de humedad y precipitación pluvial.
Se muestra el grado de confort o disconfort dentro de la vivienda durante el año.

La siguiente tabla presenta la variación de temperatura horaria mensual al interior de la vivienda de adobe, y se presentan los meses del año en que la misma se encuentra dentro de la zona de confort, la cual se determina dentro de las líneas horizontales que marcan 26°C y 18°C.



HORAS	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	Os	P
ENE	16	16	16	16	17	19	19	19	18	17	17	16	3	17.1
FEB	18	17	17	18	19	20	20	20	19	19	18	18	3	18.5
MAR	21	21	21	21	22	23	23	23	22	22	21	21	2	21.6
ABR	22	22	22	22	23	23	24	23	23	23	23	22	2	22.7
MAY	23	23	23	23	24	26	26	26	25	24	24	23	3	24.2
JUN	23	23	23	23	24	26	26	26	25	24	24	24	2	24.4
JUL	21	21	20	21	21	22	22	22	22	21	21	21	1	21.1
AGO	19	18	18	19	19	20	20	20	19	19	19	19	2	19.0
SEPT	19	19	19	19	19	20	20	20	19	19	19	19	1	19.2
OCT	19	19	19	19	20	20	21	21	20	19	19	19	2	19.4
NOV	17	17	17	17	18	19	19	19	18	18	17	17	2	17.7
DIC	15	15	14	15	16	17	17	17	16	16	15	15	2	15.6

Tabla 2 La tabla concentra las temperaturas interiores horarias mensuales durante las diferentes horas del día, consigna las temperaturas horarias mensuales promedio, así como la oscilación entre la temperatura máxima y la mínima, donde se aprecia que al interior de la vivienda la oscilación de temperaturas es muy pequeña durante las 24 horas.

En las tablas 1 y 2 se muestran los resultados de las temperaturas monitoreadas durante el año, con los datos que corresponden al mes de enero que concierne al mes más frío de año, y se aprecia que la temperatura interior se mantiene abajo del límite inferior de confort durante todo el mes, en contraste al mes de mayo que presenta las temperaturas más

cálidas, la temperatura promedio registrada en el mes de mayo es de 21.5°C, la cual se encuentra dentro del rango de confort, lo que manifiesta que la vivienda tradicional construida con adobe presenta un óptimo desempeño climático durante los meses de mayor calor dentro de la zona correspondiente a la Ciénega.
Con respecto al grado de humedad los registros de humedad relativa monitoreados tanto en el mes de enero como en mayo se encuentran dentro de los parámetros es decir >20%, y <80%.
La figura 4 representa el Diagrama Psicrométrico, en el cual se muestra la zona de confort que se define como aquella zona dentro de la cual se mantienen unos rangos climáticos en los cuales una persona manifiesta estar térmicamente confortable; para la zona de estudio de acuerdo a las temperaturas monitoreadas al interior de la vivienda se muestran las temperaturas medias mensuales.
En la gráfica se aprecia que los meses que se encuentran dentro de la zona de confort corresponden a mayo y junio que corresponden a los meses más calidos del año en los cuales se observan las mayores temperaturas, y los meses de diciembre y enero aparecen más alejados de la zona de confort, con las temperaturas más bajas.
De la gráfica se obtienen los datos de: Temperatura de bulbo seco (TBS), Humedad absoluta (g/kg), % humedad relativa (HR), temperatura de bulbo húmedo, así como el punto de rocío.

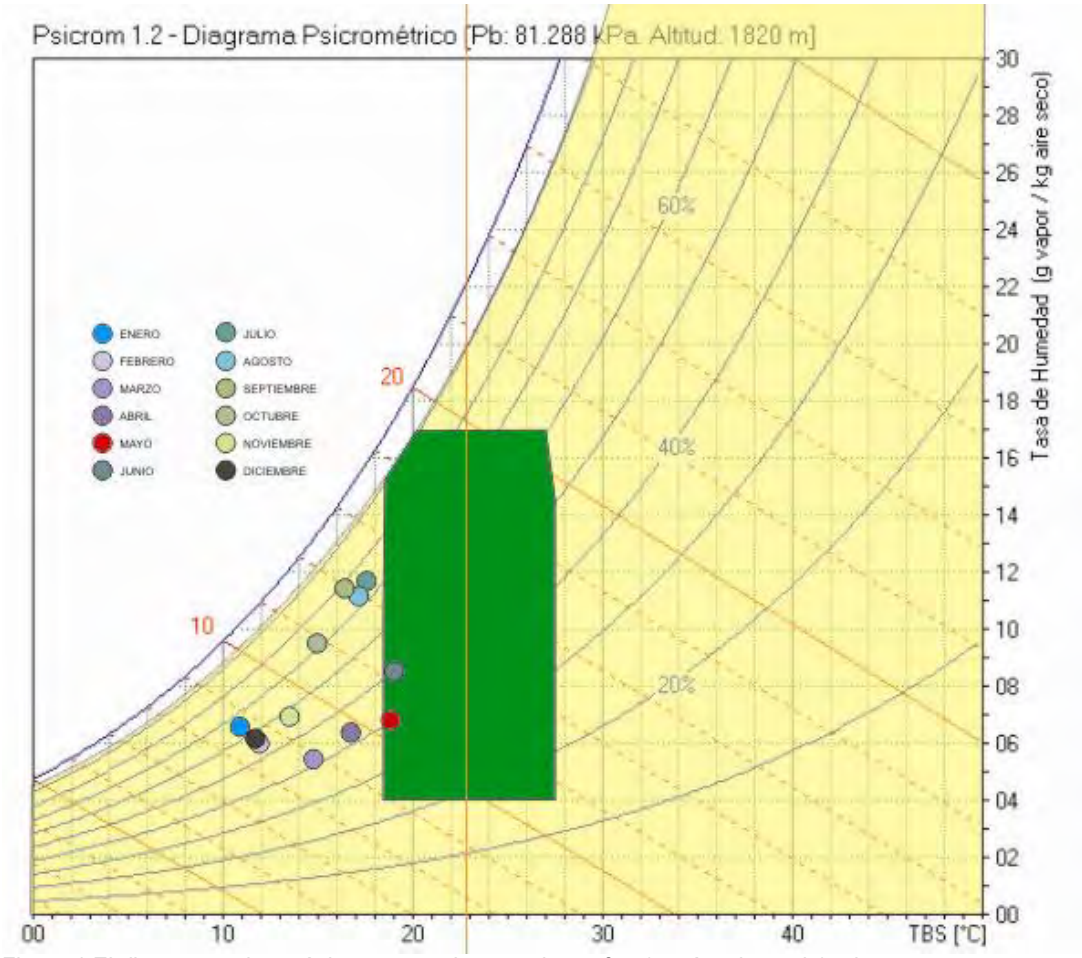


Figura 4 El diagrama psicrométrico muestra la zona de confort (rectángulo verde) y las temperaturas mensuales (círculos de color) que corresponden al promedio mensual de las temperaturas monitoreadas dentro de la vivienda de adobe.

Por lo anterior queda de manifiesto que la vivienda tradicional construida de adobe dentro de la Ciénega de Zacapu presenta una mejor adecuación al medio ambiente durante los meses

mas cálidos que corresponde a mes de mayo y junio en contraste al mes de enero, que se registra como el mes más frío.

Conclusiones

Los datos recabados a través del monitoreo de la temperatura y humedad relativa cada hora durante los 365 días del año en el interior de la vivienda de adobe en la población de Tiríndaro nos permiten en primera instancia afirmar que el comportamiento térmico de la vivienda tradicional durante el mes de enero que corresponde al mes más frío, la temperatura interior de la vivienda se encuentra debajo de la temperatura de confort, y durante el mes más cálido la temperatura queda comprendida dentro de los rangos inferior y superior de confort.[7]

Citas y notas

[1] Cirvini, Silvia, Augusta, "Arquitectura vernácula en Cuyo Argentina", en ICOMOS 99 XII Asamblea, Morelia, Mich, México, 1999, p.49, ver Amos Rapoport, *Vivienda y Cultura,* Barcelona, Gustavo Gili, 1972, pp.12-65

[2] Ver.Guzmán Avila, José Napoleón, "La desecación de la Ciénega de Zacapu: Orígenes y consecuencias", TZINTZUN, Julio-Diciembre, 1985 UMSNH, p.26

[3] Vargas Tentory, Filiberto, *Atlas Geográfico del Estado de Michoacán,* Mich., Edit. EDDISA, 2003 p.55

[4] Azevedo Salomao, Eugenia María, Espacios urbanos comunitarios durante el período virreinal en Michoacán, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gob. del Estado de Michoacán Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Morevallado Editores, 2002, pp. 200-286

[5] Ochoa, José, *et al,* Análisis bioclimático de la arquitectura vernácula en Ocotepec Morelos, en Memorias I Encuentro Nacional de Diseño y Medio Ambiente, Universidad de Colima, CFE, Colima, 1990, pp.122-127

[6] Szokolay, Steve, "House design for overheated enviromments", Colima, I Encuentro Nacional de Diseño y Medio Ambiente, Universidad de Colima, 1990, pp. 13-18.

[7] Estos datos corresponden a una investigación más amplia en la cual se monitorearon la temperatura exterior (microclima) y los de una vivienda con el mismo esquema funcional en la misma población para comparar el desempeño bioclimático de la vivienda vernácula y la vivienda construida con materiales industrializados.

Bibliografía

*AMOS RAPOPORT, Vivienda y Cultura, Gustavo Gili, España, 1972
*AZEVEDO SALOMAO, Eugenia María, Espacios urbanos comunitarios durante el período virreinal en Michoacán, Morevallado Editores, México, 2002
*CIRVINI, Silvia, Augusta, "Arquitectura vernácula en Cuyo Argentina", en ICOMOS 99 XII Asamblea, MORELIA, MICH, MÉXICO, 1999, PP. 49-60
*DE LA TORRE VILLAR, Ernesto, "Instrucciones dadas por el Virrey Conde de Monterrey en 1601 para la realización de las congregaciones" en Las congregaciones de los pueblos indios, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, México,1995
*GIVONI, BARUCH, "Comfort diagrams and design guildelines for hot climates", en Memoria I Encuentro Nacional de Diseño y Medio Ambiente, Universidad de Colima, México,1990, pp.19-26
*GUZMÁN AVILA, José Napoleón, "La desecación de la Ciénega de Zacapu: Orígenes y consecuencias", TZINTZUN, UMSNH, México, 1985
*OCHOA, José, et al, Análisis bioclimático de la arquitectura vernácula en Ocotepec Morelos, en Memorias I Encuentro Nacional de Diseño y Medio Ambiente, Universidad de Colima, CFE, México, 1990, pp.122-127
*PASCUAL MENÉNDEZ, Juan Manuel, Ponencia, La Vivienda Vernácula Rural en Cuba, 1er Asamblea y 1er seminario taller sobre vivienda rural, Cuernavaca, Morelos, México, 1999, Ramírez, Luís Alfonso, "La Cañada de los Once Pueblos", en Herrerón Peredo, Carlos, Coord., Estudios Michoacanos II, Colegio de Michoacán-Gobierno del Estado de Michoacán, 1986
*VARGAS TENTORY, Filiberto, Atlas Geográfico del Estado de Michoacán, Edit. EDDISA, México, 2003
Szokolay, Steve, "House design for overheated enviromments", Colima, I Encuentro Nacional de Diseño y Medio Ambiente, Universidad de Colima, México,1990, pp. 13-18

Héctor Javier González Licón.

Arquitecto
Profesor Investigador Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Blvd.. Primaveras 661 Prados Verdes Z.P. 58110, Morelia, Michoacán, México
hglicon@umich.mx - hglicon@hotmail.com

Arquitecto y Candidato a Doctor en Arquitectura, dentro del Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura (PIDA), con investigación sobre la el desempeño bioclimático de la Vivienda Tradicional de la Región Purhépecha en el Estado de Michoacán, México.
Maestía en Arquitectura, Investigación y Restauración de Sitios y Monumentos.
Profesor Investigador adscrito a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo UMSNH.
Líneas de investigación: vivienda tradicional, materiales y sistemas constructivos, restauración de sitios y monumentos.

4.13

MUROS MONOLÍTICOS DE TIERRA ESTABILIZADA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CRIATiC

Stella Maris Latina* – Rafael Francisco Mellace – Carlos Eduardo Alderete
Lucía Elizabeth Arias – Irene Cecilia Ferreyra – Mirta Eufemia Sosa
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca Nº 1900 - Tucumán - Tel. 0381-4364093 - int. 7912/19
smlatina05@hotmail.com

Palabras clave: tapial - tierra estabilizada - construcción

Resumen
Son numerosas las razones por las que se recomienda la utilización de la tierra cruda en la construcción del hábitat y edificios que forman parte del equipamiento periurbano; entre las más relevantes se pueden citar las ambientales, económicas, sociales. Al muro monolítico -además de las cualidades ya nombradas- se le puede sumar:

- óptima terminación, motivo por el cual no es necesario efectuar revoques;
- reproducción de la forma del molde;
- uso de tierra de distintos tonos o colorantes que le aporta una estética particular;
- rápida ejecución del elemento constructivo que puede desmoldarse una vez terminado el apisonado.

En el Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda (CRIATiC), se construye como prototipo experimental una torre de servicios (sanitarios, office, depósito de agua), con sistema de muros monolíticos de tierra estabilizada con cemento.

En este trabajo se exponen los resultados tecnológicos obtenidos, resaltando las fortalezas y debilidades del sistema constructivo considerando el material, equipamiento y mano de obra utilizada.

La torre de servicios, cuenta con una superficie cubierta de 21 m^2, una altura exterior promedio de aproximadamente 6.00 m, muros exteriores de 0.30 m de espesor. De planta rectangular, se resuelve en base a cuatro módulos idénticos formados por un tramo recto y otro curvo de manera de optimizar el uso del molde.
El molde efectuado -en madera- sigue la forma del módulo adoptado con una longitud total de 3.40 m por una altura de 0.80 m. El apisonado se efectúa en forma manual con pisones de madera. La dosificación tierra-cemento, varía en función del tipo de tierra utilizada.
Se extraen muestras de muros que son talladas para utilizarlas como probetas para efectuar ensayos de compresión, tracción y flexión. Los resultados obtenidos se consideran más que satisfactorios.

Este trabajo se engloba dentro del marco del proyecto de Investigación financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) BID 1201 – PICT 13-14 654.

Introducción

El sistema de construcción de muros monolíticos de tierra cruda compactada, difundido en el mundo desde la antigüedad, sigue vigente por numerosas y variadas razones; de ellas se pueden sintetizar:

- Estéticas

Con una adecuada compactación, proporciona terminaciones óptimas sin necesidad de revoques o revestimientos especiales. Con tierras de distintos tonos, o con la adición de pigmentos naturales pueden obtenerse coloraciones diversas y modificaciones en su textura según la resolución de los encofrados (tapialeras) o con la inclusión de pequeñas piedras en

su masa para variar su aspecto exterior.

- Ambientales

Dado el retardo térmico característico del material usado, actúa como eficaz regulador de las temperaturas exterior-interior al acumular el calor exterior y cederlo luego produciendo un ambiente interior confortable. Resulta particularmente adecuado en climas con marcada amplitud térmica.

- Económicas

La materia prima fundamental, al no requerir procesos de transformación, resulta de muy bajo costo (o costo cero), salvo el necesario para su transporte cuando no se encuentra disponible al pié de obra. El equipamiento necesario para su construcción (tapialeras y pizones) es simple y su reducido costo se amortiza rápidamente con su constante reutilización. El sistema requiere por lo tanto una mínima inversión inicial.

- Sociales

Por su economía y la simplicidad de ejecución con mano de obra no calificada, resulta fácilmente apropiable para amplios sectores de la comunidad, apto para la autoconstrucción y de eficaz aplicación en programas de construcción de viviendas de interés social.

Prototipo Experimental: Modulo De Servicios

En el conjunto edilicio sede del CRIATiC, se diseña y construye con carácter experimental un módulo de servicio con muros monolíticos de tierra estabilizada, con la finalidad de verificar en obra el comportamiento del material (diversas mezclas de suelo-cemento) y del elemento constructivo (muro), como así también el equipo y procedimientos constructivos ensayados previamente en modelos reducidos de laboratorio y campo.

Diseño Arquitectónico

El módulo de servicios se resuelve en una torre con una superficie aproximada de 21,00 m^2 y altura variable, con un promedio de 6,30 m. Compuesta por dos sanitarios y un office en planta baja, cuenta con un entrepiso técnico en el que se instalan los depósitos de agua en la parte superior. (Fig. 1)

Con su ubicación en el conjunto, aprovechando las características físicas propias del sistema constructivo (masividad, color, textura), tanto como el volumen (forma y proporciones) de la construcción se buscó, desde el punto de vista arquitectónico, destacarla con un sentido simbólico del CRIATiC.

De planta rectangular con esquinas redondeadas, sus dimensiones (5,10 m de longitud por 3,85 m de ancho) se ajustan a la modulación general adoptada para el conjunto.



(Fig.1) Vista general de torre de servicios

Diseño Estructural

El planteo estructural parte de considerar al edificio como un tubo rígido de paredes portantes. Los muros monolíticos se anclan a los cimientos corridos y encadenados horizontales inferior y superior, por una armadura vertical incluida en la masa del tapial y conformada por barras de acero de 10 mm de diámetro, dispuestas cada 0, 60 m.

El entrepiso técnico ubicado a 2,50 m sobre el encadenado horizontal inferior, sustenta a los depósitos de agua y actúa simultáneamente como una placa rígida transversal que vincula los muros perimetrales a mitad de su altura total. A nivel del coronamiento, el encadenado superior se comporta como una "viga collar" en la que se insertan las correas metálicas del techo liviano.

En correspondencia con los tramos modulados en planta, las juntas verticales de construcción se comportan como una articulación que absorbe eventuales cambios volumétricos por retracción de fragüe y funcionan como disipadores de energía en caso de acciones sísmicas. Al diseñar los muros continuos con esquinas redondeadas se pretendió, más allá de una expresión formal de la torre, reforzar las condiciones de resistencia sísmica del conjunto.

Diseño Constructivo
Sobre un cimiento corrido de hormigón ciclópeo (250 Kg /m^3) se sitúa el encadenado inferior sobre el que se inicia la construcción de las tapias de tierra estabilizada, de 0,30 m en todo su desarrollo. Las barras de la armadura perimetral se fijan en los cimientos y continúan ininterrumpidamente hasta el encadenado superior del coronamiento.

El entrepiso, construido por una losa alivianada de viguetas de hormigón pretensado y bovedillas cerámicas, malla de acero electro soldada y capa de compresión (hormigón de 300 Kg/m^3), apoya en el encadenado horizontal que vincula a los muros a los 2,50 m de altura.
La ejecución del tapial de tierra estabilizada con cemento Pórtland normal en proporciones variables conforme al nivel relativo del muro y al tipo de tierra usada, se organiza en cuatro módulos iguales empleando dos moldes (3,40 m de longitud total) de madera contrachapada, de un tramo curvo (0,60 m) y otro recto (2,90 m) (Fig.2). La vinculación entre los módulos yuxtapuestos se logra con un encastre macho-hembra para asegurar la continuidad constructiva estructural del muro, permitiendo a la vez su libre juego durante el período de secado y fragüe. (Fig. 3)



(Fig. 2) Ensamblado de moldes



(Fig. 3) Junta constructiva vertical

Los paramentos interiores se revisten conforme a su función, con cerámicos esmaltados en sanitarios y office. En el exterior se deja el tapial a la vista y en algunos sectores (enmarcado de aberturas) se aplica revoque de mortero aéreo reforzado (MAR) para unificar formalmente los frentes de todo el conjunto.

En la planta baja la carpintería de ventanas se resuelve con marcos premoldeados de hormigón armado -desarrollados en el Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda (CECOVI) de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad

Regional Santa Fe- y hojas de abrir, metálicas. En las puertas, como en todo el conjunto, se utiliza un cajón de chapa de acero DD Nº 18 y hojas de madera placada.
En la planta superior se cierran los vanos con paneles prefabricados en obra de 0,56 m x 0,98 m, utilizando bloques huecos prensados de suelo-cemento (Sistema Permaq) para permitir el paso de luz hacia el interior y dar vista al muro desde el exterior.

Material empleado: diseño de mezclas
La tierra proveniente de distintos lugares de la ciudad, provista en parte por la Dirección Provincial de Vialidad y por empresas privadas, se identifican y clasifican con métodos normalizados en el laboratorio. Con pequeñas variantes en su constitución, corresponden en general al tipo **CL** -limos inorgánicos de escasa a media plasticidad- según Carta de Plasticidad de Suelos (Norma IRAM Nº 10509/1982).
La estabilización se efectúa con cemento Pórtland normal CP-40 marca Loma Negra en proporciones variables según los resultados obtenidos en los ensayos con mezclas de prueba; las dosificaciones fluctúan entre 1:8 a 1:10 / 1:11 para obtener los valores de resistencia previstos en el cálculo estructural. A tal fin se verifican constantemente las características de las tierras, al igual que las condiciones óptimas de humedad para obtener en cada caso, la máxima compacidad de las mezclas (ensayos Próctor).

Equipo y herramientas: diseño del molde (tapialera)
El molde, resuelto con dos tableros de madera, sigue la forma del módulo básico adoptado para el tapial, con una longitud total de 3,40 m y una altura de 0,80 m; el tramo recto mide 2,90 m y el curvo 0,60 m.
Los tableros laterales -tramos rectos- se realizaron con madera contrachapada (tablero fenólico hidrorresistente) de 20 mm. de espesor y parantes verticales de madera maciza encargados de la rigidización del molde, ubicados cada 0,90 m. En los tramos curvos resueltos con tablas verticales de pino Elliotti de 500 mm (2”) de ancho x 250 mm (1”) de espesor, los refuerzos se colocaron cada 0,30 m. Los travesaños separadores se ejecutaron con varillas roscadas de acero de 13 mm (½”) de diámetro y un buje-camisa de ¾”, ajustados por los extremos con arandelas y tuercas mariposa. Las tapas frontales de los módulos de 0,30 m de ancho, se diseñaron para reproducir en el muro una unión machihembrada vertical para facilitar la vinculación entre tramos.

Herramientas
Las herramientas requeridas para la compactación manual del tapial son mínimas: martillo de armador, tenazas, palas y pisones. Estos últimos, de base plana-ancha (20 cm x 30 cm) y base plana-angosta (10 cm x 20 cm) de madera de algarrobo con un mango cilíndrico de 1,50 m de longitud y un peso de 4,00 y 2,50 kg respectivamente, proveen la energía necesaria para una adecuada compactación, con un reducido trabajo físico del operario.

Mano de Obra
La mano de obra empleada en toda la construcción del CRIATiC proveniente de planes asistenciales instrumentados por el gobierno municipal (Jefas y Jefes de Hogar), sin preparación previa, debió ser capacitada en talleres que se desarrollaron, en una primera etapa, paralelamente a la ejecución de los trabajos. Por lo tanto, las operaciones de manejo de herramientas, preparación del material, armado y desarmado de los moldes, vertido y apisonado de las mezclas de suelo-cemento y demás pasos del proceso constructivo, exigieron al comienzo mayor dedicación y tiempos de ejecución.

Proceso Constructivo
Para la fijación del molde en la hilada inicial se utilizó el perfil del encadenado inferior de hormigón armado que reproducía exactamente en planta la forma de la torre. Contrariamente a lo usual, se decidió avanzar con la construcción de cada módulo de tapial en sentido vertical hasta alcanzar la altura del entrepiso (2,50 m), de forma tal que las juntas de construcción se mantuvieron alineadas verticalmente.

El llenado y apisonado de los aproximadamente 2,50 m^3 de mezcla de cada módulo (3,40 m x 0,80 m), equivalente a 5,00 m^3 de mezcla esponjada, demandó el trabajo de cuatro operarios durante 4,00 horas, a las que debió sumarse una hora más para el armado, nivelación, aplomado y posterior desarmado del encofrado (trabajando a nivel de terreno). Al avanzar en altura, se sumaron dos operarios más para la elevación y reubicación del molde en las hiladas sucesivas. En promedio se emplearon seis personas para realizar todas las operaciones (preparación de la mezcla, transporte, vertido y compactación). (Fig. 4)



(Fig.4) Ubicación de moldes altura entrepiso

Dado que la ejecución del muro se hace más pesada y lenta a medida que se avanza en altura, el rendimiento de la mano de obra se redujo notoriamente; no sólo por el tiempo que demandó elevar y colocar el molde en su lugar, sino también porque el apisonado a 4,00 m ó 5,00 m de altura requirió el armado de andamios y equipos auxiliares.

En síntesis, el proceso constructivo se estructuró según los siguientes pasos:

a. Ejecución de cimientos y sobrecimientos (encadenado inferior de hormigón armado) de forma tradicional.
b. Colocación del encofrado verificando la correcta nivelación y aplomado de los tableros laterales y su fijación con los travesaños -separadores metálicos- que impiden eventuales desplazamientos, asegurando un espesor constante del muro.
c. Preparación de la mezcla de suelo-cemento; mezclado en seco, humectación por aspersión y re-mezclado manual.
d. Vertido dentro del encofrado de la mezcla húmeda de suelo-cemento en capas de aproximadamente 20 cm de altura.
e. Apisonado manual con pisones de madera hasta comprobar su rebote en la mezcla compacta. Se usaron dos pisones de base plana y distintas secciones para la zona central y laterales del muro y un pisón plano y angosto para la zona cercana a la tapa y a la armadura perimetral del muro. Se experimentó también con pisones metálicos, pero fueron desechados por resultar excesivamente pesados.
f. Concluido el llenado y apisonado del molde, se rayó la superficie con un elemento punzante para mejorar la adherencia entre con la hilada sucesiva.
g. Desencofrado, limpieza y desplazamiento del molde; repetición del proceso. Antes de reiniciar el llenado de la hilada superior se aplicó una lechada cementicia, como puente de adherencia, al igual que entre las tongadas de una misma hilada.
h. Curado: se tuvo cuidado de tapar la construcción con un film de polietileno negro de 200 micra, a fin de evitar la rápida evaporación del agua de amasado, asegurando la correcta hidratación de las partículas de cemento; en días de calor excesivo, se regó periódicamente por aspersión el elemento construido.

Durante la ejecución de la obra se presentaron algunos inconvenientes que exigieron una revisión de los equipos y procesos propuestos inicialmente. Algunas debilidades observadas en esta etapa fueron:

1. El molde de madera, contrariamente a lo previsto, resultó de excesivo peso dificultando las operaciones de izado, montado y desmontado cuando se trabajó en altura.
2. La madera de pino Elliotti, aunque de fácil trabajabilidad para la construcción del molde, resultó inadecuada por las deformaciones permanentes que adoptó a raíz de la humedad transmitida por la mezcla de tierra-cemento y las presiones laterales derivadas de la fuerza de compactación. Ello produjo algunas imperfecciones en la superficie del tapial que dificultaron las operaciones de desmolde y obligaron a posteriores trabajos de "curado"; motivo por el que los moldes debieron ser rectificados y reforzadas las zonas curvas antes de efectuar la tercera hilada de tapial, situada aproximadamente a 1,60 m de altura.
3. La sección de las varillas roscadas (travesaños-separadores) utilizadas para fijar la separación de los tableros resultó insuficiente para soportar el peso del molde y la energía de compactación de las primeras hiladas, complicando su recuperación por la deformación producida. Se solucionó el problema cambiando el buje metálico por tubos de polipropileno que se dejaron perdidos en la masa del muro.
4. Fue necesario rediseñar formas y dimensiones de los pisones originales para favorecer su acceso en las zonas extremas del molde.

Monitoreo Y Evaluación Del Prototipo

Observación en obra

Durante todo el proceso constructivo se observó en obra el comportamiento de los diferentes módulos de tapial; se controlaron aspectos relacionados con el fraguado, retracción, fisuraciones o agrietamientos en los paramentos interiores y exteriores; desarrollo de resistencia mecánica, etc. Se efectuaron para ello, mediciones periódicas del espesor de las juntas de construcción (inicialmente se midió la temperatura de la masa al momento del desencofrado); pruebas de rayado superficial y penetración con punta metálica y pruebas de impacto con esclerómetro. En general, no se verificaron patologías ni vicio constructivos.

Ensayos de laboratorio

Para verificar las propiedades físico-mecánicas del tapial conforme a las previsiones del proyecto y cálculo estructural, se tomaron muestras para ensayar en laboratorio. Para ello se tallaron probetas de aproximadamente 100 mm x 100 mm x 200 mm determinándose valores de resistencia a rotura por flexión y compresión. Los resultados obtenidos arrojan los siguientes valores:

Resistencia a compresión	Resistencia a flexión	Resistencia a corte
9.03 MPa	1.51MPa	1.06 MPa

(Tab.1) Valores promedios*

* Valores promedios obtenidos sobre 5 mediciones consecutivas

Conclusiones

En general, analizada la experiencia realizada tanto en la construcción de la torre de servicios, como en los muros cabeceros del módulo-aulas del CRIATiC, se verifican plenamente las hipótesis enunciadas al inicio, relativas a su valor estético, ambiental, económico; su facilidad de ejecución con mano de obra no calificada y la posibilidad de transferencia y apropiación en el ámbito regional. En efecto, de los resultados obtenidos se concluye que el sistema de muros monolíticos de suelo-cemento con técnica de apisonado manual, relativamente poco difundido en el medio local en relación a los sistemas de

mampostería, es eficiente y de fácil transferencia para su aplicación en edificios del hábitat social.

En particular, se evalúa positivamente el comportamiento constructivo registrado al presente, tanto como las enseñanzas que la producción del prototipo deja para encarar futuras líneas de investigación que tiendan a desarrollar con un mayor grado de tecnificación la producción de moldes más versátiles, livianos y resistentes para permitir un proceso constructivo más dinámico, de mayor facilidad y continuidad de las distintas fases operativas que lo integran.

Bibliografia

*LATINA, Stella Maris; MELLACE, Rafael F. “Sistema Monolítico de Suelo-cemento para Viviendas de Interés Social. Prototipo Arquitectónico y Tecnológico”. En: *IV Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra.* Portugal. 2005

*MELLACE, Rafael F. *Refugios Modulares de Tapial Estabilizado – Colalao del Valle, Tucumán*. Publicaciones LEME: Arquitectura de Tierra Cruda ISSN 1514-1764- Facultad de Arquitectura y Urbanismo UNT. 2001

*CÁRDENAS GUILLÉN, Juan Martín. Construcción con tierra estabilizada. Comunicaciones Académicas del Hábitat – Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. 1995

*MINKE, Gernot. *Manual de Construcción en Tierra. La tierra como material de construcción y sus aplicaciones en la arquitectura actual.* Nordan-Comunidad. Uruguay.1994.

*HOUBEN, H.; GUILLAUD, H. *Traite de Construction en Terre* – CRATerre-EAG. Francia. 1989

*Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. *Norma IRAM Nº 10509*/1982

Stella Maris Latina

Arquitecta - Cursado completo Carrera de MAGÍSTER EN AUDITORÍA ENERGÉTICA - FAU - UNT- Director Académico Carrera: Dr. Arq. Guillermo E. Gonzalo - Jefe Trabajos Prácticos - "Construcciones I" y Electiva "Arquitectura de Tierra Cruda" Facultad Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán - INVESTIGACION Categoría III – otorgada por Consejo de Investigaciones de la UNT (CIUNT) -Investigadora Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME) -Integrante Equipo Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda (CRIATiC) – Miembro adjunto del Proyecto 6 PROTERRA (CYTED-HABYTED). Integrante RED- Protierra (Argentina)
Integrante Proyectos: - “Producción y Transferencia de Tecnologías de Tierra Cruda Apropiadas para la Construcción de Viviendas de Interés Social y Equipamiento del Hábitat Popular en el NOA.” - "Tecnologías Constructivas para Viviendas de Interés Social y Equipamiento Rural y Periurbano en el NOA" - “Diseño y Transferencia de Tecnologías Alternativas en Tierra Cruda”. Innovación Producida: Sistema Constructivo "LAMARS" -Prototipo Arquitectónico y Tecnológico: Construcción CRIATiC.
Participó como ponente en congresos, seminarios y jornadas; en actividades de transferencia: asistencia técnica, charlas y talleres de capacitación en centros vecinales, escuelas, comunidades rurales de Tucumán.
e-mail: smlatina05@hotmail.com

Rafael Francisco Mellace

Arquitecto.Candidato a Magister UBB-Chile. Profesor Titular de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán. Director proyectos CIUNT y ANPCYT. Director del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: rfmellace@herrera.unt.edu.ar, rfmellace@arnet.com.ar

Carlos Eduardo Alderete

Ingeniero Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: carlosealderete@yahoo.com.ar

Lucía Elizabeth Arias

Ingeniera Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) /
e-mail: arias-alderete@arnet.com.ar, luciaelizabetharias@yahoo.com.ar

Mirta Eufemia Sosa

Arquitecta. Formación especializada de posgrado DPEA “Arquitectura de Tierra”, CRATerre-EGA, Francia. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: mirta_sosa@hotmail.com

Irene Cecilia Ferreyra

Arquitecta. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: icferreyra@hotmail.com

4.14

CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES DE ARQUITECTURA DE TIERRA CRUDA (CRIATiC) -FAU-UNT

Rafael Francisco Mellace * – Carlos Eduardo Alderete –Stella Maris Latina
Lucía Elizabeth Arias – Mirta Eufemia Sosa ¯ Irene Cecilia Ferreyra
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca Nº 1900 - Tucumán - Tel. 0381-4364093 - int. 7912/19
rfmellace@arnet.com.ar, rfmellace@herrera.unt.edu.ar

Palabras clave: Construcción con Tierra-Tecnología Apropiada-bajo costo

Resumen
La definición de pautas de diseño y la evolución de técnicas constructivas de bajo costo orientadas a la construcción de viviendas de interés social, iniciadas en trabajos previos - proyectos financiados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT) y el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT)- se incorporan en la construcción de la sede del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC), un prototipo arquitectónico y tecnológico en el que se combina el uso de materiales naturales locales y técnicas tradicionales, con materiales y técnicas urbano-industriales.

El CRIATiC, órgano académico de la FAU, tiene como principal objetivo la realización de todas aquellas actividades de investigación difusión y transferencia vinculadas al desarrollo de materiales, componentes y elementos constructivos basados en tecnología de tierra, propendiendo a su aplicación masiva en la resolución de viviendas de interés social, tanto en el medio urbano como rural. Pretende ofrecer alternativas tecnológicas que contribuyan a la reducción del actual déficit habitacional en la región y el país. Tiene por finalidad además, la formación de recursos humanos en la disciplina, mediante la capacitación, actualización y perfeccionamiento continuo de técnicos y profesionales, participando en proyectos experimentales de investigación, cursos, seminarios-taller, jornadas etc.

El informe resume los fundamentos conceptuales en los que se basa la construcción del CRIATiC:

- generación de nuevos conocimientos sobre materiales no contaminantes, factibles de aplicar en el diseño y construcción de viviendas de interés social
- sistematización y normalización de componentes y elementos constructivos en el marco de una acción sustentable en términos de cuidado y respeto del ambiente natural
- Experimentar sistemas y componentes constructivos y sus características técnicas particulares (propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas, forma de producción, etc.)

Se expone la evolución constructiva del proyecto, concebido como un conjunto edilicio (laboratorio, taller, depósito, patio de exposiciones, torre de servicios, aula y oficinas), en el que cada sector se resuelve conforme a su propia funcionalidad y con una técnica constructiva particular.

Introducción

Marco institucional:

El proyecto, la construcción y puesta en funcionamiento de la obra que se presentan en este trabajo se desarrollan en el marco de una gestión inter-institucional, que incluye a organismos del sistema científico-tecnológico y organismos oficiales de la provincia.

En efecto, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT), el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT) y la Municipalidad de San Miguel de Tucumán, otorgaron el apoyo financiero para hacer posible su concreción.

El Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda CRIATiC es un organismo académico de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU-UNT) que desarrolla actividades de investigación, difusión y transferencia vinculadas a la producción de materiales, componentes y elementos constructivos basados en el uso intensivo de la tierra cruda. Pretende ofrecer alternativas tecnológicas que contribuyan a la reducción del actual déficit habitacional en la región, propendiendo a su aplicación masiva tanto en el medio urbano como rural. Tiene por finalidad además, la formación de recursos humanos en la disciplina, mediante la capacitación, actualización y perfeccionamiento continuo de técnicos y profesionales, participando en proyectos experimentales de investigación, cursos, seminarios, y talleres de capacitación etc.

En el campo de la investigación desarrolla diversos proyectos financiados por la Agencia Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (ANPCYT), el Consejo de Investigaciones de la UNT (CIUNT) y la Secretaría de Innovación Productiva de la Provincia de Tucumán (SIDETEC) dirigidos a generar nuevos conocimientos sobre materiales naturales locales, ecológicos, no contaminantes y su aplicación en el diseño y construcción de viviendas y edificios de interés social. Procura asimismo la sistematización y normalización de la construcción con tierra, en el marco de una acción sustentable en términos de cuidado y respeto del ambiente natural, de la riqueza cultural y de la progresividad del hábitat popular.

Mediante convenios de cooperación y asistencia técnica, lleva a cabo la transferencia de conocimientos y tecnologías constructivas de bajo costo mediante talleres de capacitación técnica, seminarios y charlas dirigidas a profesionales y técnicos de organismos públicos y privados, centros vecinales, organizaciones del tercer sector y pobladores de Tucumán y de otras provincial argentinas.

Ámbito físico y Objetivos

La obra se emplaza en predios de la FAU, dentro del “Campo de Construcciones Experimentales” en el que se proyecta ejecutar en el futuro todas las pruebas de campo vinculadas al diseño y construcción con tierra y materiales naturales locales (piedra, madera, bambú, etc.), con participación de estudiantes, docentes y potenciales usuarios.

En este contexto, los principales objetivos propuestos son:

- Recuperar y actualizar tecnologías tradicionales locales y potenciar el uso de la tierra cruda como eficaz material de construcción.
- Desarrollar y promover mejoras tecnológicas y nuevas propuestas arquitectónicas tanto para viviendas de interés social, como para edificios públicos o privados de bajo costo en la región.
- Transferir los resultados en el ámbito regional y formar RRHH en el tema de la Arquitectura y Construcción con tierra

Independientemente de la función, las propuestas arquitectónicas desarrolladas en la obra respetan la volumetría de los edificios circundantes incorporando dos conceptos no tradicionales en edificios de tierra: diseño sismorresistente y bioclimático.

Antecedentes de Construcción con Tierra en la Argentina

Tradicionalmente en la Argentina la tierra cruda fue uno de los materiales más empleados en la construcción tradicional del hábitat popular; sin embargo, con el correr del tiempo las tradiciones fueron afectadas por diversos impactos que produjeron cambios importantes en los paradigmas de la sociedad y éstos en los patrones arquitectónicos y constructivos. Ello marcó un proceso de progresiva desvalorización de la arquitectura tradicional, particularmente la construida con tecnología de tierra, al atribuírsele la incapacidad de alcanzar apropiados niveles de calidad sanitaria, resistencia mecánica y durabilidad; en el común de los casos, sin ser debidamente analizadas con el rigor y la profundidad requerida.

A pesar de todo, sea por la facilidad de su ejecución, sea por la economía de recursos requeridos, las diferentes técnicas tradicionales son todavía utilizadas en vastos asentamientos humanos y seguramente seguirán vigentes mientras se mantengan las condiciones económicas y sociales que hoy promueven su difusión; consecuentemente, se mantiene el uso de la tierra cruda tanto en la construcción de la vivienda popular como en el equipamiento rural y periurbano. En distintas regiones geográficas y socioculturales del país, se manifiesta con una gran diversidad de estilos arquitectónicos y constructivos conforme a las costumbres locales, a las habilidades desarrolladas y al clima propio del lugar.

Por otra parte, la falta de una adecuada articulación entre diferentes sectores y quehaceres de la sociedad -universidad (investigación, desarrollo tecnológico y transferencia); organismos estatales (turismo y conservación); municipios, comunas y líderes políticos etc.- dificulta el desarrollo de acciones dirigidas a revertir la depreciación de la arquitectura y construcción con tierra, corrientemente asociada con la pobreza y consecuente desprestigio social, con enfermedades endémicas como el mal de Chagas, o con las consecuencias de eventos naturales -sismos, inundaciones, etc.

Técnicas constructivas tradicionales

En el país continúan empleándose distintas técnicas en la construcción vernacular de muros de tierra, sean portantes o de simple cerramiento. Entre ellas, la más difundida es la mampostería de adobe, con variantes en su resolución (referidas tanto a la forma y dimensiones de los adobes, como al modo de incorporarlos al muro) según se trate de regiones del NOA, del Centro o de Cuyo; esta técnica está presente en la construcción de viviendas, casonas, postas y equipamiento rural y urbano; iglesias, cabildos, hoteles y bodegas, en todo el país. Otra técnica que se registra en algunas áreas de las regiones del NOA y NEA, aunque sin mayor incidencia dentro del sistema mampostería, es la ejecución de muros con *champa* (bloque cortado directamente del terreno natural) como componente básico.

En la actualidad, resultado de las acciones de transferencia tecnológica llevadas a cabo por diversos centros de investigación y organismos del estado, la construcción de mampostería con bloques de tierra comprimidas (BTC) -técnica introducida inicialmente en el país el Instituto Argentino del Cemento Pórtland (ICPA) a comienzos 1950- ha tomado un nuevo impulso en la última década del siglo pasado, constituyendo al presente una de las más extendidas geográficamente. La tierra utilizada en la elaboración del BTC es normalmente estabilizada con la adición en porcentajes variables de cemento y eventualmente cal hidráulica. Aunque no se mantuvo en el tiempo, también se registran antecedentes de estabilización con emulsiones asfálticas en obras de la década de 1960.

Sistema Monolítico
Los muros monolíticos (*tapia o tapial)*, aunque con menor frecuencia que en el caso anterior, forman parte de la tradición constructiva en más de la mitad del país. De distintos espesores, en general el procedimiento constructivo empleado es idéntico: compactar tierra húmeda en capas horizontales sucesivas, dentro de un molde de madera, empleando pisones manuales cuya forma y peso varían según las costumbres de cada región. Con esta técnica se han construido iglesias, museos, conventos, casonas, viviendas populares y equipamiento doméstico; un ejemplo histórico relevante lo constituye la Iglesia de Santa Fe La Vieja, edificada a fines del siglo XVII con paredes de más de un metro de espesor. Más contemporáneos, se registran también algunos ejemplos de tapiales tecnificados en la construcción de edificios públicos y equipamiento rural.

Investigación, enseñanza y difusión
Existen en la Argentina, diversos centros de investigación que realizan tareas sistemáticas vinculadas con el tema, en especial en las regiones del NOA, Centro y Cuyo. Además del CRIATiC, algunos pueden citarse como ejemplo:

- Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME – Universidad Nacional de Tucumán
- Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda (CECOVI) - Universidad Tecnológica Nacional, regional Santa Fe
- Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHA) - Universidad Nacional de San Juan
- Centro de la Vivienda Económica (CEVE), Córdoba
- Centro de Tecnología Apropiada para la Patagonia (CENPAT), Chubut
- Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio (CICOP), Buenos Aires

Relacionado con la difusión de la tecnología de construcción con tierra, y como consecuencia del IIIº SIACOT (Tucumán. 2004) se refundó la Red Argentina para el Desarrollo y la Promoción de Arquitecturas de Tierra (PROTierra), con el objeto de vincular, coordinar y articular acciones que desarrollan los diferentes grupos en la Argentina. Integra en la actualidad a más de veinte organismos públicos y privados y a numerosos técnicos y profesionales de la disciplina.

Panorama actual de la tecnología de construcción con tierra
En el contexto de una incipiente recuperación económica, la tecnología de construcción con tierra es considerada hoy como alternativa eficaz para abordar el problema del creciente déficit habitacional y validada por organismos gubernamentales y ONGs locales en planes de autoconstrucción asistida y por universidades y centros de I+D, que proponen innovaciones tecnológicas tendientes a mejorar el comportamiento de las construcciones, particularmente ante las acciones sísmicas y de la humedad.

Muchos son los esfuerzos realizados tratando de demostrar que es posible construir, sin desvirtuar las ventajas económicas y posibilidades de auto-construcción que la técnica ofrece, viviendas seguras y durables con la aplicación de mejoras en el material, en el diseño arquitectónico-constructivo-estructural y en los procesos de producción. Ejemplo de ello son los diversos proyectos ejecutados por los Institutos Provinciales de Vivienda con la aprobación técnico-financiera por parte de la Subsecretaría de Obras Públicas de la Nación, a través de los que se construyeron viviendas de interés social en provincias del NOA, Centro y Sur del país (Jujuy, Salta, Catamarca, San Juan, Chubut) basados en componentes básicos, elementos y sistemas constructivos que incluyen las técnicas de mampostería de adobe tradicional y de BTC estabilizado para muros; cubiertas de torta de barro mejoradas para techos y el aprovechamiento de energía solar mediante sistemas pasivos (muro Trombe), ganancia directa etc.

El CRIATiC: Proyecto y construcción

El edificio sede del CRIATiC se construye actualmente en el campus de la FAU-UNT, donde se centralizarán todas las actividades de investigación difusión y capacitación y transferencia previstas. Dado el carácter de prototipo arquitectónico y constructivo en el que se pretende verificar las pautas de diseño y tecnológicas desarrolladas, todos los cuerpos que lo integran combinan el uso la tierra cruda y materiales naturales locales con materiales industriales mediante la aplicación de los siguientes sistemas constructivos:

- Muros monolíticos (tapial)
- Mampostería en muros y techos (BTC) y Bloques comprimidos, articulados (BaTc Sistema LAMARS)
- Mixto (quincha y entortado en techos).



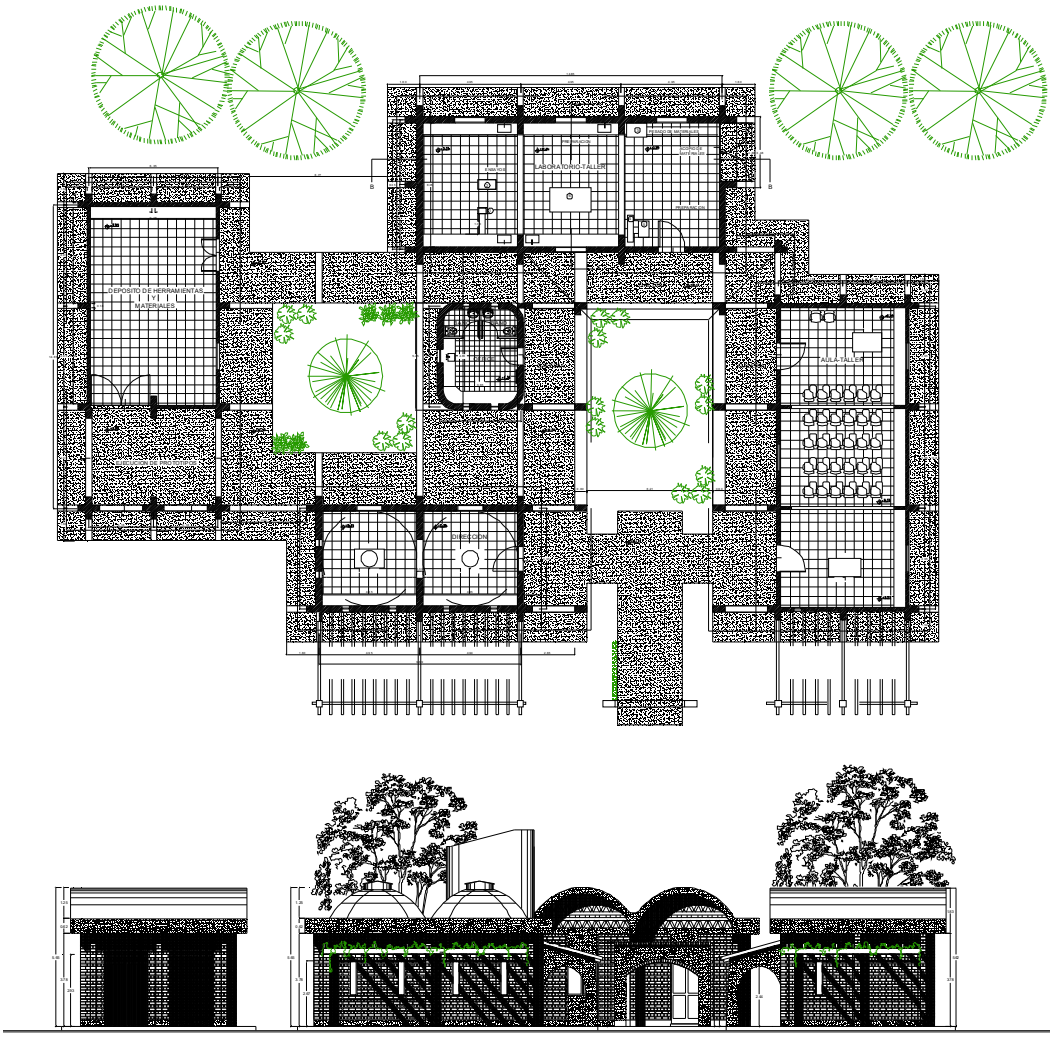
(Fig.1) Vistas: Acceso principal; Patio central; Aérea del conjunto

Diseño Arquitectónico y estructural

Desde el punto de vista funcional los cinco cuerpos que integran el conjunto, definen en una superficie total aproximada de 500,00 m^2, las áreas de administración (dirección y biblioteca- BTC mejorados), de docencia (aula-taller: bloques articulados BaTc), de experimentación y producción (laboratorio: bloques BTC), de mantenimiento(depósito y taller: bloques articulados BaTc) y de servicios (torre sanitarios: tapial estabilizado), articuladas a través de una galería que bordea un patio central donde se prevé realizar exposiciones de los trabajos que se realizan tanto en la FAU como en los centros y organismos integrantes de la Red PROTierra (Arg.) con los que el CRIATiC mantiene directas vinculaciones. (Fig.1).

Dado que el edificio se construye en una zona sísmica (zona II, riesgo moderado. INPRES), se tuvieron en cuenta para definir la configuración arquitectónica y estructural los siguientes aspectos:

- Geometría del terreno: sin restricciones desde el punto de vista topográfico y dimensional.
- Programáticas: todas las actividades a desarrollar se distribuyen en forma horizontal permitiendo diseñar un edificio bajo, de un solo nivel y plantas sencillas.
- Estéticas: satisfacer los requerimientos funcionales integrando el conjunto desde el punto de vista formal, a las características edilicias del entorno.
- Estructurales: adoptar para cada elemento del conjunto, una estructura que soportara sin colapsar las acciones de eventuales sismos, aún cuando eventualmente sufriera mínimos daños controlados que pudieran reparase.



(Fig.2)Planta y vista general del Conjunto

Aspectos constructivos

a. Generales

Concordante con los criterios expuestos, todos los cuerpos del conjunto presentan en planta una forma rectangular (relación 1:2), manteniendo la continuidad de los muros perimetrales a fin de no presentar variaciones de rigidez y resistencia. Asimismo se los prolonga en esquinas y cruces, formando contrafuertes para mejor transferencia de los esfuerzos sísmicos en las dos direcciones principales.

Para el caso de mamposterías de BTC y BaTc se aplican refuerzos consistentes en encadenados horizontales de hormigón armado (inferiores sobre cimientos y superiores en el arranque de techos) vinculados por encadenados verticales ubicados en esquinas y cruces de muros. En el módulo de servicio, los muros monolíticos de tapial estabilizado se refuerzan internamente con barras de acero (ø 10 mm.) desde el encadenado horizontal inferior, hasta el de nivel de coronamiento.

En los módulos laboratorio, aula y depósito-taller, el techo en forma de bóveda de simple curvatura, se realiza con BTC utilizando una cimbra metálica deslizante diseñada en el CRIATiC. En el módulo dirección-administración, el techo se resuelve con cúpulas semicirculares de de BTC y ladrillos cerámicos comunes dispuestos en hiladas avanzadas desde el arranque hasta el lucernario cenital (método del compás).



(Fig. 3) Construcción Techos de bóvedas y cúpulas

El techo de la galería que circunda el patio central, consta de un entramado estructural de madera y cañizo sobre el que se aplica un forjado de tierra (torta o entortado), soportado por vigas y columnas de quebracho colorado de sección compuesta. Tanto para el acabado interior como exterior, se ensayan diferentes tratamientos en base a materiales tradicionales (tierra; tierra-cal) y productos industriales.

b. Particulares

En la construcción de los módulos de aulas y depósito-taller, se aplica el sistema constructivo "LAMARS" informado en el Ier SIACOT (Mellace; Alderete; Arias. Bahía 2002) que propone una innovación tecnológica en la resolución de los muros portantes con mamposterías de bloques articulados.

El componente básico (BaTc-I) se incorpora al muro directamente en seco, sin mortero de asiento lográndose la estabilidad del conjunto mediante encastres horizontales y verticales que, a modo de articulaciones "macho-hembra", vinculan a unos con otros en una misma hilada y en entre hiladas sucesivas, asegurando la inmovilidad y homogeneidad de la mampostería.

Caracterización del Sistema LAMARS

a) Materiales utilizados

Conforme al tipo y propiedades particulares de las tierras disponibles, las mezclas de suelo-cemento se dosifican en volúmenes aparentes y se preparan con un contenido óptimo de agua según determinaciones previas en laboratorio (ensayos Próctor) y verificación por métodos normalizados de los índices de resistencia a compresión axial, de tracción por compresión diametral; de absorción de agua y desgaste por abrasión



(Fig. 4) Producción de bloques comprimidos BTC y BaTc-I

b) Producción del Componente (BaTc)

Para la producción de los bloques articulados (Fig. 4) se emplea una prensa mecánica simple, diseñada a partir de la máquina CINVA-RAM. Accionada manualmente por un solo operario, comprime la mezcla de s-c con una presión dinámica de 2,20 kgf/cm^2. El BaTc-I obtenido resulta resistente a solicitaciones de compresión, corte, impacto y desgaste por abrasión; estable ante la acción del agua; de baja absorción (17 % máximo: 24 h. inmersión en agua fría s/ IRAM 12536) y buen comportamiento térmico, apto para cualquier tipo de clima (Alderete, C; Arias, E. 2001).

c) Construcción de los CV (Muros)
La cimentación de los muros se resuelve con macizos corridos de hormigón ciclópeo de 200 kg de cemento por m^3; sus dimensiones -ancho y profundidad- se determinan en función de las características resistentes del terreno (σ = 1,7 Kgf/cm^2). A los efectos de evitar el contacto directo con aguas superficiales, la construcción del muro se inicia a partir del encadenado inferior de hormigón armado (0,30 m. de altura y 300 kg/m^3 de cemento), asentando la primera hilada de bloques sobre un lecho de mortero cementicio (1:3 + aditivo hidrófugo), que permite rectificar posibles deficiencias en el nivelado asegurando la horizontalidad de las hiladas subsiguientes.



(Fig. 5) Elevación muros de BTC y BaTc-I

A partir de la primera hilada los bloques se colocan sin mortero, teniendo cuidado en intercalar en cada caso la pieza correspondiente para lograr las adecuadas trabas en los encuentros y terminaciones de muros. Los encastres “macho-hembra” horizontales y verticales con que se vinculan los bloques aseguran, además de la estabilidad estructural, la necesaria estanqueidad de las juntas impidiendo toda posibilidad de paso de agua o aire exterior.

A los fines de su comportamiento sismorresistente, los muros se vinculan en su parte superior con un encadenado horizontal o “viga collar” de hormigón armado, de 0,30 m. de ancho y altura equivalente a dos hiladas (0,20 m.), que distribuye uniformemente las cargas del techo, evita el posible desplazamiento lateral de los muros y asegura el trabajo solidario del conjunto. En el sentido vertical, el arriostramiento se logra mediante encadenados de hormigón armado y contrafuertes que, integrados a la mampostería, transmiten las fuerzas de corte a la cimentación.

Conclusión
Referida a la tecnología de construcción con tierra en áreas sísmicas, la realidad existente en la Argentina, es que más de la mitad de la población residente en zonas áridas que presentan de moderado a elevado riesgo sísmico (alrededor del 75% del territorio) sigue construyendo sin contar con asistencia técnica adecuada.

Un posible camino que lleve al mejoramiento de esta situación es, por una parte, el trabajo sistemático en la educación y formación de recursos humanos en diversos campos y niveles y, por otra, desarrollar experimentar sistemas y componentes constructivos ajustados al rigor técnico-científico exigido para los sistemas convencionales.

En esa dirección van dirigidas obras y proyectos que como la presentada encarada el CRIATiC en el campo académico, interactuando con organismos público y organizaciones del tercer sector de la sociedad. En este sentido, se considera que los objetivos planteados en este caso, se alcanzaron plenamente, abriendo además la posibilidad avanzar luego en la propuesta de emprendimientos productivos para facilitar la incorporación de mano de obra desempleada al mercado laboral, promoviendo la creación de fuentes de trabajo como forma de contribuir a la disminución de otro de los problemas que indirectamente incide en la aceptación de alternativas tecnológicas apropiadas: la capacidad económica de los usuarios.

Bibliografía

*MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. *Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda – Tucumán-Argentina Etapa II: Construcción y monitoreo de prototipos.* Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda. Tucumán, Argentina. 2003.

*MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. *Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda – Tucumán-Argentina -Etapa I: diseño y ensayos previos.* Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda. Tucumán, Argentina. 2003.

*ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. *Mampostería de bloque comprimidos de tierra-cemento con junta de asiento.* Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos de la envolvente" (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 2002.

*ALDERETE, Carlos E; ARIAS, Lucía E; MELLACE, Rafael F. *Control de la absorción en bloques comprimidos de suelo-cemento.* Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos de la envolvente" (ISSN: 0328-3240). *Tucumán, Argentina. 2002.

MELLACE, Rafael F; ALDERETE, Carlos E.; ARIAS, Lucía E. *Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda: Sistema Constructivo "LAMARS.* I Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (I SIACOT). Salvador- Bahía- Brasil, 2002.

*MELLACE, Rafael F; ALDERETE, Carlos E. *Ensayos físico-mecánicos de suelo y componentes constructivos de tierra cruda. Salón de Fiestas K-Sama - Santa María*, *Catamarca.* Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos de la envolvente" (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 1996.

Rafael Francisco Mellace

Arquitecto. Profesor Titular de: Construcciones 1; Diseño y Construcción con Madera; Arquitectura de Tierra. Investigador del Consejo Investigaciones de la UNT (CIUNT)- Categoría 1. Director de Proyectos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT) y del CIUNT. Director del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC / FAU / UNT. Miembro efectivo del Proyecto 6 PROTERRA (CYTED-HABYTED) y de la RED- Protierra (Argentina).
Participó como conferencista y ponente en congresos, seminarios y jornadas en el extranjero y en provincias del Noroeste Argentino; en actividades de transferencia: charlas y talleres de capacitación en centros vecinales, escuelas, comunidades rurales de la provincia de Tucumán.
Acredita la publicación de libros, artículos en revista y en memorias de encuentros científico-técnicos.
c.e: rfmellace@arnet.com.ar, rfmellace@herrera.unt.edu.ar

Carlos Eduardo Alderete

Ingeniero Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: carlosealderete@yahoo.com.ar

Stella Maris Latina

Arquitecta. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: stellamarislatina@yahoo.com.ar

L
ucía Elizabeth Arias

Ingeniera Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) /
e-mail: arias-alderete@arnet.com.ar, luciaelizabetharias@yahoo.com.ar

Mirta Eufemia Sosa

Arquitecta. Formación especializada de posgrado DPEA “Arquitectura de Tierra”, CRATerre-EGA, Francia. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: mirta_sosa@hotmail.com

Irene Cecilia Ferreyra

Arquitecta. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: icferreyra@hotmail.com

4.15

Viviendas antisísmicas de tierra, resultados de investigación y ejecución en zonas sísmicas de los Andes

Gernot Minke
Universidad de Kassel, D-34109 Kassel, Alemania
Tel.: ++49-561-804-5312/5315, e-mail: feb@asl.uni-kassel.de

Palabras clave: construcciones antisísmicas-tierra-viviendas

Resumen

En el Forschungslabor für Experimentelles Bauen (Instituto de investigación de construcciones experimentales) de la Universidad de Kassel, Alemania fueron estudiados los efectos de sismos de alta intensidad en viviendas de tierra de un piso en cuatro proyectos de investigación en Latino América.

El análisis de los daños presentados en viviendas de un piso afectadas por sismos de alta intensidad en diferentes zonas rurales de los Andes, permite establecer que son siempre algunos de los mismos típicos errores de diseño estructural o de ejecución de obra que conducen al colapso o a daños considerables.

Mientras estas investigaciones se construyeron seis prototipos de viviendas con diferentes sistemas estructurales en México, Guatemala, Ecuador, Bolivia, Chile y Argentina: con muros de tierra apisonada reforzados con bambú, muros dúctiles de bahareque (Quincha), muros dúctiles de elementos textiles rellenos con tierra, cúpula y bóveda de adobe pretensadas. En algunas viviendas se emplearon elementos angulados para crear un efecto de auto estabilización, en otras se emplearon uniones flexibles que dan la ductilidad necesaria para la sismo resistencia, y en otras se aisló la estructura de la cubierta de los muros.

La ponencia describe aspectos de diseño para optimizar plantas así como vanos para puertas y ventanas, describe uniones críticas y da sugerencias para la construcción de encadenados y dinteles.

Se muestra además el ensayo de una bóveda de adobe pretensada, de 3,25 m de luz sobre una mesa vibratoria en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) Lima con una aceleración de hasta 0,8 g, un desplazamiento horizontal de hasta 8,30 cm. y con una duración de 30 segundos en cada fase simulando un sismo de alta intensidad.

El resultado de estos proyectos de investigación es la percepción de que no es la tierra como material de construcción, que conduce a daños durante un sismo sino errores en el diseño estructural y/o una mala ejecución de obra.

Introducción

El barro como material de construcción ha perdido credibilidad debido a que gran parte de las viviendas nuevas construidas en tierra no resistieron terremotos recientes y debido al prejuicio de ser considerado como “material de los pobres”.

En Mendoza, Argentina por ejemplo está prohibido construir viviendas con adobes, a pesar que más del 80 % de la población rural alrededor de la ciudad sigue construyendo sus viviendas con dicho material. Por otra parte en Mendoza muchos casos de viviendas de ladrillos cocidos o bloques de concreto se derrumbaron de igual manera que las viviendas construidas con adobes.

En la ciudad se pueden ver viviendas antiguas construidas con muros de tapial que resistieron todos los sismos de los siglos pasados.

El resumen de las investigaciones llevadas a cabo en diferentes regiones de los Andes demuestra que: No es la tierra como material de construcción la causa de los daños en un sismo, sino un diseño estructural no adaptado al sismo ó una obra mal ejecutada.

Requisitos de diseño, medidas estructurales

En los sismos los daños más grandes ocurren cuando los muros colapsan hacia el exterior dejando caer el techo sobre los habitantes de las viviendas. Por ello la tarea principal del diseño antisísmico es asegurar que los muros no caigan hacia el exterior solución que se logra mediante un encadenado. Para evitar que los muros se pandeen y quiebren se puede utilizar un espesor mayor, muros intermedios, contrafuertes y / o refuerzos internos.

Basados en daños en viviendas rurales de adobe de forma rectangular analizadas después sismos de gran intensidad diez errores principales fueron analizados e ilustrados en la fig. 1.

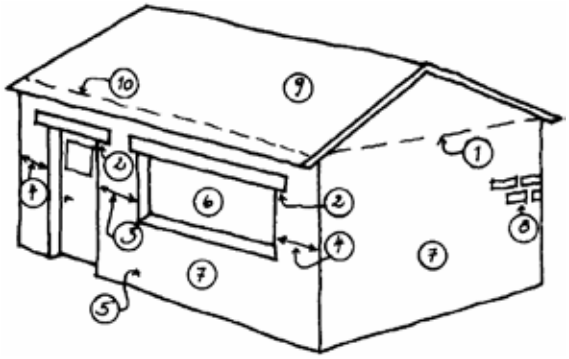


Fig. 1 Errores tipicos

1. Ausencia de un refuerzo horizontal (encadenado, collarín o viga cadena)
2. Los dinteles no penetran suficientemente en la mampostería
3. El ancho de muro entre los vanos de la ventana y la puerta es demasiado angosto
4. El ancho entre los vanos de la ventana y la puerta en relación a las esquinas es demasiado angosto
5. Ausencia de un sobrecimiento (zócalo)
6. El vano de la ventana es demasiado ancho
7. El muro es muy largo y delgado sin tener elementos de estabilización
8. La calidad de la mezcla del mortero es pobre (con una baja capacidad aglutinante), las uniones verticales no están completamente rellenas, las uniones horizontales son demasiado gruesas (más de 1,5 cm)
9. La cubierta es demasiado pesada
10. La cubierta tiene un arriostramiento débil con el muro

Tomando como base esta investigación se desarrollaron 17 reglas para un diseño antisísmico.

1. Las viviendas no se deben ubicar en terrenos inclinados.
2. Es ventajoso si la frecuencia de resonancia de la vivienda no es igual a la frecuencia del movimiento telúrico durante el sismo. Esto implica que las viviendas pesadas construidas con técnicas sólidas no deben ser ubicadas sobre una base de roca dura sino sobre suelos arenosos o limosos. Viviendas ligeras sin embargo se comportan mejor sobre un suelo blando.
3. Los diferentes espacios de la vivienda no deben tener diferentes niveles ni tener alturas distintas. Si así fuera, estas partes deben estar estructuralmente separadas. Debido a

que las secciones de diferentes alturas tienen diferentes frecuencias de resonancia, se les debe permitir tener una oscilación independiente.

4. La planta de la vivienda debe ser tan compacta como sea posible. Las plantas circulares dan una mejor rigidez que las cuadradas y éstas mejor rigidez que las rectangulares.
5. Los cimientos deben actuar como una cadena de anclaje rígida (viga perimetral) y por ello, deben estar adecuadamente reforzados.
6. Los cimientos, muros y techos deben estar bien fijados entre si y las juntas en condiciones de resistir las fuerzas de corte que se producen.
7. Como encuentro superior de los muros debe construirse un encadenado (viga anillo) que enlace toda la estructura.
8. Los muros deben ser estables contra las fuerzas de tracción y corte que se producen. La mampostería debe realizarse con juntas bien rellenas y morteros con buena capacidad aglutinante.
9. Los muros portantes de mampostería deben tener un espesor mínimo de 40 cm y su altura no debe ser mayor a 6 veces su espesor.
10. Los muros de mampostería deben reforzarse cada 3 a 4 m con columnas que estén fijadas estructuralmente a los cimientos (capaces de tomar momentos) ó con refuerzos laterales (fig. 2).
11. Las esquinas de los muros, juntas entre muros y las aberturas de ventanas deben rigidizarse con columnas verticales de madera ó hormigón armado que estén fijados a los cimientos o con contrafuertes de tal manera que las fuerzas horizontales no muevan los elementos.
12. En muros hechos de tapial se recomienda la realización de los mismos en elementos con forma de T, U, Z, L evitando por su forma el peligro que estos colapsen, ver fig. 3.

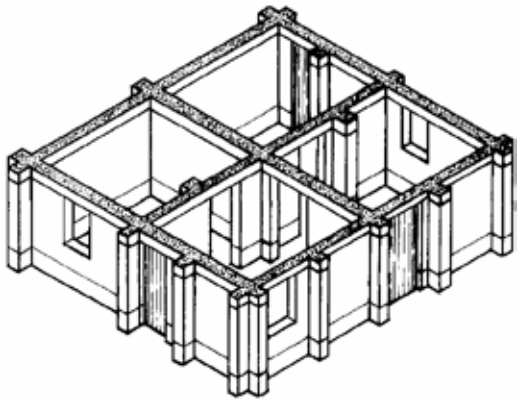


Fig. 2

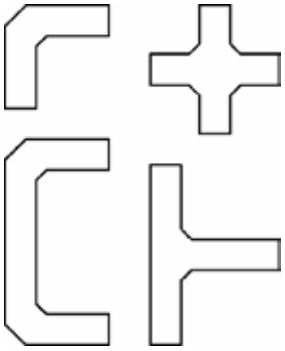


Fig. 3

13. Se recomienda hacer las aberturas sin dintel utilizando para este propósito el encadenado superior, ver fig. 4.
14. Las cubiertas deben ser tan ligeras como sea posible. Debido a su masa y altura tienen una diferente frecuencia de movimiento en relación a los muros durante el sismo. Se recomienda fijar la estructura de la cubierta a columnas dentro o fuera de los muros, de tal manera que ante fuerzas sísmicas su movimiento sea independiente al de los muros.
15. Los empujes horizontales de bóvedas y cúpulas deben estar suficientemente asegurados con encadenados, contrafuertes o tirantes.
16. Vanos para ventanas y puertas desestabilizan los muros y requieren un diseño cuidadoso, ver fig. 5.
17. Las cubiertas deben ser livianas.

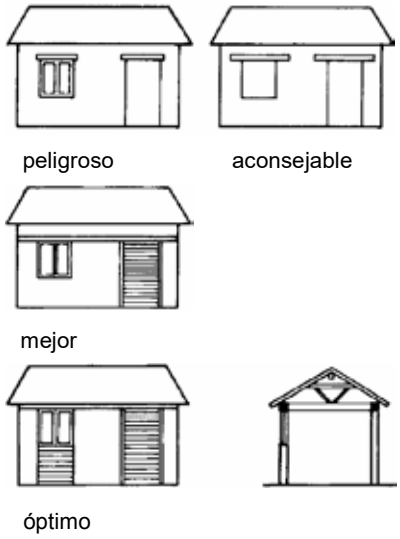


Fig. 4

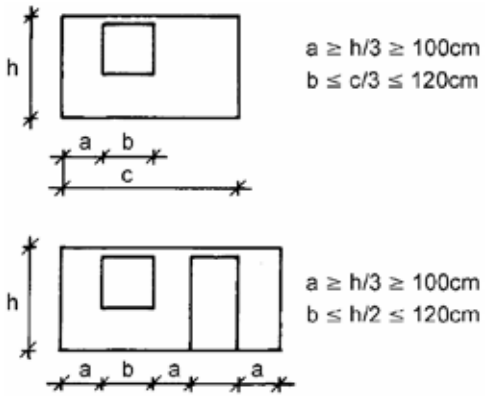


Fig. 5

Muros de tapial estabilizados por la forma

Debido a que los muros delgados son débiles a las impactos horizontales perpendiculares y ya que los refuerzos de hormigón armado son costosos, se propone una solución simple de estabilización mediante la forma angular, es decir elementos de muro en forma de L, T, U, X, Y o Z que solo por su forma proveen resistencia al volcamiento y al colapso, como se puede ver en la fig. 3.

Existe una regla para el diseño de los extremos libres de estos elementos. Si el muro tiene un espesor de 30 cm, el extremo debe ser de no más de 3/4 de la altura y no menos de 1/3 de la altura, ver fig. 6. Esta longitud mínima es necesaria para transmitir las fuerzas diagonalmente a los cimientos.

Con longitudes mayores, los extremos libres deben ser estabilizados, mediante otros angulares o columnas.

Cuando el muro esta anclado abajo con el cimiento y fijado arriba con el encadenado, es posible utilizar elementos de mayor altura o menor espesor. Sin embargo, la altura del muro no debe ser mayor a 8 veces el espesor del mismo.

Las fuerzas perpendiculares al muro se transfieren a la sección del muro paralela a las mismas. Debido a que las fuerzas se concentran en la esquina del ángulo, este tiende a abrirse, por ello es recomendable diseñarlas con un espesor mayor a la del resto del elemento evitando el ángulo recto, como se puede ver en la fig. 7. Esta es una solución sencilla especialmente para la técnica del tapial.

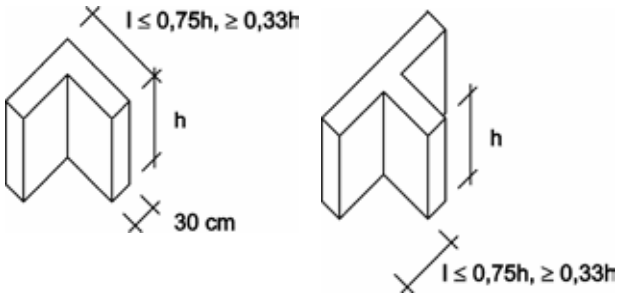


Fig. 6

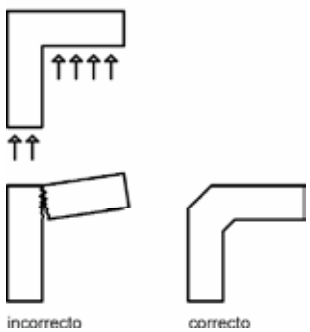


Fig. 7

Muros de tapial con refuerzos internos

Una solución para estabilizar muros de tierra apisonado contra los impactos horizontales del sismo es utilizar elementos verticales de madera o bambú dentro del muro, anclados con el sobrecimiento y fijados al encadenado.

Los elementos de refuerzo horizontal son poco efectivos e incluso pueden ser peligrosos, debido a que no se puede apisonar bien la tierra debajo de los mismos y ya que el elemento de refuerzo no tiene un anclaje con la tierra se debilita la sección en estos puntos y pueden aparecer quiebres horizontales durante el sismo.

Una técnica de paneles de tapial reforzados con bambú se desarrolló en 1978 como parte de un proyecto de investigación en el FEB, y se implemento exitosamente en Guatemala con la Universidad de Francisco Marroquin (UFM) y el Centro de Tecnología Apropiada (CEMAT), ver figs. 8 a 11.

En este proyecto se construyeron elementos de 80 cm de largo y de un piso de altura, de tapial reforzado con bambú utilizando un encofrado de metal en forma de T de 80 cm de largo, 40 cm de altura y 14 a 30 cm de espesor, ver fig. 8. La estabilidad de los elementos se obtuvo con 4 varillas de bambú de 2 a 3 cm de espesor y la sección T. Estos elementos se fijaron en la base a un encadenado de bambú dentro de un zócalo de mampostería de piedra (hormigón ciclópeo) y en la parte superior a un encadenado de bambú.





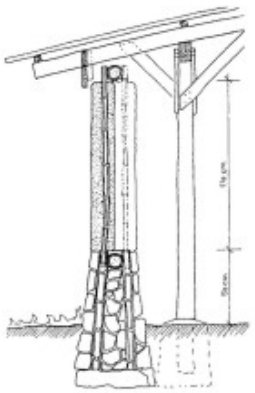




Fig. 8 a 11

Las uniones de los elementos de tapial actúan como juntas de fallo prediseñadas, lo que significa que estas pueden abrirse y toda la estructura se deforma un poco disipando la energía cinética sísmica.

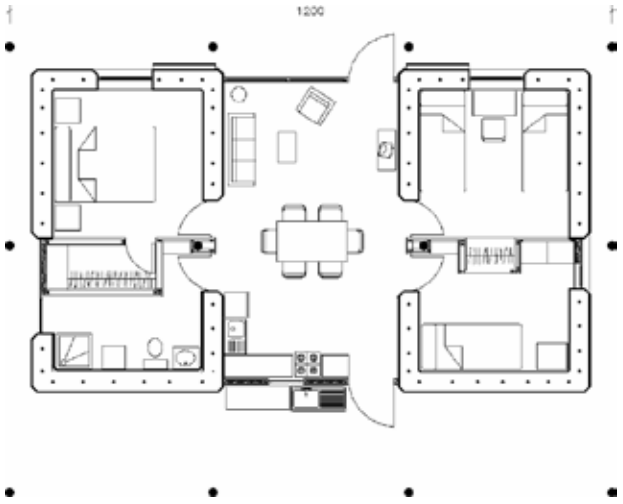


Fig. 12

Las columnas sobre las que descansa el techo se ubicaron a 50 cm del muro hacia el interior. Entonces ambos sistemas pueden moverse independiente de acuerdo a su propia frecuencia en el sismo. El FEB y científicos de la universidad de Santiago de Chile construyeron en un proyecto de investigación una vivienda antisísmica de tapial reforzado, ver fig. 12.

En este proyecto las columnas del techo también son excéntricas de los muros. Los muros de tapial tienen elementos en forma de L ó U, con 40 cm de espesor. Ellos proveen resistencia contra fuerzas horizontales del sismo por su forma. Y además fueron reforzados con cañas verticales de coligue en el interior. Entre estos elementos se situaron las secciones débiles como puertas y ventanas de piso a techo, que crean uniones que pueden deflectarse en el sismo. Por esto la estructura tiene suficiente ductilidad a pesar de estar construida con elementos rígidos.

Cúpulas

Una cúpula antisísmica debe tener una sección especial que evite todas las fuerzas de anillo de compresión y tensión, asimismo la línea de presiones de la cúpula debe mantenerse en el centro del espesor de la cúpula.

Para construir una cúpula sin encofrado con esta sección estructuralmente optima, se desarrolló en el FEB una guía rotatoria, que tiene un ángulo recto con el que se colocan los bloques. Este ángulo está ajustado a un brazo rotatorio fijado a un poste vertical. Las figs. 13 y 14 muestran la aplicación de esta técnica para una cúpula antisísmica de 8.80 m de luz libre y 5.50 m de altura libre que se construyó en La Paz, Bolivia en 2000. Los adobes de esta cúpula se elaboraron manualmente con un molde especial con esquinas redondeadas para mejorar la acústica. Encima del sobrecimiento (zócalo) y debajo se hizo un encadenado de hormigón armado.

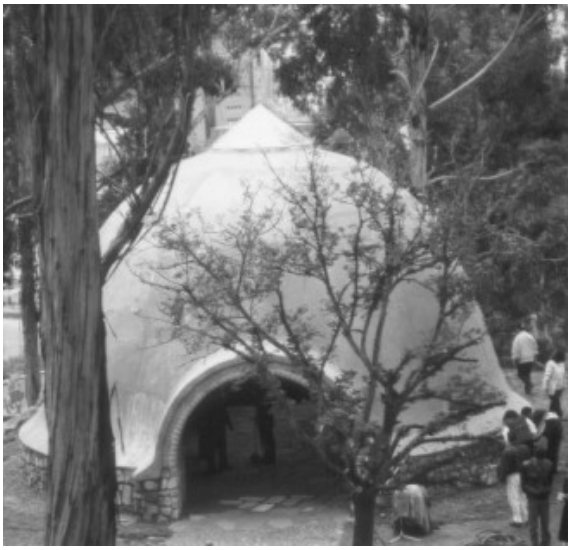




Fig. 13 y 14

Bóvedas

Se recomienda que al igual que las cúpulas, las bóvedas arranquen directamente sobre el sobrecimiento para obtener una mejor estabilidad en caso de sismo.
La sección transversal de una bóveda que por lo general esta cargada solo por su propio peso, debe tener la forma de una catenaria invertida, de tal manera que solo contenga cargas de compresión.

Un sistema de bóvedas pretensadas construidas de adobe con elementos de metal fue desarrollado por el autor en 2004 para proyectos en Irán y Argentina.
Una bóveda de este tipo fue testeada a escala 1:1 sobre la mesa vibratoria de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) Lima (ver fig. 15). Esta bóveda resistió la simulación de un sismo de alta intensidad con una aceleración de 0,8 g, un desplazamiento horizontal de hasta 8,3 cm y una duración de 30 segundos, sin colapsar.
Este sistema fue aplicado en una vivienda realizada con cuatro bóvedas y una cúpula central en la estancia Guanizuil, San Juan, Argentina, ver fig. 16.
Actualmente se esta diseñando otra aplicación para un restaurante con bóvedas cruzadas en Barreal, Argentina.



Fig. 15



Fig. 16

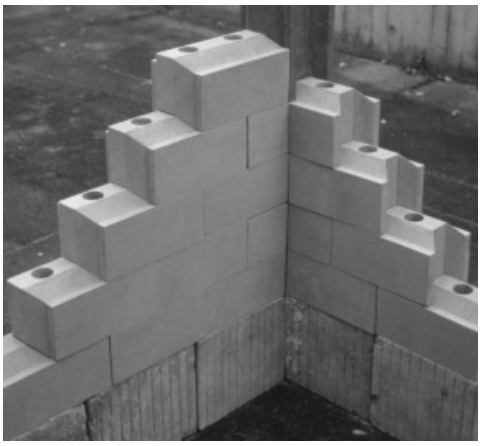
Muros Dúctiles

Los Incas utilizaron para muros piedras que encajan unas con otras sin mortero. Estos resistieron sismos de gran intensidad durante siglos, ver fig. 17, debido a su ductilidad.



Fig. 17

Los sistemas de bloques machihembrados tienen una ductilidad similar. Pero los bloques machihembrados comunes no tienen suficiente resistencia contra fuerzas horizontales debido a que el efecto del machihembrado solo se logra mediante una altura de algunos milímetros.
Por ello el autor desarrolló un sistema de bloques de barro prensado con uniones machihembradas a los cuatro lados y cada de una altura de 40 mm, ver fig. 18. Estos muros se pueden estabilizar adicionalmente con refuerzos verticales como cañas de bambú ó fierros que atraviesen los hoyos.



En el Instituto de Investigación de Construcciones Experimentales (FEB) de la Universidad de Kassel, Alemania, se investigaron desde 1977 diferentes posibilidades para utilizar elementos textiles rellenos con tierra arcillosa, pómez o arena en la construcción de muros dúctiles.
Como parte de un proyecto de investigación de cooperación del FEB, la Universidad Francisco Marroquin (UFM) y el Centro De Estudios Mesoamericano sobre Tecnología Apropiada (CEMAT) ambos de Guatemala, en 1978 se construyó una vivienda prototipo de 55 m² en Guatemala utilizando mangueras rellenas de tierra con piedra pómez para los muros, ver fig. 19.
Las mangueras de 10 cm de diámetro se hicieron de tela de algodón y se embebieron en una lechada de cal (para evitar la putrefacción de la tela) y luego se colocaron entre columnas verticales ubicadas a una distancia de 2.25 m. Una estabilidad adicional se logró con cañas de bambú fijadas verticalmente a una distancia de 45 cm entre cada panel.
La estructura de la cubierta descansa sobre columnas exentas ubicadas a 50 cm de los muros hacia el interior. Los costos materiales de esta estructura resultaron ser la mitad de los costos de una vivienda similar construida con bloques de hormigón.



Fig. 19

Bibliografía

*MINKE, Gernot: *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*, Alemania, 2005
*http://www.asl.uni-kassel.de/~feb - Publikationen

Gernot Minke

Arquitecto y catedrático de la Universidad de Kassel, Alemania, dirige el Instituto de Investigación de Construcciones Experimentales. Desde 1974 se han llevado a cabo más de 30 proyectos de investigación y desarrollo en el campo de construcciones ecológicas, viviendas de bajo costo y especialmente en el campo de las construcciones en tierra. Ha diseñado varias edificaciones particulares y públicas donde el barro es material predominante.
Sus obras se encuentran no solo en Europa, sino también en América del Sur, América Central e India.
Ha publicado varios libros y más de 300 artículos. Ha participado como invitado en más de 40 conferencias internacionales. Asimismo, ha dado numerosos cursos en Argentina, Bolivia, Brasil, Guatemala, India, México, Paraguay y Venezuela y conferencias en diferentes universidades del mundo.

cv-gernot minke

4.16

O USO DO SOLO-CIMENTO EM EDIFICAÇÕES. A EXPERIÊNCIA DO CEPED.

Célia Neves
CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento. Universidade do Estado da Bahia
Rede Ibero-Americana PROTERRA
Al. Praia de São Vicente, 40 Vilas do Atlântico 42700-000 Lauro de Freitas, BA, BRASIL
Tel.: (55 71) 3379 3506 e-mail: cneves@superig.com.br

Palavras-chave: solo-cimento - construção com terra - sistema construtivo

Resumo
A construção com terra, largamente utilizada por nossos antepassados, é uma manifestação marcante do uso de recursos naturais abundantes na convivência do Homem com a Natureza. Atualmente, o uso da terra como material de construção pode ser distinguido de dois modos: a sobrevivência dos sistemas construtivos primitivos, preservados pela carência em que vivem algumas populações; ou pelo uso de técnicas inovadoras, incentivadas pelas investigações em universidades e outras instituições, caracterizadas pela simplicidade, eficácia e baixo custo.
O solo-cimento é uma das possibilidades do uso da terra para a produção de edificações. A mistura da terra e cimento, devidamente dosada e compactada, adquiri resistência e apresenta durabilidade compatíveis com os critérios necessários para a construção de edificações. O solo-cimento, em geral, é empregado na construção de paredes, em forma de painéis monolíticos, moldados no local, ou como tijolos ou blocos que compõem a alvenaria.
Este trabalho relata a experiência do CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (Brasil) que, a partir de 1976, instalou um programa de investigação com o objetivo de utilizar o solo-cimento na construção de paredes, fundações e pisos. O programa abrangeu o estudo do material, inclusive dosagens e identificação de parâmetros que assegurassem sua qualidade para atender às solicitações de uso. Fundamentado na tradicional técnica de taipa-de-pilão, desenvolveu o sistema de execução de paredes em painéis monolíticos com o uso de guias verticais e moldes de madeira. Em laboratório, realizou ensaios para avaliar o desempenho e dimensionar as paredes em função de sua esbeltez. Através de instrumentos diversificados, tais como a publicação de livros, manuais e cartilhas, realização de cursos e projetos de construção e assitência técnica, procurou transferir a tecnologia desenvolvida. Após sua aplicação, realizou a avaliação pós-ocupação, como forma de verificar a satisfação do usuário e promover o avanço da tecnologia. Conclui, demonstrando a viabilidade de uso do solo-cimento para a produção de edificações.

Introdução

O uso da terra como material de construção remonta a épocas em que o homem sentiu a necessidade de construir seu abrigo, ao invés de usar apenas os recursos oferecidos pela Natureza. No Antigo Testamento, muitos séculos antes de Cristo, encontram-se referências sobre a fabricação de adobes, com os quais os egípcios levantaram provavelmente muito dos seus edifícios e monumentos (Êxodo 5, 18).
As técnicas de construção com terra têm mostrado sua versatilidade através dos séculos. Em todos os recantos do mundo, a construção com terra sempre esteve presente, passando pelas devidas adaptações técnicas e culturais para atender às necessidades do homem e de seu ambiente construído. Os antigos souberam como explorar as boas propriedades da terra e utilizá-la em belíssimas construções. O conhecimento e habilidade necessários para construir com terra foram transmitidos gradativamente para outras regiões.
Atualmente o uso da terra na construção pode ser distinguido em dois níveis: por um lado, a sobrevivência dos sistemas construtivos mais primitivos gerados pela carência em que vivem algumas populações; por outro lado, pelas investigações e incentivos de instituições de

pesquisas para o uso de técnicas inovadoras coerentes, caracterizadas pela simplicidade, eficácia e baixo custo.

As contribuições para o avanço de tecnologia de construção com terra são inúmeras, vêm de todas as regiões do mundo, de profissionais de diversas áreas, estimulados, criativos e extremamente dedicados. Nos países ibero-americanos, principalmente no continente americano, existe um intenso e árduo trabalho desses especialistas na busca de aperfeiçoar e incentivar o uso da terra como material de construção (Neves, 1995).

Como nem toda terra é adequada para seu uso como material de construção, o Homem aprendeu a melhorar suas características, através da estabilização, e a empregar técnicas construtivas em função do tipo de terra disponível na região.

A melhoria das características da terra pode ser efetivada por modificação da sua granulometria, com a mistura de outro tipo de terra, ou com a adição de materiais ditos estabilizadores, tais com a palha, o asfalto, a cal e o cimento, entre outros, sendo que cada estabilizador tem uma função específica. A estabilização da terra não é um procedimento recente: a adição de asfalto natural ou palha na produção de adobes, para diminuir a permeabilidade ou reduzir a retração, são práticas milenar e atualmente pode ser classificadas como estabilização granulométrica, por cimentação, por armação, por impermeabilização e por tratamento químico (Neves et al, 2005).

No Brasil, onde as construções com terra constituem a grande maioria da nossa arquitetura colonial, o processo construtivo foi legado pelos portugueses e africanos, uma vez que não se tem notícia de que o índio tivesse empregado a terra como material de construção.

A partir da década de 70, os estudos sobre o uso da terra para produção de edificações de interesse social foram dirigidos especialmente o solo estabilizado por cimentação. Com o apoio dos institutos de pesquisas, já se dispõe, no Brasil, de um volume significativo de conhecimento sobre solo-cimento, solo-cal e solo-borra de carbureto (resíduo industrial resultante da produção do acetileno) e de treze normas técnicas publicadas relativas ao solo-cimento. As técnicas empregadas constituem-se basicamente de tijolos e blocos comprimidos, em equipamentos manuais ou automáticos, denominados BTC, e de painéis, moldados no local. Atualmente, constata-se um forte movimento para a utilização de entulho reciclado na fabricação de tijolos e blocos de solo estabilizado com cimento (Neves et al, 2001).

Fundamentos históricos do solo-cimento no Brasil

Quando na década de 30 a Portland Cement Association PCA iniciou um intenso programa de pesquisa visando a utilização do solo estabilizado com cimento para construção de rodovias, alguns pesquisadores envolvidos no assunto, principalmente Catton (1959) e Merril (1941), anteciparam a possibilidade de utilização do novo material para construção de casas.

Dado a excelência do material logo o mundo inteiro se interessou por seu uso, principalmente em rodovias, cabendo citar que, já em 1941, o Brasil, através de sua organização similar, a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, já dispunha de um método de dosagem.

Embora tenha havido algumas tentativas para utilização do solo-cimento em paredes, as informações são bastante escassas e referem-se à construção de algumas casas cuja decisão se deve mais ao espírito arrojado de algum interessado do que à expressão de uma utilização generalizada de uma nova técnica. Merril (1941) relatou em seu livro algumas iniciativas nesse sentido, principalmente tentativas de desenvolver tijolos e blocos.

O marco fundamental de referência sobre a utilização do solo-cimento para construção habitacional foi a publicação do Centro Regional de Ayuda Técnica do México (Cyntryn, 1959) que relata uma experiência realizada em Israel e reúne toda bibliografia disponível sobre o assunto. Também o Centro Interamericano de Viviendas y Planeamiento deu um forte impulso à tecnologia ao desenvolver um modelo bastante simples de uma prensa manual para fabricação de tijolos, hoje conhecida pela denominação CINVA-RAM e publicar o clássico "Suelo-Cemento: su aplicación en la construción" (1959).

No Brasil, no final da década de 40, algumas experiências com paredes de painéis monolíticos foram realizadas com êxito, através da Associação Brasileira de Cimento Portland, resultando na publicação de uma proposta para o uso desse material (ABCP, 1948).

A partir de meados da década de 70 quando começaram a surgir preocupações quanto à crescente demanda habitacional, os centros de pesquisas tiveram incentivos para investigar o emprego do solo-cimento na construção de habitações e outras alternativas tecnológicas. Dois centros de pesquisas se destacaram nessa área: o CEPED - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento que se dedicou, entre outras investigações, ao emprego do solo-cimento para produção de fundações e paredes com painéis monolíticos; e o IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo que estudou a fabricação de tijolos e blocos de solo-cimento.

Através do Programa de Tecnologias da Habitação – THABA, o CEPED estudou parâmetros que assegurassem a qualidade do material com as características exigidas pelo uso e desenvolveu sistemas construtivos simplificados. Procurou transferir a tecnologia através de exposições, cursos, treinamentos, assistência técnica e publicações.

A Divisão de Engenharia Civil do IPT investigou quanto à fabricação de tijolos em prensas manuais e automáticas e blocos vazados em prensas automáticas com vistas ao estudo da viabilidade técnica e econômica desses produtos.

Nesse trabalho, procura-se relatar sumariamente as atividades realizadas pelo THABA/CEPED no desenvolvimento e transferência da tecnologia do solo-cimento para construção de edificações e questionar a intensidade de sua implantação no mercado da construção habitacional.

Estudos sobre solo-cimento realizados no CEPED

Os estudos até então realizados com relação à estabilização da terra com cimento tratavam, na grande maioria, para sua aplicação em rodovias. Havia a necessidade de identificar os parâmetros para utilização desse material para construção de edificações, estabelecer métodos de dosagem e desenvolver sistemas construtivos. Em vista disso, instalou-se um programa de investigação com o objetivo de empregar o solo-cimento na construção de paredes, fundações e pisos. As paredes, no entanto, é que exigiram estudos mais intensos devido a sua esbeltez e exposição às intempéries.

A dificuldade básica, uma vez que já existiam ensaios recomendados e/ou normalizados para uma reprodução aproximada das solicitações normais da edificação, estava em estabelecer valores que deveriam alcançar os resultados dos ensaios de laboratório. Como tais dados não existiam, admitiu-se que a fixação de qualquer critério deveria se apoiar em uma das seguintes opções: orientar-se a partir de outros usos do mesmo material; comparar com materiais tradicionais; ou, fundamentar-se nas características estruturais.

As investigações realizadas no CEPED constaram de etapas distintas. Inicialmente, dedicou-se ao estudo do material em laboratório e ao desenvolvimento de sistemas construtivos. Com os resultados obtidos, procurou-se efetivar a transferência tecnológica e, após a execução de um número considerável de edificações, efetuou-se a avaliação pós-ocupação, quando se comprovou, na prática, a qualidade da construção com solo-cimento.

Estas ações conduziram ao fechamento de um ciclo na investigação, compreendido por desenvolvimento-transferência-avaliação, cujos resultados possibilitam o avanço da tecnologia.

Estudo do Material

No laboratório, procurou-se definir parâmetros que assegurassem a qualidade do material com as características de resistência, durabilidade, impermeabilidade e condutividade térmica exigidas para sua utilização em edificações (CEPED, 1984).

Inicialmente ensaiaram-se mais de 60 solos da Região Metropolitana de Salvador, determinando suas características físicas e medindo a resistência e durabilidade em misturas variando de 2% a 14% de cimento em massa, com mais de 6500 ensaios, a fim de se identificar critérios para dosagens mais próximas para as condições de uso em paredes.

Para a determinação das características do material relativas a resistência e a durabilidade, partiu-se de procedimentos recomendados pela ABCP para aplicação do solo-cimento em rodovias, introduzindo-se modificações de modo a melhor reproduzir as condições previstas de uso.

A resistência foi identificada pelo valor médio dos resultados de dois corpos-de-prova cilíndricos (ϕ 5 cm x 10 cm) ensaiados à compressão simples aos 28 dias de idade; a durabilidade foi avaliada pela perda de massa percentual após 12 ciclos de molhagem e secagem.

Os resultados mostraram correlação entre o teor de areia contido no solo e a resistência à compressão do solo-cimento em função da quantidade de cimento adicionada (Figura 1).

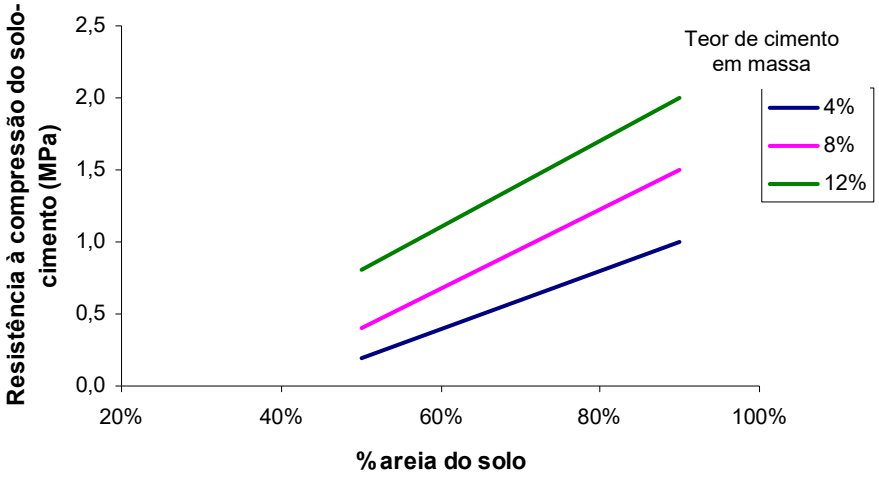


Figura 1 – Influência da quantidade de cimento na resistência à compressão do solo-cimento e no teor de areia dos solos
(valores da resistência aproximados, apresentados apenas como exemplo).

Como critérios adotaram-se: resistência à compressão mínima de 1,0 MPa (10 kgf/cm^2), determinada em função das características estruturais da parede, e perda de massa máxima de 10%, com base nas recomendações da ABCP. Após a análise estatística dos resultados dos

ensaios constatou-se que o teor de cimento para atender ao critério de resistência é sempre superior ao teor de cimento para atender ao da durabilidade, ou seja, o critério de resistência impõe teores de cimento mais elevados de modo que o critério de durabilidade é sempre satisfeito.

Os resultados obtidos permitiram propor um método adequado para dosagem mas ainda era necessário conhecer o comportamento do solo-cimento na forma de sua utilização, ou seja, o desempenho da parede ao longo de sua vida útil.

Desempenho da parede

Foram programados ensaios em painéis de solo-cimento, como também de alvenaria de tijolos cerâmicos, vazados e maciços, a fim de se obter dados comparativos entre as paredes convencionais e as de solo-cimento. Foram moldados painéis de solo-cimento de espessuras e dosagens de cimento variadas.

Os estudos sobre resistência de painéis constaram de ensaios de compressão (ASTM E72-77) e ensaios de choques duro e brando e de carga excêntrica (INTI, 1976). Procurou-se, com estes ensaios, reproduzir as principais solicitações existentes em paredes.

Ensaios de resistência à compressão em corpos-de-prova cilíndricos e em painéis permitiram, com a aplicação das teorias de flamblagem da Resistência dos Materiais, obter uma função entre a relação tensão critica/resistência do solo-cimento e a esbeltez da parede. Pela semelhança do comportamento da parede de solo-cimento com a de alvenaria convencional, adotou-se a esbeltez em torno de 80. Em função da esbeltez adotada, para um carregamento vertical com até 1/6 de excentricidade, a espessura mínima da parede pode ser determinada através da seguinte equação (em regiões não sujeitas a abalos sísmicos):

$$d = 4{,}3\ H$$

sendo:
d = espessura da parede (cm)
H = altura da parede, pé direito (m)

Os resultados dos ensaios de resistência em painéis, inclusive os dos ensaios de choques e carga excêntrica, comprovaram que as paredes de solo-cimento têm tanta resistência mecânica quanto às paredes de alvenaria convencional, podendo ser até mais elevada, desde que se aumente a teor de cimento.

Outros ensaios foram realizados de modo a determinar o comportamento da parede de solo-cimento quanto a permeabilidade, conforto térmico e fissuração.

Sabia-se da conveniência de dar uma proteção à parede de solo-cimento contra o desgaste, transmissão de calor e umidade. Um revestimento impermeabilizante seria a opção mais simples e eficiente e, como a parede de solo-cimento não necessitam reboco, optou-se pela aplicação direta de tinta. A investigação realizada abordou os aspectos de durabilidade da pintura, absorção e permeabilidade, avaliando o grau de impermeabilização dado pelas tintas ao solo-cimento e comparando sua eficiência com alvenaria convencional, também pintada, tomada como referência (Guimarães, 1978).

O ensaio de permeabilidade foi executado em painéis pelo método proposto pelo RILEM (Mariotti e Mamillan, 1963). Avaliou-se o grau de impermeabilização dado pelas tintas ao solo-cimento, comparando sua eficiência com a alvenaria, tomada como referência. A tinta à base de pó mineral, solúvel em água, apresentou boa aderência e capacidade de impermeabilização do solo-cimento.

Foram moldados painéis desde 2 a 12 metros de comprimento com a finalidade de observar o aparecimento de fissuras devido à retração dos solos utilizados. Concluiu-se que o

comprimento destes devem estar em torno de 2,50 metros, sendo recomendado a execução de juntas de retração, caso seja necessário ultrapassar este comprimento.

Nesta etapa, realizou-se um ensaio expedito, denominado ensaio da caixa, para medir o fenômeno da retração em vários tipos de solos e determinar a máxima retração visando auxiliar no processo de seleção de solos apropriados para construção com solo-cimento.

Quanto à condutibilidade térmica, medidas de temperaturas efetuadas em painéis, o solo-cimento apresentou o mesmo comportamento que o bloco cerâmico com reboco. Neste mesmo ensaio observou-se a influência de uma pintura de cor clara na redução da absorção térmica (Neves, 1978).

Desenvolvimento de Sistemas Construtivos

A técnica de construção de parede de painéis monolíticos de solo-cimento é fundamentada na técnica da taipa de pilão, denominada *tapia apisonado* ou *tapial* na maioria dos países de língua espanhola. As modificações mais significativas em relação a taipa de pilão correspondem ao uso de moldes mais leves, de menores dimensões, a incorporação do cimento à terra e, conseqüentemente, menores espessuras das paredes e a utilização de guias verticais, recuperáveis ou não, nas quais prende-se a forma da parede num processo semelhante ao de formas deslizantes para concretos.

No CEPED, estudaram-se diversos sistemas de guias verticais e moldes na etapa de desenvolvimento de sistemas construtivos para execução dos painéis monolíticos; foram analisadas as características de peso, dimensões, facilidade de manuseio, custo e materiais.

Testaram-se guias de madeira, concreto, pilaretes de tijolos e mesmo alternativas mais criativas como tubos de fibrocimento preenchidos com concreto. As soluções de guias mais convenientes foram: a utilização de peças de madeira, no sistema onde as guias são retiradas após execução do painel (guia recuperável); ou estacas de concreto, no sistema onde as guias não são retiradas (guias perdidas). Independente do sistema adotado, as guias devem atender às exigências fundamentais de verticalidade, dimensões compatíveis com a espessura e altura da parede, junção articulada com o solo-cimento e durabilidade (Figura 2).

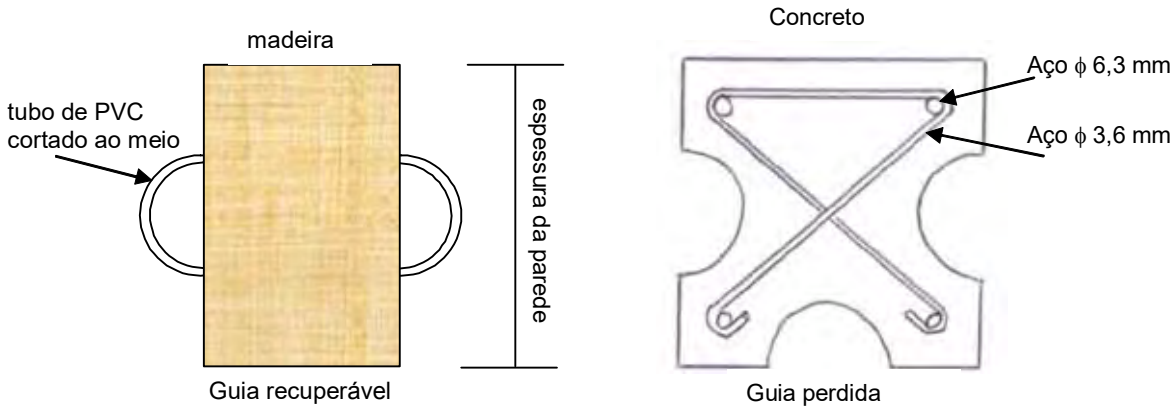


Figura 2 – Detalhes das seções das guias de madeira e de concreto

Foram testados moldes metálicos, de fibra de vidro, de madeira revestida com fórmica e de madeira laminada. Esta última é que se revelou mais adequada, leve e fácil de fabricar. As demais, ou eram pesadas, esquentavam sobre a luz solar, exigiam materiais caros, ou arrancavam tampos no solo-cimento por ocasião da desmoldagem.

Basicamente os moldes são constituídos de duas bandas fabricadas com laminado de madeira e um costelamento de madeira maciça. O comprimento do molde é definido considerando o comportamento do solo-cimento quanto à sua retração e otimização no aproveitamento da placa industrializada da madeira laminada; a altura é definida considerando o aproveitamento total da placa laminada e principalmente o peso final do molde.

Entretanto, face às diversas condições da construção e disponibilidade de materiais na região para sua fabricação, o molde para execução de painéis monolíticos não pode ser definido por um modelo único ideal, porém deve garantir a qualidade da construção suportando as solicitações de energia de compactação, além dos espaçamentos limite de guias, alinhamento e prumo dos painéis, necessários à estabilidade e resistência da parede.

Recomendações

Com base nos resultados obtidos no CEPED, na bibliografia existente e em acordo com profissionais de outras instituições, também envolvidas com o estudo do solo-cimento, foram elaboradas as seguintes recomendações e critérios para seleção de solos, dosagem e construção paredes com painéis monolíticos de solo-cimento (ABCP, 1998):

1 – de maneira geral, os solos mais adequados são os que possuem as seguintes características:
- % passando na peneira com abertura de malha 5 mm 100%
- % areia 50% a 90%
- limite de liquidez ≤ 45%
- índice de plasticidade ≤ 18%
- retração (ensaio da caixa) ≤ 2 cm

2 - normalmente, os solos mais arenosos estabilizam-se com menores quantidades de cimento. Todavia, a presença da argila na composição do solo é necessária para dar à mistura de solo e cimento, quando umedecida e compactada, coesão suficiente para a imediata retirada do molde, além da resistência inicial.

3 - embora existam solos que não atendem às recomendações, há possibilidade de se misturar dois ou mais tipos de solos para obter um solo viável para se estabilizar com cimento.

4 – para a construção de painéis monolíticos de solo-cimento, pode-se usar a proporção de 1:15 em volume (cimento: solo solto), desde que o solo tenha sido devidamente selecionado.

5 – se o consumo de solo-cimento for superior a 1000 m^3 (aproximadamente para construir 50 casas de 32m^2 de área construída), recomenda-se um estudo de dosagem em laboratório que deverá acarretar uma economia considerável na construção.

6 – para determinação da dosagem, o teor de cimento recomendado corresponde ao que confere resistência à compressão simples de, no mínimo, 1,0 MPa, determinado em corpo-de-prova cilíndrico (ϕ 5 cm x 10 cm), moldado em cilindro Proctor por compactação com energia normal, e talhado para reduzir seu diâmetro.

Execução da parede

A parede é construída por painéis, moldados no local, com auxílio de guias verticais, moldes e outros acessórios. Para o pé direito até 2,80 m, a espessura da parede é de 12 cm.

As guias verticais podem ser: perdidas, pois ficam embutidas na parede e são geralmente de concreto armado; ou recuperadas, pois são retiradas após a conclusão do painel e são geralmente de madeira. No sistema de guias recuperadas, o painel executado serve como guia para o painel seguinte.

Os moldes, geralmente de madeira – laminado fenólico com 18 mm de espessura, são fixados às guias por meio de parafusos de aço, com diâmetro de 2,5 cm (1/2').

Para construir os painéis, fixam-se duas guias verticais aprumadas, onde deslizam os moldes, presos entre si por parafusos. No espaço limitado pelos moldes e guias compacta-se a mistura de terra e cimento, em camadas com altura igual ou inferior a 20 cm até o completo enchimento do molde (Figura 3).



Figura 3 – Compactação do solo-cimento nos moldes

A desmoldagem é feita logo após a compactação, podendo o molde, em seguida, ser fixado para compactação do bloco imediatamente superior ao recém-moldado e assim sucessivamente, até atingir a altura total da parede.

No caso de paredes perpendiculares entre si, fazem-se três rasgos verticais no painel executado, os quais servirão de guias; os dois rasgos externos guiam a molde e o do meio garante o encaixe responsável pela articulação do painel.

A cura do solo-cimento é feita molhando a parede 3 vezes ao dia, durante 7 dias após executada.

Para elevação da parede necessita-se apenas de um pedreiro e ou carpinteiro para colocação das guias, sendo que a compactação, montagem e desmontagem dos moldes não necessitam de mão-de-obra especializada (Figura 4).



Figura 4 – Vista geral da obra

A fundação também pode ser executada com solo-cimento em sapata corrida. Abre uma cava ao longo de toda parede e compacta a mistura na cava, em camadas com altura igual ou inferior a 20 cm.
A mistura dos materiais pode ser manual ou mecânica. Adiciona-se o cimento à terra, destorroada e peneirada, até obter coloração uniforme. Se necessário, coloca-se água aos poucos, até obter uma mistura com a umidade adequada.
A verificação da umidade da mistura é feita com razoável precisão pelo teste do bolo, que consiste em tomar um punhado da mistura e apertá-la entre os dedos e a palma da mão: ao abrir a mão, o bolo deverá ter a marca deixada pelos dedos; deixando-se cair o bolo de uma altura aproximada de 1m sobre uma superfície dura, ele deverá esfarelar-se ao chocar-se com a superfície.
A quantidade de cimento varia em função das características da terra. Desde que a terra tenha sido previamente selecionada, pode-se usar a proporção de 1 volume de cimento para 15 volumes de terra. A tabela abaixo indica o consumo de material para diversas proporções.

Tabela 1 – Consumo de material para solo-cimento

Consumo de material por m^3 de solo-cimento compactado	Proporção de material em volume			
	1:10	1:12	**1:15**	1:18
• cimento	230 kg	190 kg	**150 kg**	125 kg
• terra	1,6 m^3	1,6 m^3	**1,6 m^3**	1,6 m^3
% de cimento em massa	11%	9,5%	7,5%	6,5%
% de cimento em volume	9%	7,5%	6%	5%

massa unitária do cimento: 1420 kg/m^3
empolamento de terra: 1,6
massa específica máxima da terra: 1800 kg/m^3

Transferência de tecnologia
Desde o início do estudo sobre solo-cimento, o CEPED desenvolveu atividades que visavam sua transferência. Construiu, tanto em regime de mutirão como de administração direta, elaborou documentos que permitiram divulgar e implantar a tecnologia e incentivou a comunidade de modo geral a utilizar alternativas tecnológicas de construção apropriadas para resolução de seus problemas.
Através de publicações de manuais, cartilhas e recomendações técnicas, de cursos de capacitação técnica, treinamento operacional e projetos de assessoria e/ou assistência técnica, o CEPED procurou atingir aos setores públicos, privados e outros usuários cujo interesse é notadamente o de utilizar um sistema construtivo, e aos pesquisadores do ambiente construído, visando difundir o conhecimento no meio técnico e possibilitar o aperfeiçoamento dos estudos realizados.
Em 1987 fez-se um levantamento das edificações com paredes de solo-cimento: dos 70.400 m^2 de área construída levantada mais de 75% resultaram do esforço de transferência do CEPED (Cadastro, 1987).
Com base nas atividades de transferência da tecnologia de solo-cimento e outras alternativas tecnológicas realizadas pelo THABA, ressalta-se alguns aspectos importantes que possibilitam o êxito da transferência (Neves, 1987):

- além da bagagem técnica necessária ao pesquisador/transferidor é preciso ele ter também sensibilidade para absorver as informações dos hábitos culturais do cliente;

- deve-se explorar a criatividade considerando como ponto de partida os recursos naturais e mão-de-obra local, procurando sempre obter um resultado agradável ao cliente e não ao gerador/transferidor;
- e, principalmente no processo de difusão, a utilização de uma linguagem adequada ao perfil do cliente facilita o entendimento da técnica e disposição para seu uso.

Avaliação pós-ocupação

Durante o desenvolvimento do estudo de solo-cimento, o desempenho das paredes foi avaliado através de ensaios e medidas em protótipos que simulavam a utilização do componente quando submetido às variadas solicitações.

Após um expressivo número de edificações construídas em todo país, foi .possível avaliar o desempenho do solo-cimento através da verificação do estado físico das paredes submetidas às condições reais de uso.

As edificações, executadas com diferentes fontes e formas de informações, forneceram dados relevantes no processo de transferência e implantação da tecnologia, proporcionando circunstância ideal para concluir um ciclo de estudo compreendido por desenvolvimento-implantação-avaliação.

Entre as 14 exigências básicas do usuário, proposta pela ISO visando a avaliação de desempenho de edificações, considerou-se três delas essenciais para medir o estado físico da parede: segurança estrutural, durabilidade e estanqueidade.

O levantamento dos dados foi efetuado em visitas às edificações e informados através de um questionário composto em três partes: identificação da edificação e das condições ambientais, características físicas e desempenho dos elementos da edificação com exceção da parede, e,características da parede (Neves, 1990).

Foram examinadas 102 unidades amostrais (edificações) representando 62.290 m^2 de área construída. Os níveis de qualidade observados permitiram concluir que o solo-cimento oferece propriedades apropriadas para seu emprego em edificações.

A avaliação pós-ocupação proporcionou também a oportunidade de observar e analisar aspectos relevantes ao processo de desenvolvimento e transferência da tecnologia. Foi possível confirmar, por exemplo, impressões anteriores quanto ao tipo de molde adequado à execução da parede, a importância da organização social nos programas de mutirão, a identificação de pólos de transferência de tecnologia e a disposição do setor privado em adotar o solo-cimento ou outra alternativa tecnológica desta natureza como forma de barateamento da construção.

Comentários

O solo-cimento era um material conhecido e empregado em outras atividades da construção civil e contava com algumas experiências na produção de habitação, dentro e fora do país. O estudo realizado pelo CEPED demostra que o solo-cimento também é adequado para edificações, apresentando até vantagens sobre os materiais convencionais.

A questão que se pretende levantar é: por que uma tecnologia comprovadamente apropriada para empreendimentos de pequeno e médio porte não consegue atingir o mercado formal da construção, mesmo com uma demanda assustadoramente crescente?

Mesmo que se considere a inércia natural dos usuários de tecnologia da construção habitacional, há mais de trinta anos que o solo-cimento vem sendo apresentado apenas como uma proposta alternativa para determinada finalidade, sem se aproveitar toda sua potencialidade. Outras tecnologias desta natureza - solo-borra de carbureto, solo-cal, tijolos

com cinzas da casca de arroz, etc - têm sofrido o mesmo tratamento e continuam sendo propriedade de um pequeno grupo de técnicos que cada vez mais se empenham na sua implantação no mercado da construção habitacional.
A falta de atenção do setor produtivo para o uso destas tecnologias, o pequeno apoio das agências de fomento de pesquisa e outras dificuldades enfrentadas pelos técnicos que se dedicam ao assunto têm desmotivado cada vez mais a criação e continuidade dos trabalhos e desmobilizado equipes capacitadas para desenvolver inovações tecnológica nessa área. É necessário uma reflexão a respeito da situação no desenvolvimento de alternativas tecnológicas de construção que, se implantadas de maneira apropriada, muito poderiam contribuir para melhoria da qualidade de vida da população no que se refere à produção da habitação.

Bibliografia

*ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. CASAS de paredes de solo-cimento. Boletim Informativo da *ABCP, 54. Brasil, 1948.
*ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. Construção de paredes monolíticas com solo-cimento compactado. Boletim Técnico 110. ABCP, Brasil, 1998
*CADASTRO de construções em solo-cimento. Caixa Econômica Federal. Brasil, 1987
*CATTON, M., D. Early soil-cement research and development. Proceding, ASCE. EEUU, 1959
*CEPED - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento. Manual de construção com solo-cimento. Convênio *CEPED/BNH/URBIS/CONDER/PMC/OEA/CEBRACE. 3 ed. atual. ABCP. Brasil, 1984
*CYNTRYN, S. Construcción con tierra. Centro Regional de Ayuda Técnica; Administración de Cooperación internacional. México, 1959
*GUIMARÃES Suely da S. O efeito impermeabilizante de uma pintura de paredes de solo-cimento. Boletim Técnico do CEPED, 5 (1/3). Brasil, 1978. p. 21-37
*INTI – Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Departamento de Construcciones. División de Estructuras. Recomendaciones sobre las especificaciones que deben cumplir los elementos de cerramiento exterior y divisorios no portantes. Argentina, 1976
*MARIOTTI, M., MAMILLAN, M. Essais in situ de permeabilité de maçonerie. Buletin Rilem, 180. França,1963. p. 79-80
*MERRIL, A. F. Casas de tierra apisonada y suelo-cemento. Windsor. Argentina, 1949
*NEVES, Célia et al. Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo. Proterra. Brasil, 2005
*NEVES, Célia et al. Uso do agregado reciclado em tijolos de solo estabilizado com cimento. In: Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção. EDUFBA; Caixa Econômica Federal. Brasil, 2001. p.228-261
*NEVES, Célia. Avaliação de edificações com paredes de painéis monolíticos, tijolos e blocos de solo-cimento. In.: Encontro Nacional da Construção, 10. *Anais* ... Brasil, 1990. p. 349-358
*NEVES, Célia. Inovações tecnológicas em construção com terra na ibero-américa. In: Workshop Arquitetura de Terra. *Anais...* FAUUSP. Brasil, 1995. p. 49-60
*NEVES, Célia. Metodologias aplicadas para transferência das tecnologias de construções habitacionais desenvolvidas pelo CEPED. In: Simpósio sobre produção e transferência de tecnologia em habitação: da pesquisa à prática, Anais. v.2. IPT. Brasil, 1987. p.573-580
*NEVES, Célia. Transmissão de calor no solo-cimento. Boletim Técnico do CEPED, 5 (1/3): Brasil, 1978. p. 39-58
*SUELO-CEMENTO: su aplicación en la edificación. Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento. Colômbia, 1959.

Célia Maria Martins Neves

Engenheira civil, mestre em Engenharia Ambiental Urbana, pesquisadora, consultora em tecnologias da edificação.

Responsável pelo Laboratório de Engenharia Civil do CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, cujas atividades incluem a realização de ensaios para caracterização e qualificação de materiais de construção, especialmente agregados, blocos cerâmicos e de concreto, tubos de concreto, mármores, granitos e argamassa colante.

Coordenadora de projetos de pesquisa sobre materiais e sistemas construtivos para a construção de edifícios. Realizou trabalhos com solo-cimento, ferro-cimento e argamassa celulósica, entre outros.

Coordenadora Internacional do Projeto de Investigação PROTERRA do Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento – CYTED, que visa difundir o uso da terra na construção de edificações. Coordenadora da rede Ibero-Americana PROTERRA, iniciada em março de 2006.

Responsável do CEPED pelo Centro Tecnológico de Argamassa - CETA, do convênio CEPED/UFBA, desenvolvendo estudos sobre o emprego de matérias-primas regionais nas argamassas de revestimento, técnicas de execução de revestimento e determinação de requisitos e critérios para produção e aplicação de argamassas.

Participa de comissões de estudo para elaboração e revisão de normas técnicas sobre solo-cimento e argamassas de assentamento e revestimento.

Como consultora, desenvolve projetos para execução de fachadas de edifícios e elabora pareceres sobre patologias em edificações, especialmente de alvenaria, sistema de revestimento e pisos, tendo concluído mais de 50 projetos e pareceres.

Autora e co-autora de mais de 50 trabalhos publicados, inclusive livros e anais, que tratam de temas como aspectos e particularidades da construção civil, transferência de tecnologia, avaliação pós-ocupação, desempenho de edificações e uso de solo-cimento, argamassa celulósica, argamassas e outros materiais na produção do edifício.

Al. Praia de São Vicente, 40 – Vilas do Atlântico - 42700-000. Lauro de Freitas - BA Telefone:: (71) 3379 3506
cneves@superig.com.br

4.17

EVALUACIÓN TÉRMICA DE UNA VIVIENDA DE SUELO CEMENTO COMPARADA CON SIMULACIONES DIGITALES

Juan Carlos Patrone*, John Martin Evans
Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad de Buenos Aires
Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4° piso, Ciudad de Buenos Aires Te. 011-4789-6274
arqpa@yahoo.es, evansjmartin@gmail.com

Palabras clave**:** construcción con tierra - evaluación térmica - edificación sustentable

Resumen
Este trabajo analiza las características térmicas de una vivienda de interés social construida en 2004 - 2005 en Florencio Varela, Provincia de Buenos Aires, con muros monolíticos de suelo cemento o tapial. Las mediciones de las condiciones térmicas fueron registradas durante en la estación de verano, diciembre 2005 a enero 2006, y se complementará con el programa de mediciones a realizar en otoño, invierno y primavera del presente año. El prototipo en estudio cuenta con dos locales con distintas soluciones constructivas para el techo. Las mediciones realizadas fueron comparadas con simulaciones numéricas realizadas con el programa Quick, y se verifica el cumplimiento de las Normas IRAM de Aislación Térmica de Edificios. En ambos casos se utilizaron características térmicas estimadas en base a las densidades de tierra compactada y suelo cemento, estudiadas en un trabajo previo. Los resultados permiten evaluar estrategias bioambientales para mejorar el confort en la vivienda y comparar el uso de suelo cemento de gran inercia térmica con alternativas convencionales de menor densidad y mayor resistencia térmica. Este trabajo tiene por objetivo proporcionar evidencia del comportamiento térmico de edificios de suelo cemento a fin de lograr un Certificado de Aptitud Técnica de esta construcción no convencional y verificar el cumplimiento de las Normas Mínimas de habitabilidad de la Subsecretaría de Vivienda de la Nación.

Introducción

A partir de una investigación particular orientada hacia la construcción de muros monolíticos estabilizados y compactados (tapial), dadas sus características económicas, tecnológicas y bioambientales, que podía contribuir a dar respuesta a la problemática habitacional del país y a una gestión adecuada, que permitió la concreción de un prototipo de vivienda de interés social, realizada por el Arq. Juan Carlos Patrone con el aval del Secretario de Obras y Servicios Públicos del Municipio de Florencio Varela Arq. Tomas Vanrell con el financiamiento del mismo Municipio y la gestión llevada a cabo con distintas Instituciones Universitarias nos permite contar con un prototipo construido para poder realizar mediciones y evaluaciones orientadas a futuras certificaciones (Patrone y Cabezón, 2004).

Si bien los objetivos en la concreción del proyecto de investigación fueron más constructivos que bioambientales, la anterior relación con el CIHE y la desarrollada a través de la investigación y posterior construcción de la vivienda nos condujo a la realización de este proyecto de evaluación térmica del prototipo.

La vivienda, Figura 1, construida con muros monolíticos portantes, de suelo cemento compactado de 0,20 cm de espesor de 36 m2 de superficie, consta de un dormitorio, baño y cocina comedor, Figura 2, con pisos y contrapisos de suelo cemento cal y una alternativa de aislamiento térmico no convencional en el techo del dormitorio, compuesta de una masa de pasto seco entre dos capas de barro de un espesor total de 7,5 cm, siendo en el resto de la vivienda el aislamiento de telgopor de 4 cm de espesor, la conformación del techo es de tirantería de madera sobre la que apoya un entablonado de madera machihembrado, aislamiento hidrófuga, el aislamiento descrito y chapa galvanizada.



Figura 1. Vista del prototipo,

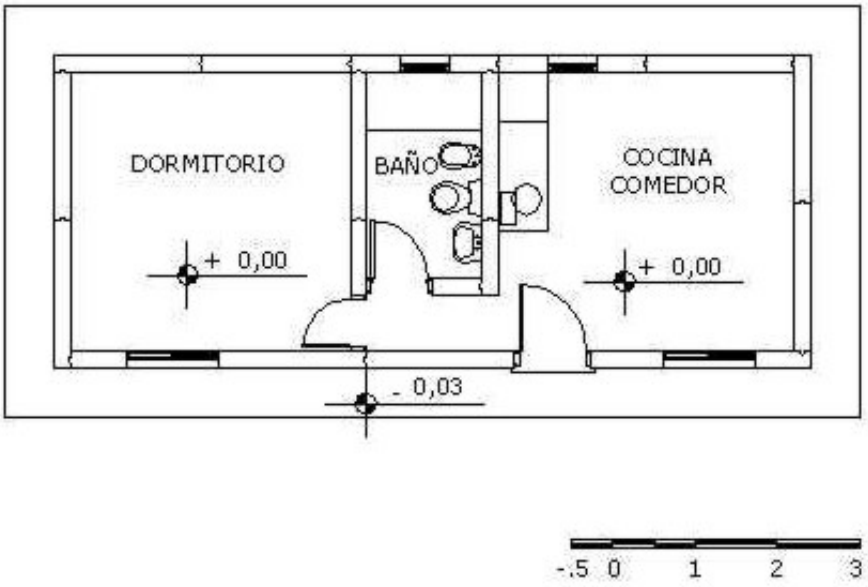


Figura 2, Planta de la vivienda prototipo.

La Norma IRAM 11.605 (1996) indica la transmitancia térmica máxima admisible para inverno y verano, con tres niveles de calidad: A: Óptimo, B Normal, C Mínima. La Secretaría de Vivienda exige en Nivel C para vivienda de interés social. La versión anterior de la Norma IRAM 11.605 (1980) permitía mayor transmitancia térmica en paredes con mayor capacidad térmica considerando su peso superficial en kilogramos por metro cuadrado. Sin embargo, a fin de simplificar la verificación de cumplimiento, la norma actual solo considera la transmitancia térmica como indicador del comportamiento térmico de un elemento constructivo.

El objetivo de las mediciones realizadas en este trabajo es verificar la habitabilidad de viviendas construidas de tapial en las condiciones climáticas de Buenos Aires, con énfasis en la época de calor.

Comportamiento térmico:

La Tabla 1 indica los valores de K, transmitancia térmica, máxima admisible para cumplir con nivel C en Buenos Aires, ubicada en la Zona Bioambiental IIIb. La última fila de la tabla indica los valores críticos, considerando el valor menor de las dos estaciones.

Tabla 1. Valores de K máximo admisible (Watts/m^2K) para muros y techos en verano y invierno, Norma IRAM 11.605 (1996).

Condiciones	Techos	Muros
Invierno (Norma IRAM 11.605, Tabla 1)	1,00	**1,85**
Verano (Norma IRAM 11.605, Tabla 2)	**0,76**	2,00
Valor crítico (Valor menor de las dos estaciones)	**0,76**	**1,85**

Las paredes de tierra estabilizada compactada o tapial tienen una densidad estimada de 1900, una conductividad de 0,9 W/mK y un espesor de 20 cm. Según un estudio de sus características térmicas (Evans, 2004), la transmitancia térmica de esta construcción es 1,90 Watts/m^2K, valor que no cumple con la Norma 11.605. El objetivo de las mediciones es analiza las características térmicas y evaluar el comportamiento térmico de esta construcción y cuantificar las posibles ventajas de un elemento constructivo de mayor densidad y capacidad térmica.

Figura 3 indica las temperaturas, registradas cada 15 minutos durante un periodo de 6 días en el módulo experimental. Los registradores automáticos de temperatura mini-dataloggers modelo HOBO fueron colocados en las ubicaciones indicadas en la Tabla 2 y la Figura 2. El periodo de mediciones fue del 10 al 16 de diciembre de 2005, con mediciones de temperatura cada 15 minutos, y 96 registros cada 24 horas.

Figura 3 indica que las mediciones fueron realizadas en una serie de días con temperatura ascendiente y variaciones similares en cada día, con una amplitud térmica o diferencia de temperatura entre máximo y mínimo diario de 9° C y máximos que alcanzan 26,5° C.

Referencia	**Ubicación**	**Comentarios**
S	Exterior	Bajo un árbol para evitar el impacto de sol directo
D	Techo dormitorio	En contacto con el techo con
F	Techo cocina	En contacto con el techo
R	Dormitorio	En el centro del local a una altura de 1,5 m
T	Cocina	En el centro del local a una altura de 1,5 m

Tabla 2. Ubicación de los puntos de medición

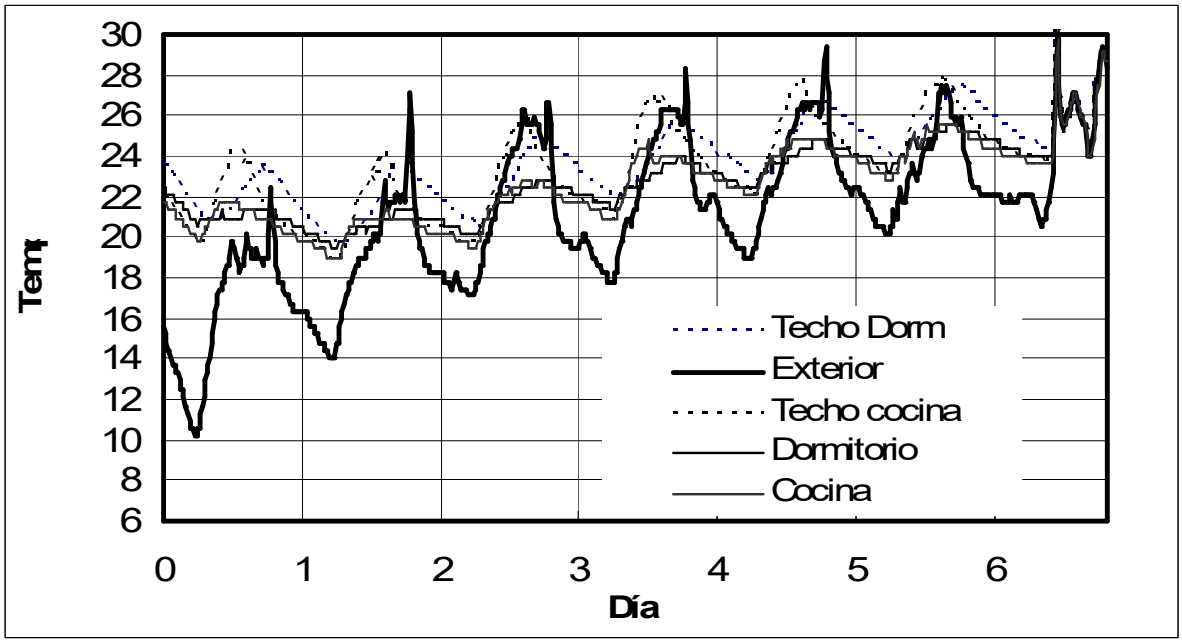


Figura 3. Temperaturas registradas automáticamente durante un periodo de calor, desde del 10 de diciembre.

A fin de visualizar el comportamiento térmico y evitar efectos aleatorios de periodos de nubes, se realizó un gráfico con los promedios horarios de 6 días, Figura 4. Las curvas permite establecer las siguientes características del módulo:

- La temperatura interior en la cocina y dormitorio tiene una variación de 2,4° a 2,9° C, mientras la temperatura exterior tiene una amplitud de 7,9° C mostrando una favorable amortiguación de la variación de la temperatura.
- La temperatura pico interior fue 23,7 comparado con una temperatura pico del aire exterior de 25,5, aunque con radiación solar, la sensación de confort en el exterior es todavía menos confortable en días de calor en verano.
- La temperatura mínima a la noche fue 20,8º y 21,3º C en el dormitorio y la cocina respectivamente, comparada con una temperatura mínima exterior de 17,6º C.

La comparación de alternativas de techo merece un estudio especial, considerando que el modulo con el mismo material en los muros tiene distintas construcciones del techo:

- Techo de la cocina: techo chapa corrugado exterior, cámara de aire levemente ventilada, aislación liviana de poliestireno expandido de 25 mm, y cielorraso de tablones de madera de 18 mm. Transmitancia térmica calculada: 0,50 y 0,53 W/m^2K en verano y invierno respectivamente. **Cumple** con Norma IRAM 11.605.
- Techo del dormitorio: techo de chapa, cámara de aire levemente ventilada, capa de barro con paja, formando una capa aislante de 50 mm aproximadamente, cielorraso de madera, 18 mm. Transmitancia térmica calculada: 0,97 y 1,07 W/m^2K en verano y invierno respectivamente. **No cumple** con Norma IRAM 11.605.

Esta construcción permite comparar un techo aislante liviano con materiales convencionales que cumple con la norma y un techo de mayor peso y capacidad térmica de materiales no convencionales que no cumple con la Norma IRAM 11.605.

Figura 4 indica que la temperatura máxima en la superficie inferior del techo del dormitorio de construcción no convencional es más confortable que el techo convencional de la cocina. La temperatura máxima del interior del techo cocina es un grado más que la del dormitorio, con atraso de una hora con pico a las 14:00 horas mientras el techo no convencional alcanza la temperatura pico a la 17:00, tres horas después. Las temperaturas mínimas, registradas a las 6:00 horas son 21 y 22 en el dormitorio y la cocina respectivamente. En verano, el techo de construcción no convencional que no cumple con la Norma IRAM es más confortable que un techo convencional con materiales aislantes livianos.

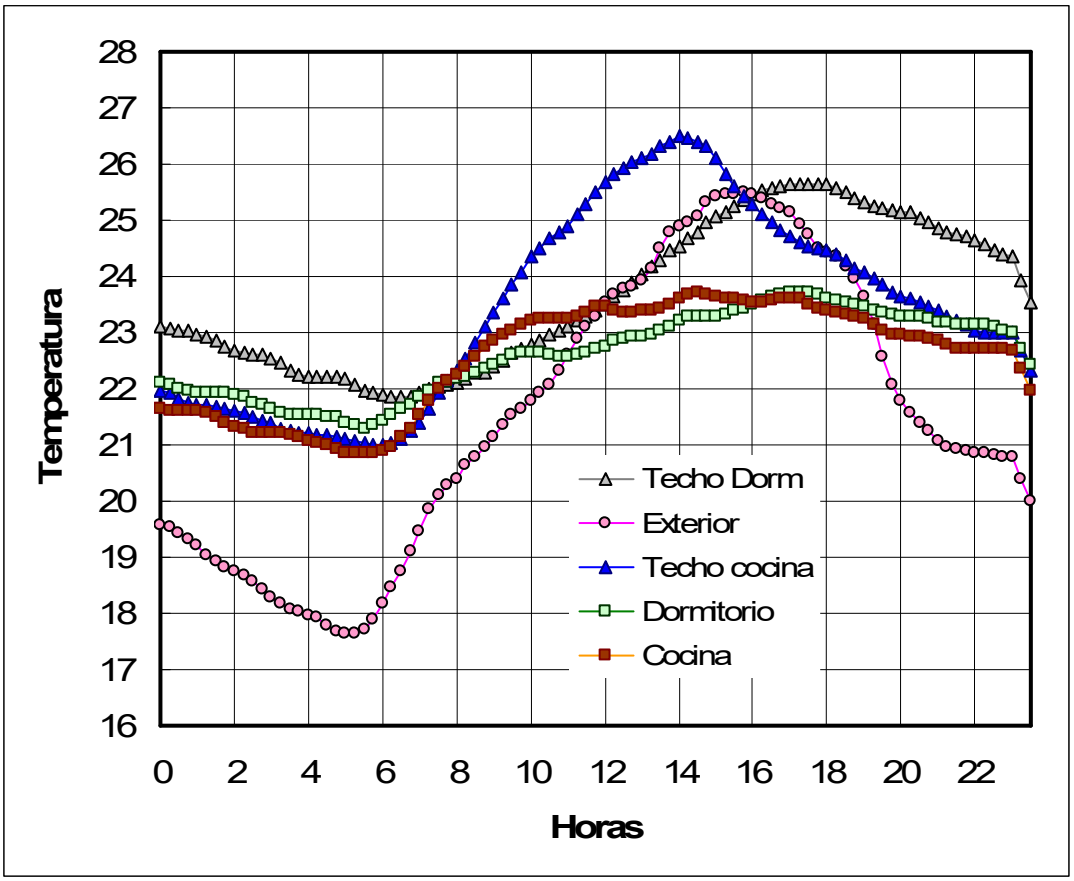


Figura 4. Temperaturas promedios registrados durante los seis días de medición

Dado que el módulo no incluye elementos de construcción convencional, se adopta la técnica de simulaciones calibradas para comparar el comportamiento térmico del módulo con alternativas convencionales. El primer paso es la comparación de los resultados de una simulación numérica del módulo y con los valores de temperatura registrada con los HOBO. La Figura 5 indica esta comparación de los datos de temperatura simuladas y medidas. Los datos de radiación fueron obtenidos de la estación de medición de radiación montada en el techo de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires. Los datos de ventilación fueron estimados, considerando un deficiente grado de estanqueidad del modulo en el momento de realizar las mediciones.

El programa utilizado en este caso es Quick, originalmente desarrollado en Sur África para situaciones con acondicionamiento natural con climas similares a la Provincia de Buenos Aires. Los resultados indican una variación máxima de 0,5º C, una precisión muy adecuada considerando los problemas de estimar la ventilación y la posible diferencia de radiación solar entre la estación de medición y el módulo.

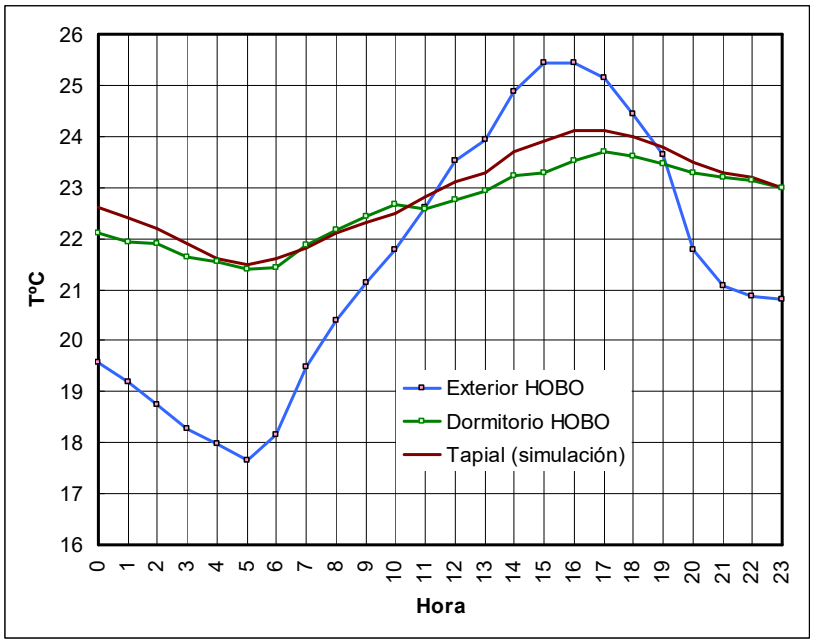


Figura 5. Comparación entre temperaturas interiores registrados en el dormitorio con HOBO y temperatura interior obtenida con un programa de simulación numérica

El segundo paso es comparar simulaciones del modulo con la construcción de tapial, con simulaciones de materiales constructivos convencionales. La tabla 3 indica las alternativas convencionales adoptadas para esta comparación.

Construcción	Espesor mm	Capas constructivas	K W/m^{2}K
Tapial	200	Tierra estabilizada compactada.	1,9 (No cumple)
Bloque	200	Bloque cerámico hueco de 180 mm con 4 cámaras y revoque ambos lados.	1,6 (Cumple)
Ladrillo	300	Ladrillo macizo de 270 mm y revoque ambos lados.	1,8 (Cumple)
Liviana	200	Placa cementicia exterior, cámara de aire, lana de vidrio de 25 mm, barrera de vapor y placa de yeso interior.	0,8 (Cumple)

Tabla 3. Construcciones alternativas de muros

Figura 6 indica los resultados de las simulaciones de las cuatro construcciones alternativas. Los valores de la ventilación, radiación solar, temperatura exterior, geometría edilicia, y orientación son iguales en todos las alternativas. Las características térmicas de los materiales convencionales fueron obtenidas de la Norma IRAM 11.601 (1996) con valores obtenidos de ensayos en laboratorios de INTI.

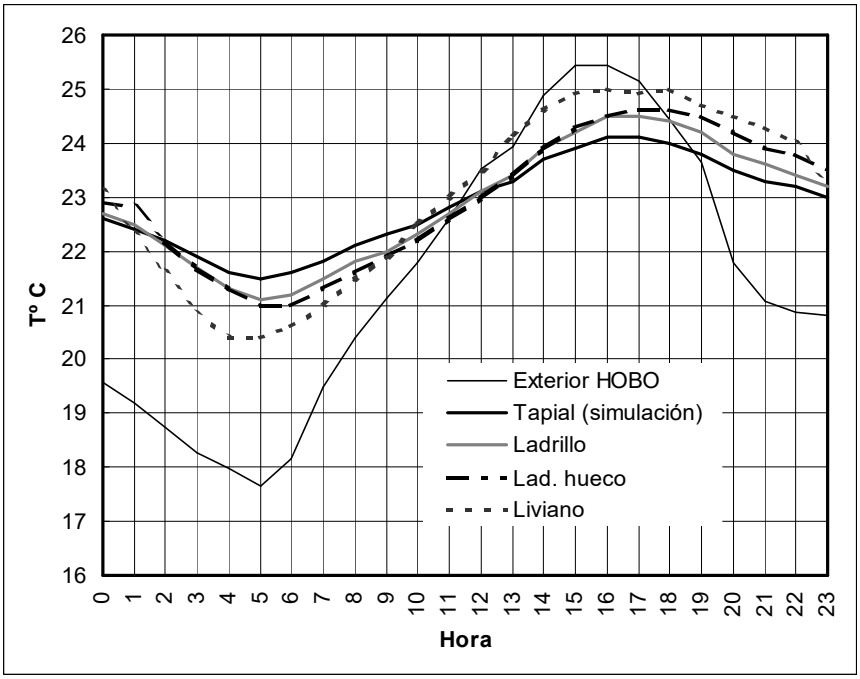


Figura 6. Temperaturas interiores con distintas construcciones.

Los resultados de las simulaciones indican el buen comportamiento de la construcción en muros de tapial en verano. El grafico de amplitud térmica y temperatura media permite visualizar mas claramente la variación en el comportamiento térmico de alternativas en régimen periódico. El mismo gráfico indica el triangulo de confort donde la combinación de temperatura promedio y la amplitud térmica estén adentro de limites favorables para confort térmico para actividades sedentarias.

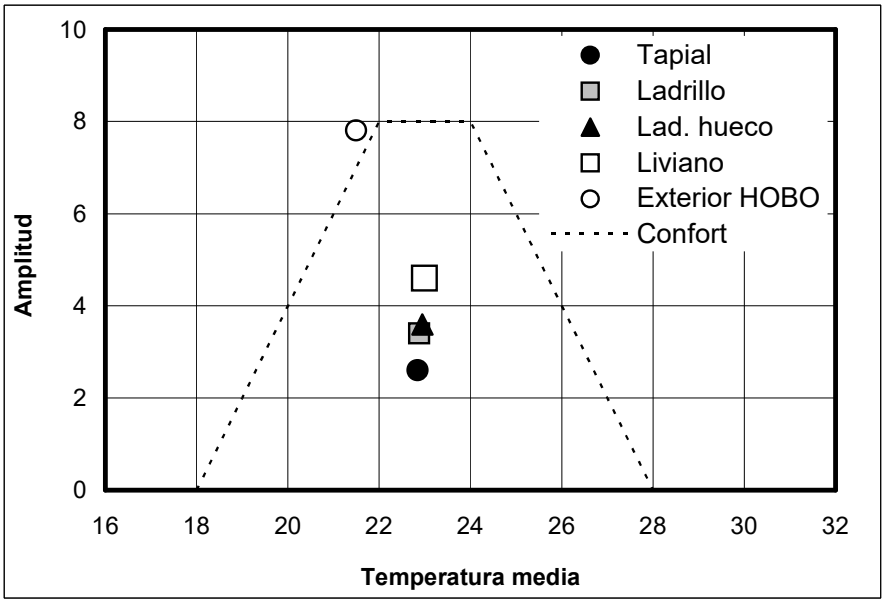


Figura 7. Condiciones simuladas de la temperatura interior y exterior de temperaturas en el módulo.

Conclusiones

Los resultados de las mediciones indican claramente las buenas condiciones de confort ofrecido por la construcción de tierra estabilizada y compactada en la región de Gran Buenos Aires en verano.
La próxima campaña de mediciones en condiciones de invierno permite evaluar el comportamiento con bajas temperaturas exteriores. La alta transmitancia térmica de construcción con tapial sugiere que los resultados no serán tan favorables y no será recomendable la construcción con tapial sin aislante térmico adicional en zonas bioambientales más frías: Zonas IV, V y VI según la Norma IRAM 11063 (1998),

Se considera que en las zonas bioclimáticas I, II y III, de igual o mayor calor, y sub-zonas con mayor amplitud térmica, los beneficios verificados en este estudio serán similares o mejores.

A pesar del incumplimiento de la Norma IRAM 11.605, las simulaciones de alternativas demuestran que las condiciones de confort en verano son mejores en el edificio de tapial que en edificios de ladrillo macizo, de bloque cerámico hueco o de construcciones livianas. Otro resultado importante es la evaluación comparativa de dos alternativas de techos. Aquí también la construcción no convencional del techo, que no cumple con la Norma IRAM 11.605, es más confortable que la construcción convencional que cumple con la norma. Estos resultados y conclusiones aportan evidencia para la evaluación y posible ajuste de dicha Norma.

Reconocimientos

Los autores agradecen al Secretario de Obras y Servicios Públicos de la Municipalidad de Florencio Varela, Arq. Tomas Vanrell, por el apoyo recibido y financiamiento de la obra realizada.

El presente trabajo se inscribe en el marco del proyecto de investigación UBACyT-A020 'Certificación de Edificios Sustentables y el Mecanismo del Desarrollo Limpio aplicado al sector edilicio', Programación Académica 2004-2007, del CIHE-FADU-UBA, y se reconoce el apoyo técnico de los laboratorios de la Universidad Tecnológica Nacional.

Referencias

EVANS, J. M. *Construcción en tierra, aporte a la habitabilidad,* 1 seminario taller, Construcción en Tierra, FADU UBA, Buenos Aires, 2004.
IRAM, Norma IRAM 11.603, *Zonificación Bioambiental de la República Argentina,* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, 1998.
IRAM, Norma IRAM 11.605, *Acondicionamiento térmico de edificios: condiciones de habitabilidad en viviendas, valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos,* Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires, 1996.
IRAM, Norma IRAM 11.605, *Acondicionamiento térmico de edificios: condiciones de habitabilidad en viviendas, valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos,* Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires, 1996.
PATRONE J. C. Y CABEZÓN M, *Tierra Estabilizada Apisonada en el Gran Buenos Aires,* 1er. Seminario Taller, Construcción con Tierra, FADU UBA, Buenos Aires, 2004.
PATRONE J. C. *Gestión y Desarrollo en la Construcción de la Vivienda de Interés Social con empleo de suelo estabilizado,* Construcción con Tierra 1, FADU UBA, Buenos Aires, 2005

Bibliografía

*MERRIL Antony F., *Casas de Tierra Apisonada y Suelo Cemento.* Windsor. Argentina 1949.
*MINKE Gernot. *Manual de Construcción en Tierra.* Nordan Comunidad. Uruguay,2001.
*EVANS, J. M. y de SCHILLER, Silvia *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*, Ediciones FADU - Argentina 1994
*OLGYAY Victor *Arquitectura y Clima,* Editorial Gustavo Gili - España 1963
*MARTINS NEVES Celia M., Rafael F. MELLACE. Publicación del 3er. Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra "La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat" Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina. 2004.
*MARTINS NEVES Celia M. Publicación del 1er. Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra "Anais". Salvador Bahía Brasil.Sept.,2002.
*BERRETTA Horacio, GATANI, Maria. *Ladrillos de Suelo Cemento.* Centro Experimental de la Vivienda Económica. Córdoba, Argentina
I*NSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO. *Construcción con Suelo Cemento.* Publicación. Buenos. Aires, Argentina, 1993.

Juan Carlos Patrone

Arquitecto FADU–UBA, trabaja desde 1976 en forma independiente y en empresas y organismos estatales en proyecto, dirección y construcción de edificios. Curso el Programa de Actualización en Diseño Bioambiental FADU–UBA 2000, iniciando luego investigaciones sobre arquitectura y construcción con tierra. Integra desde su inicio el Grupo Construcción con Tierra (gCT) del Centro de Investigación Hábitat y Energía - FADU – UBA con quienes organiza el 1er Seminario Taller Construcción con Tierra FADU –UBA 2004. Firma un convenio de Titularidad con la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional sobre el Proyecto de Investigación “Muro Monolítico con Suelo Estabilizado”. Actualmente, se encuentra a cargo de la construcción del prototipo de vivienda del Municipio de Florencio Varela, integra como Investigador Particular el Proyecto de Investigación “Muro Monolítico con Suelo Estabilizado” de FRA-UTN y colabora con el CIHE- FADU-UBA en el Grupo de Construcción Sustentable.
Correo electrónico: arqpa@yahoo.es - tel.011- 4253-1651

John Martin Evans

Arquitecto. Profesor Titular de Arquitectura FADU-UBA desde 1984, e Investigador Senior sobre la problemática energético-ambiental en el hábitat construido, dirige el Centro de Investigación Hábitat y Energía, y el Laboratorio de Estudios Bioambientales, que estableció en la FADU-UBA en 1987. Graduado y docente en la Architectural Association, Londres, fue Vice-Decano del Bouwcentrum International Education, Rotterdam, y Asociado Visitante del Martin Centre, University of Cambridge, es Profesor Invitado en la Maestría en Diseño Ambiental, University of London, dicta cursos de grado y posgrado en universidades del país y el exterior. Se especializó en diseño bioambiental en el Development Planning Unit, University College London, es asesor en energías renovables y eficiencia energética en arquitectura, recibió premios por sus aportes a la investigación y en concursos, y es orador invitado en reuniones internacionales y autor de libros y artículos en revistas científicas.
Correo electrónico: evansjmartin@gmail.com - Te. 011-4789-6274

4.18

RECONSTRUCCIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO RELIGIOSO EN EL NORTE DE CHILE A RAÍZ DEL TERREMOTO DEL 13 DE JUNIO DE 2005

Hugo Pereira G.

Palabras clave: restauración - daño - alteraciones

Encuadre

Luego del sismo de Junio de 2005, se implementó un plan de reconstrucción constituído por el Gobierno, Universidades locales y nacionales, ONG's , Instituciones y el sector privado. En éste último , algunas empresas mineras , entre las cuáles se encuentra la Cía Minera Cerro Colorado aportarían los recursos económicos para la reconstrucción de algunos ejemplos del patrimonio edilicio eclesial dañado por el terremoto.

Esta compañía donaría los recursos para la reconstrucción a partir de la ley de donaciones culturales , conocida como Ley Valdés (1). Esta , faculta a las corporaciones a tener acceso a los beneficios tributarios. Es así como la Cía. minera ,opera a través de dos corporaciones :

- Corporación amigos del patrimonio cultural de Chile.
- AIS (Ayuda a la Iglesia que sufre)

Ambas corporaciones, en coordinación con la Cía .minera, son las encargadas de llevar adelante la materialización de los proyectos de reconstrucción arquitectónica , social y cultural de los edificios dañados.
Es así, como la Cía. minera Cerro Colorado colabora en la reconstrucción de 3 Iglesias :

- Iglesia de San Marcos de Mamiña . Comuna de Pozo Almonte
- Iglesia de Sta. Lucía de Parca. Comuna de Pozo Almonte
- Iglesia de Sta. Bárbara de Iquiuca. Comuna de Pozo Almonte

Sin perjuicio de lo anterior, la Cía. Minera considera entre sus políticas internas , el apoyo a las comunidades locales, en que se insertan los yacimientos. Lo anterior ha redundado en un constante plan de ayuda a las comunidades existentes.

Otra Cía minera , Doña Inés de Collahuasi , ha trabajado apoyando la reconstrucción de las Iglesias de :

- Iglesia de San Lorenzo de Tarapacá. Comuna de Huara.
- Iglesia de San Antonio de Matilla. Comuna de Pica

En las etapas iniciales post terremoto, la acción del plan de reconstrucción se orientó a resolver los problemas urgentes de infraestructura, principalmente red vial y de regadío , pasando a un segundo plano , la reconstrucción de las Iglesias.

Igualmente importante en los inicios de la reconstrucción fue la provisión de viviendas, debido a la gran destrucción presente en localidades como Huara y algo menor en localidades tales como Mamiña.

Las soluciones de emergencia implementadas han sido principalmente 2 :

- Viviendas de una planta prefabricadas en madera de aprox. 40 m2 de superficie. Estas fueron provistas y ensambladas por el programa “Un techo para Chile “.
- Viviendas de técnica mixta tierra – madera, implementadas a través de programas de la Subsecretaria de desarrollo regional, dependiente del Ministerio del Interior.

El Ministerio de la vivienda y urbanismo, encargó en el mes de Junio la creación del Comité ADOBE, a través del Instituto de la construcción, dependiente de la Cámara Chilena de la Construcción. Esta institución representa a las grandes empresas constructoras del sector privado en Chile. Las conclusiones que dicho comité entregó al MINVU, fue la no recomendación de reconstrucción con adobe, debido a la poca seguridad estructural portante del sistema, agravado pro una ausencia de normas técnicas. Las propuestas de utilización de adobe reforzado y estabilizado, entregadas por el suscrito y otros colegas especializados en la construcción con tierra estabilizada, fueron desestimadas por dicho comité .

Iglesia de N ª Sra. del Rosario de Mamiña



Antecedentes generales

El significado de Mamiña en lengua aymára es Pupila sanada , se ubica en la Comuna de Pozo Almonte , Coordenadas UTM 20° 00°10’ Lat.sur -60°11’ y 69 ° 16 ‘ Longitud Oeste , 2.700 m.s.n.m. Clima Desértico normal o BW (Köppen) . Los antecedentes pluviométricos son de un promedio de 52 mm anuales en el período 1997 /2001.

La Vegetación se caracteriza por la presencia de Cactáceas,pimientos y arbustos tipo atriplex atacamensis.

Los principales cultivos son : papas, ajos, peras de pascua,tomates,zapallos,membrillos,ciruelos,choclos y alfalfa.
La tradición constructiva del lugar es en base a piedra rústica y adobe.

El equipo técnico encargado del proyecto de restauración arquitectónica está constituído por los siguientes profesionales:
- Arquitecto autor del proyecto de restauración Sr. René Mancilla C. Ingenieros: P & M Ingeniería. Comité asesor en restauración arquitectónica: Sres . Jorge Atria L,Patricio Gross F., Hernán Montecinos B. y Hugo Pereira G.

Antecedentes de la Iglesia
La cronología general de la iglesia se resume en los siguientes períodos :
- Cementerio indígena , año 1400 , época pre-colonial.
- Templo original construído , año 1600 , época colonial.
- Inauguración del templo, año 1631, época colonial.
- Apoyo a la estructura original , año 1800, época colonial.
- Envolvente de piedra refuerzo del torreón , año1974 , época republicana.
- Calle Tarapacá , año 1982 , época republicana.

(2)

El modelo de la misma de la Iglesia es el de planta en cruz. La Iglesia tiene una superficie construida aproximada de 700 m2. Este edificio no tiene la condición de Monumento nacional, aunque es de un interés cultural arquitectónico evidente.
Es importante consignar,de que existen evidencias de la existencia de un cementerio local de antigua data en el subsuelo de la Iglesia.

“La edificación tiene sus muros construidos, en su mayor parte , de piedra de cantera, unidos por una argamasa de mortero de pega de barro. Además,cuenta con unos refuerzos perimetrales y en sus esquinas formadas por una suerte de muros de contención de piedras “ (3)

Daños estructurales
Estos muros fueron ejecutados, por artesanos y gentes de la propia comunidad, sin asesoría profesional o técnica alguna. Es necesario destacar, la importancia que éstos tuvieron para evitar daños mayores a la estructura.

“Daños estructurales detectados: Producto del movimiento sísmico de gran intensidad y a que los muros de piedra no cuentan con elementos estructurales de amarre , como pilares y cadenas , éstos sufrieron fuertes vibraciones que pudieron haber causado su derrumbe , a no ser por las siguientes condiciones que les favorecieron :
- La forma de cruz, vista en planta , de las naves que lo constituyen, las que colaboraron a resistir los esfuerzos laterales.
- Los refuerzos externos formados por piedras colocadas a modo de muros de contención.
- El gran peso propio de las piedras con que están hechos y el espesor del muro.

Sin embargo, el cambio del sistema constructivo y estructural original por una estructura de techumbre que interrumpió la continuidad estructural entre muro y techumbre, implicó el daño observado en las cabeceras de los muros . Igualmente la falta de pilares y trabas en las esquinas, en un nivel superior al que contaba con los refuerzos exteriores de piedra , provocó que los muros sufrieran aberturas,agrietamientos,desprendimientos en el revestimiento y desplazamientos …” (4)

Las principales alteraciones que ha sufrido ésta, en el transcurso del tiempo han sido las siguientes:
1) Construcción de muros de refuerzo lateral en albañilería de piedra rústica
2) Revestimiento en piedra de la base de las dos torres
3) Reemplazo de la cubierta original del tipo " torta de barro "por chapa metálica ondulada.
4) Colocación de pavimento de piso de baldosas .
5) Reemplazo de cielo interior de lona , por plancha de fibra de madera aglomerada.

Proyecto restauración
Luego de un trabajo coordinado con la comunidad, el Obispado de Iquique y diferentes actores institucionales, la intervención de restauración arquitectónica se resume en los siguientes aspectos:
1) Mejoramiento del entorno inmediato de la Iglesia. Recuperación de la explanada y accesos peatonales.
2) Reconstrucción de algunos muros de contención, con alma de estructura de hormigón armado.
3) Reconstrucción de Sacristía.
4) Reforzamiento de la torre sur de la Iglesia debido a presencia de daños estructurales.
5) Construcción de una sala de exhibición de trajes eclesiásticos antiguos , en sector de patio sur.
6) Reparación de grietas.
7) Reconstitución de revoques exteriores.-
8) Recuperación de pinturas murales interiores.
9) A futuro, liberación de enchape de piedra de bases de torres y reposición de cubierta original de torta de barro, con una solución adecuada para efectos de resistencia a las lluvias que se concentran en los meses de Enero y Febrero (Invierno altiplánico)

Iglesia de Sta. Lucía de Parca



Foto : Hugo Pereira G. Julio 2005

Antecedentes generales
Por la cercanía a la zona de la Iglesia de Mamiña, se asumen como antecedentes generales, los explicitados en el punto correlativo, con excepción de la información geográfica.

El equipo técnico encargado del proyecto de restauración arquitectónica está constituído por los siguientes profesionales:
Arquitectos Sr. Hernán Rodríguez V. y Pablo González A.

Antecedentes de la Iglesia
No existe documentación histórica precisa acerca de ésta iglesia .Sin embargo es posible inferir algunos conceptos en relación a ello, a partir de una historia regional.

" Los testimonios más elocuentes de esta historia son sus portadas , sus campanas y sus imágenes . De ellos se desprende un claro origen barroco mestizo , de influencia altiplánica o altoperuano,de mediados del siglo XVIII . Su concepción espacial y arquitectónica original corresponde al esquema de iglesias de una torre , con atrio - cementerio amurallado, propias de la cristianización de la cultura aymara " (5)

El modelo de la Iglesia es el de una nave con cubierta a dos aguas. La Iglesia tiene una superficie construida aproximada de 150 m2. Este edificio no tiene la condición de Monumento nacional, aunque es de un interés cultural arquitectónico evidente, al igual que la Iglesia de Na. Sra. del Rosario de Mamiña.

La caracterízación constructivo estructural de ésta Iglesia se resume en el párrafo siguiente:
" …… tipo estructural que se puede describir como de muros de piedra de canto rodado asentadas mediante mortero de barro , sobre los cuales se apoya una cubierta de par y nudillo. Cabe señalar que este tipo descrito no posee las características de una mampostería de piedra, puesto que el barro no posee propiedades de mortero de pega: es decir , se trata de un conjunto de piedras sin ligazón entre sí " (6)

Las principales modificaciones detectadas en éste caso se resumen en los siguientes puntos:

1) Alteración del sistema de cubierta y pendiente. Al igual que en la Iglesia de Mamiña, fue sustituída la solución de torta de barro por plancha metálica acanalada.

2) Reforzamiento de los muros laterales mediante amontonamiento de piedras por su cara exterior.

3) " En Parca se adosó un volumen para servir de habitación al sacerdote en las festividades y la torre original ha sido reconstruida en diferentes posiciones – según testimonios recogidos en la comunidad – culminando con el estado actual en que se agregó una nueva torre, conformando la fachada con dos torres a ambos lados del ingreso." (7)

Proyecto de restauración
La aseveración estructural del punto anterior, llevo a los arquitectos a proponer en principio ,una reconstrucción de los muros perimetrales destruidos, basada en ejecutar un muro de hormigón armado con doble malla de cero , empleando la albañilería de piedras como moldaje.

“ Para asegurar la asismicidad de los templos que se reconstruyan , se propone levantarlos con su misma dimensión y materiales originales ; los colapsados muros de canto rodado se reconstruirán utilizando el mismo material , remplazando el mortero de barro por uno de cemento arena . Al interior de los muros de doble hilada, se reemplazará la argamasa de barro por una estructura solidaria de concreto y acero , que garantizará su estabilidad lateral . Finalmente, una cadena de hormigón armado permitirá amarrar perimetralmente ambos edificios. “ (8) El informe se expresa en plural, por tratarse de una solución típica para las Iglesias de Parca e Iquiuca, muy similar a la anterior en sus características constructivas.

Sin embargo, al iniciarse la faena de desarmado de muros, se encontró muros de albañilería de adobe. Este importante hallazgo, obligó a replantear la solución de reconstrucción, bajo el criterio de mantener los muros de adobe.

Paralelamente, se descubrieron vestigios de la existencia de tres espacios menores adosados a la fachada sur. Esto es evidente debido a la presencia de razgos de vanos ocultos en los muros de adobe descubiertos. Estos arcos eran de medio punto, fabricados con el mismo tipo de adobes.

También se encontraron osamentas humanas ante lo cuál se aplicó el procedimiento arqueológico de rigor, con la concurrencia de profesionales del área al sitio del hallazgo para evaluar las acciones a seguir. Como criterio general,se intentó no remover los restos del sitio en que fueron encontrados dejando testimonio escrito del mismo.

Iglesia de San Lorenzo de Tarapacá



Foto : Arqto.Jorge Atria L.

Antecedentes de la Iglesia
Esta Iglesia, de gran importancia en al zona norte de Chile, fue declarada monumento nacional el año 1951 (Decreto N º 5058)

El equipo técnico encargado del proyecto de restauración arquitectónica reside en la Facultad de arquitectura y urbanismo de la Universidad de Chile.

"La antigua Iglesia de Tarapacá fue construida en el año 1720 según consta en la inscripción existente en su puerta principal. Conformada por una nave principal de forma rectangular y, probablemente, dos sacristías, guardando la clásica disposición simétrica en forma de cruz.

A mediados de los años noventa, se conservaban restos de los muros de la sacristía noreste, no habiendo evidencia de la otra.

En 1758 se redescubre la antigua mina de plata de Huantajaya (ubicado en la Cordillera de la Costa a 13 kilómetros de Iquique) lo que trae un auge económico en el que destaca el minero Juan Basilio de la Fuente a quien se le atribuye la ampliación del templo. Las obras de ampliación se habrían iniciado en 1760 e incluyeron una segunda nave paralela a la existente, transepto, presbisterio, nueva sacristía, velatorio y campanario exento.

Construida en base a muros de adobe de 1,70 m de espesor y un sistema estructurado de madera por el exterior. La techumbre, originalmente a dos aguas, es cambiada por una de mojinete a tres aguas, como otras construcciones de la época en la zona. De estructura de madera su cubierta era de cañas y una capa de argamasa de tierra con paja. En el siglo XIX se le incorporó a la nave principal un cielo de tablas machihembradas.

La Iglesia de Tarapacá ha sufrido numerosos siniestros, entre los que se pueden mencionar un incendio en 1955 que la dejó prácticamente en ruinas y los sismos de 1976 y 1987 que atentaron sobre su estructura.

En 1988 el Obispado de Iquique suscribió un convenio de cooperación con la Universidad de Antofagasta, a través del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Faculta de Educación y Ciencias Humanas, en virtud del cual se hizo un diagnóstico de la condición del monumento y un proyecto de restauración que abarcó la consolidación estructural, restauración de la capilla, techumbres y altares. Dicho proyecto fue elaborado por el conservador Eduardo Muñoz, la arquitecta Ana Verónica Godoy y el ingeniero civil Jorge Skorin y su ejecución estuvo sujeto a la recaudación de fondos por parte de los feligreses, por lo cual se ejecutó secuenciadamente entre el año 1988 y el año 2003, cuando se realizaron los trabajos en el velatorio.

El año 2003 la comunidad y el obispado solicitaron autorización para la apertura de un vano que comunicara la nave principal con el transepto en vista de colocar allí la imagen de San Lorenzo, santo patrono de la iglesia de Tarapacá.

El terremoto del 13 de junio de 2005 provocó un colapso generalizado en el templo, el que se derrumbó casi en su totalidad. Se constató un comportamiento no colaborante entre las estructuras de adobe y aquellas de hormigón armado incorporadas en la última restauración. Su campanario sufrió daños en el tambor superior. Esta iglesia será reconstruida. "(9)

Es importante recalcar,la necesidad de estudiar en profundidad la solución técnica adecuada para la restauración de una edificación de adobe de grandes proporciones como ésta.

Las principales falencias detectadas en éste caso y que habrían originado el colapso de la estructura de muros de adobe son las siguientes:

1) Inexistencia de estudios de ingeniería de mecánica de suelos .
2) Inexistencia de control de calidad en la fabricación de los adobes de sustitución.
3) Mala calidad en la ejecución de refuerzos.
Lo anterior es especialmente evidente por la excesiva presencia de áridos de dudosa granulometría en la viga de hormigón armado de coronación de muros. Así mismo, se detectó en terreno una exceso de “nidos “en el hormigón armado.

Proyecto de restauración
Actualmente, luego de un largo proceso de licitación pública coordinado por el Ministerio de obras Públicas , se encuentra en proceso la elaboración ,el proyecto de restauración arquitectónica correspondiente.

Iglesia de San Antonio de Matilla



Foto : Hugo Pereira G.

Antecedentes de la Iglesia
Esta Iglesia, al igual que la Iglesia de San Lorenzo de Tarapacá,fue declarada monumento nacional el año 1951 (Decreto N º 5058)
Es importante la publicación acerca de ésta Iglesia del Arquitecto Prof. De la Universidad Arturo Prat en Iquique, Sr. Patricio Advis Vitaclich ,” La Iglesia colonial de San Antonio de Matilla . Tarapacá “ Instituto IECTA , 1995.

El equipo técnico encargado del proyecto de restauración arquitectónica está constituído por los siguientes profesionales:

- Arquitecto autor del proyecto de restauración Sr. René Mancilla C. Ingenieros : P & M Ingeniería. Comité asesor en restauración arquitectónica: Sres . Jorge Atria L,Patricio Gross F., Hernán Montecinos B. y Hugo Pereira G.

"Matilla se ubica junto a la Quebrada de Quisma, en el margen oriental de la Pampa del Tamarugal. Las aguas del estero aledaño han permitido la existencia de un verdadero oasis, lo que posibilitó el poblamiento del lugar y el cultivo de diversos productos, en particular de la vid, desde comienzos del siglo XVIII.

De fines del siglo XVIII data la primitiva iglesia de la localidad, que fue destruida por el terremoto de 1878. Sobre los cimientos de la antigua construcción se erigió la iglesia actualmente en pie, construida con la técnica de tabiquería de cañas, revocada con cal y tiza. Es obra del constructor español José Durán. En planta de crucero, sobre éste se erige una cúpula y linterna, de concepción clásica. Característica de la construcción es la bóveda de cañón corrido que la cubre. La fachada, de estilo neoclásico, hace uso del arco de medio punto en el vano del acceso y en las dos ventanas laterales; el nivel superior es coronado por un frontón triangular.

El sólido campanario, -que se erige separado del cuerpo de la iglesia, como ocurre en muchas de las iglesias coloniales de Tarapacá - es el del templo original. Tiene capacidad para contener ocho campanas. De planta cuadrada y dos cuerpos, fue construido con bloques pequeños de cal, tiza y bórax.

El interior de la Iglesia de Matilla destaca por su retablo de albañilería, que se supone es el original de la antigua iglesia, y que presenta una composición de gran belleza."
(10)

Tal como se consiga en los antecedentes del C.M.N. , a fines del siglo XIX , ésta Iglesia fue reconstruída con muros más delgados y esbeltos, manteniendo la volumetría original .Al parecer hubo una importante modificación de la tipología estructural.

En la década de los años 70, con el propósito de afianzar la debilitada estructura de la bóveda de caña y barro,se instalaron refuerzos metálicos en base a perfiles c y tensores. No está claro si estos refuerzos cumplieron su función en el evento sísmico.

La Iglesia sufrió importantes daños en su nave central, construida en base a una bóveda de cañón corrido de técnica mixta tierra – madera, con osamenta en base a cañas de sección de aprox. 1 " de diámetro . Así mismo los dos tambores superiores del campanario sufrieron fuertes daños.
El 19 de Septiembre de 2005, ante una fuerte ventisca , colapsó completamente la bóveda de cañón corrido .

Proyecto de restauración
El desarrollo del proyecto involucró las siguientes acciones:
- Levantamiento ortofogramétrico con registro de daños.
- Jornadas de trabajo realizadas el mes de Octubre de 2005 en Iquique y Matilla, con la comunidad, arquitectos, técnicos e invitados.

Se decidió mantener las zona del crucero y reparar naves laterales del mismo.
Reconstruir la nave principal de cañon corrido colapsada. Ante las alternativas de solución y madera laminada, la opción elegida fue ésta última por razones estéticas y

de costo. (La solución enmadera laminada es levemente superior en cuanto a costos comparada con la de acero)

Desarmar los dos tambores superiores del campanario. Este será reforzado mediante una estructura interna de hormigón armado que se revestirá en piedra liparita original. Existen canteras disponibles de éste material en las cercanías de Matilla.

Conclusiones

La conclusiones de la presente ponencia, sintetizan la experiencia del autor a través de su participación en diferentes etapas del proceso de reconstrucción, a saber :

- Participación en el comité “Adobe “, representando al Colegio de arquitectos de Chile, Comité de tecnología, el cuál sesionó en Junio de 2005

- Participación como expositor y auditor en el encuentro “ Renconstruyendo con la madre tierra “ , en torno a la conservación del patrimonio religioso de la primera región y los desafíos de la reconstrucción “, realizado los días 8 y 9 de Septiembre de 2005. Dicho encuentro fue co-organizado por el Obispado de Iquique, Consejo de monumentos nacionales, Ministerio de obras públicas y Universidad Arturo Prat.

- Participación como contraparte técnica y asesor de la Cía. Minera Cerro Colorado. Esta Cía. Dispone los recursos económicos para la reconstrucción de las Iglesias de Na Sra. del Rosario de Mamiña y Sta. Lucía de Parca.

- Participación en el comité asesor en restauración arquitectónica: Sres . Jorge Atria L,Patricio Gross F., Hernán Montecinos B. y Hugo Pereira G , creado para la asesoría en aspectos proyectuales de la restauración arquitectónica, creado por la Corporación del Patrimonio cultural de Chile.

Estas serían las siguientes:

1) Es recomendable contar con un registro planimétrico adecuado, que facilite y acorte los plazos de la intervención.

2) Evitar la intervención de terceros en alteraciones y modificaciones sustanciales de las Iglesias. Son especialmente significativas en éste aspecto, las sustituciones de cubiertas, reemplazo de componentes, agregación de materiales de refuerzo , sin considerar criterios técnicos de compatibilidad estructural, adherencia etc.

3) Ante la pérdida de oficios constructivos tradicionales , tales como la fabricación de adobes o construcción de cubiertas de paja brava, es recomendable la implementación de escuelas taller de diferentes oficios.

Lo anterior permitiría contar con obra de mano calificada en diferentes técnicas constructivas, las que habitualmente no dominan las empresas constructoras

4) Es fundamental la integración de la comunidad organizada en el proceso de reconstrucción. Esta tiene muchas veces el rol de reconstituir la historia que no existe en el plano documental. Así mismo le permite positivizar un proceso que de por sí, tiene un carácter traumático.

5) Se requiere un eficiente sistema de supervisión de obras, estableciendo las inspecciones técnicas de obra necesarias. Se ha comprobado una mala ejecución de obras de reparación y mantención, situación que desmejora el comportamiento de la edificación, ante el evento sísmico.

6) Es necesario establecer un modelo de gestión que establezca metodologías de acción, deslinde competencias y responsabilidades profesionales, integre ala comunidad, solicite asesorías internacionales, cuando no se cuente con los expertos a nivel nacional.

7) Mantención de un catastro actualizado de los edificios religiosos. Este debería considerar el estado de la edificación, consignar intervenciones. Dejar constancia de daños que pudieran presentarse , mantener antecedentes legales catastrales relativos a la tenencia de la tierra etc.

Citas y notas

(1) Ley de Donaciones con Fines Culturales Art.8º de la Ley 18.985
1.- ¿En qué consiste?
La Ley de Donaciones Culturales, más conocida como "Ley Valdés", es un mecanismo legal que estimula la intervención privada (empresas o personas) en el financiamiento de proyectos artísticos y culturales, entregando a los particulares la opción de decidir ellos mismos donde colocar sus impuestos.
El Fisco aporta un 50 por ciento del financiamiento, al renunciar al cobro de ciertos tributos, y las empresas privadas o los particulares financian, de sus arcas, el otro 50 por ciento.
2.- ¿Cómo opera?
La Ley de Donaciones Culturales autoriza a empresas y personas a descontar del pago de su Impuesto a la Renta, (Primera Categoría o Global Complementario) el 50 % del monto de las donaciones que hayan realizado para fines culturales. El otro 50% es aceptado como gasto.
Sólo pueden ser donantes quienes tributan sobre rentas efectivas y no presuntas.
La exención tiene un tope anual de 14 mil UTM (Unidades Tributarias Mensuales) por contribuyente. Es deducible sólo en el momento en el que el donante efectúe su declaración anual de impuestos en el mes de Abril de cada año.
Las donaciones no pueden exceder en un año:
- Para las empresas del 2 por ciento de la Renta Líquida Imponible,
- Para las personas naturales, afectos al Impuesto Global Complementario, del 2 por ciento de la Renta Neta Global.
3.- ¿Quiénes pueden solicitar una donación?
Según la Ley, pueden presentar proyectos para su calificación:
Universidades e Institutos profesionales, estatales o particulares, reconocidos por el Estado.
Bibliotecas Públicas. Las bibliotecas de los establecimientos educacionales que permanezcan abiertas al público.
Corporaciones y Fundaciones sin fines de lucro, cuyo objeto exclusivo sea la investigación, desarrollo y difusión de la cultura y el arte.
Las organizaciones comunitarias funcionales constituidas de acuerdo a la ley N° 19.418, que establece normas sobre Juntas de Vecinos y demás Organizaciones Comunitarias, cuyo objeto sea la investigación, desarrollo y difusión de la cultura y el arte.
Los museos estatales y municipales. Los museos privados que estén abiertos al público en general y siempre que sean de propiedad y estén administrados por entidades o personas jurídicas que no persigan fines de lucro.
El Consejo de Monumentos Nacionales, respecto de los proyectos que estén destinados únicamente a la conservación, mantención, reparación, restauración y reconstrucción de monumentos históricos, monumentos arqueológicos, monumentos públicos y zonas típicas.
4.- ¿Cómo pueden ser las donaciones?
Las donaciones pueden hacerse en dinero en efectivo y en especies.
En ambos casos, los recursos se deben destinar a la adquisición de los bienes necesarios para llevar a cabo el proyecto, a su funcionamiento general o actividades específicas relacionadas con ese mismo proyecto.
5- ¿Qué requisitos deben reunir los donantes?
Las empresas o personas que quieran apoyar proyectos a través del mecanismo de la donación, deben acreditar las donaciones y efectuar las deducciones a que se refiere el artículo legal, exigiendo al beneficiario la entrega de un certificado, timbrado por el SII.
(2) Fuente Informe final, Proyecto reconstrucción y restauración Iglesia de Mamiña , Arqto René Mancilla C. ,Enero 2006 ,Corporación Patrimonio cultural de Chile. Pag. 23 . Doc. Int.
(3) Fuente Informe final, Proyecto reconstrucción y restauración Iglesia de Mamiña , Arqto René Mancilla C. ,Enero 2006 ,Corporación Patrimonio cultural de Chile. Pag. 41 . Doc. Int.
(4) Fuente Informe final, Proyecto reconstrucción y restauración Iglesia de Mamiña , Arqto René Mancilla C. ,Enero 2006 ,Corporación Patrimonio cultural de Chile. Pag. 43 . Doc. Int.
(5) Fuente Informe interno Fundación AIS (Ayuda a la Iglesia que sufre) a Cía. Minera Cerro Colorado , de fecha 12/12 /05. Autores Arquitectos : Hernán Rodríguez V. y Pablo González A.
(6) Fuente Informe interno Fundación AIS (Ayuda a la Iglesia que sufre) a Cía. Minera Cerro Colorado , de fecha 12/12 /05. Autores Arquitectos : Hernán Rodríguez V. y Pablo González A.
(7) Fuente Informe interno Fundación AIS (Ayuda a la Iglesia que sufre) a Cía. Minera Cerro Colorado , de fecha 12/12 /05. Autores Arquitectos : Hernán Rodríguez V. y Pablo González A.
(8) Fuente Informe interno Fundación AIS (Ayuda a la Iglesia que sufre) a Cía. Minera Cerro Colorado , de fecha 12/12 /05. Autores Arquitectos : Hernán Rodríguez V. y Pablo González A.
(9) Fuente : Página web. Consejo de Monumentos Nacionales de Chile .www.monumentos.cl
(10) Fuente : Página web. Consejo de Monumentos Nacionales de Chile .www.monumentos.cl

Hugo Pereira Gigogne

Arquitecto. Universidad de Chile. Postítulo en Federalismo Integral. CIFE (Centre Internationale de Formation Europeen). Niza, Francia.
Docencia: Universidad Tecnológica Metropolitana. Universidad Central de Chile. Universidad ARCIS.
Secretario Comité de Tecnología , Colegio de Arquitectos de Chile

Desde 1989 , integrante de la red temática HABITERRA y proyecto de investigación PROTERRA – CYTED
Asesor plan de reconstrucción post-sismo Junio 2005 por BHPBILLITON , Cía . Minera Cerro Colorado.
Socio Soc. Constructora DOMUS Ltda.. 1980-95
1993 Coordinar ejecutivo Exposición HABITERRA : Construcciones de tierra en Iberamerica
1998 Secretario Técnico regional, Programa CHILE-BARRIO , Región Metropolitana.

Premio " Fermín Vivaceta 2000 " Colegio de Arquitectos de Chile A.G.

Seminarios, cursos y publicaciones a nivel nacional e internacional en temas de tecnología de construcción en tierra cruda.

4.19

ENSAYO BAJO CARGAS HORIZONTALES DE MURO CONSTRUIDO CON MAMPUESTOS DE SUELO CEMENTO.[1]

Mary Saldivar *[2] , José Luis Bustos[3] , Osvaldo Albarracin[4], Arturo Pereyra[5]
Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño
Universidad Nacional de San Juan (IRPHa-FAUD-UNSJ).
Av. Ignacio de La Roza y Meglioli, Rivadavia, 5400 San Juan, Argentina.
Tel: +54(0)264 423 2395. Fax: +54(0)264 423 5397. Web: http://www.irpha.com.ar

Palabras clave: muro de ensayo - suelo-cemento – sismorresistencia

Resumen
En el marco de las investigaciones desarrolladas por el área tecnológica del IRPHa, en el tema de tecnologías apropiadas aplicadas a la vivienda social en regiones árido-sísmicas, se trata de desarrollar alternativas constructivas económicas, aptas para la autoconstrucción, que recuperen conocimientos propios del sector al que está dirigido, incorporen el máximo de materiales disponibles en la zona, hagan uso racional del recurso humano disponible y den respuestas a las condiciones sísmicas y de aridez propias de la región sanjuanina en lo referido a seguridad y habitabilidad.
Con el objeto de demostrar que es posible desarrollar alternativas tecno-espaciales superadoras de las soluciones de carácter espontáneo, que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de las viviendas maximizando los recursos materiales, humanos y económicos disponibles, en procesos participativos facilitadores de la reinclusión social, se llevan a cabo verificaciones experimentales de una tipología estructural basada en mampostería de suelo cemento con vigas de encadenado inferior y superior y contrafuertes laterales, sin columnas de encadenado..
La tecnología desarrollada realiza aportes a resultados de investigaciones efectuadas en otras regiones, principalmente en lo referido a verificar las cualidades sismo-resistentes del sistema. Es importante destacar que los bloques empleados se producen respetando las condiciones de trabajo de campo, similares a las que cuentan los destinatarios del sistema, y no las ideales de laboratorio. Para poder determinar la factibilidad de uso de acuerdo a las reglamentaciones vigentes, es necesario realizar las correspondientes verificaciones experimentales y empíricas del sistema, conforme lo exige la rigurosidad de las normativas INPRES-CIRSOC.
En el presente trabajo se describe el ensayo de un muro en escala natural que fue sometido a un ensayo pseudo-estático, realizado con el fin, de valorar la capacidad sismo-resistente del sistema, verificando el comportamiento a cargas horizontales.
Del ensayo a carga horizontal se obtiene la rigidez, el módulo de corte y la capacidad de disipación de energía de la mampostería, parámetros necesarios para la valoración de una tipología estructural, en zonas de alto riesgo sísmico como la Provincia de San Juan.
Las conclusiones del ensayo permitirán inferir los límites de aplicabilidad de la mencionada tipología estructural, y determinar condicionantes para los diseños de modelos de viviendas materializables por autoconstrucción.

Introducción

En el presente trabajo se desarrolla la mecánica seguida con el objeto de determinar las características sismorresistente del sistema estructural cuya mampostería está compuesta por bloques de suelo cemento.
Teniendo en cuenta la cantidad de variables que influyen en su determinación se decidió realizar ensayos que parten desde sus elementos constitutivos más simples ***el suelo***, siguiendo por los ***bloques***, ***muretes*** hasta el ensayo de un ***muro a escala natural***.
Partiendo de los suelos definidos como adecuados para el suelo cemento dado por "Pórtland Cement Association", se realizaron los análisis granulométricos de muestras representativas de diferentes tipos de suelo, en nuestra provincia, obteniendo las

correcciones necesarias a realizar, para que se adecuen a las curvas granulométricas recomendadas.
En una segunda etapa se ensayaron los mampuestos, y muretes con el objeto de determinar las resistencias a la compresión, y al corte respectivamente.
Finalmente se ensayó un muro a escala natural, en el Laboratorio de Estructuras del Instituto de Investigaciones Antisísmicas de la Universidad de San Juan. En el presente trabajo se desarrolla la mecánica seguida en el ensayo a carga horizontal, de un muro con contrafuertes, con el objeto de evaluar las características sismorresistentes del sistema estructural cuya mampostería está compuesta por bloques de suelo cemento.

Descripción del ensayo

Construcción del modelo

La construcción del modelo comenzó con la elección de la tierra que sería empleada, la tierra seleccionada pertenece al departamento de Zonda, uno de los lugares viables, para la aplicación del sistema propuesto, en las construcción de viviendas.
Se realizó el análisis granulométrico, y se decidió corregir el suelo en laboratorio, de modo de alcanzar un mejoramiento en su constitución granulométrica, que le permita ubicarse dentro del rango definido como adecuado para el empleo en suelo cemento según, Pórtland Cement Association. (Fig 1)
Los mampuestos fueron realizados por un solo operario con conocimientos básicos de albañilería, la máquina IRPHa-RAM se instaló en un lugar cerrado, donde se fabricaron y se acopiaron bajo techo para su posterior fraguado, los bloques. Los mampuestos fabricados se mantuvieron en condiciones ideales de curado normal durante siete días y permanecieron cubiertos con nylon durante todo el periodo de fragüe (30 días aproximadamente) en condiciones de humedad aceptables.

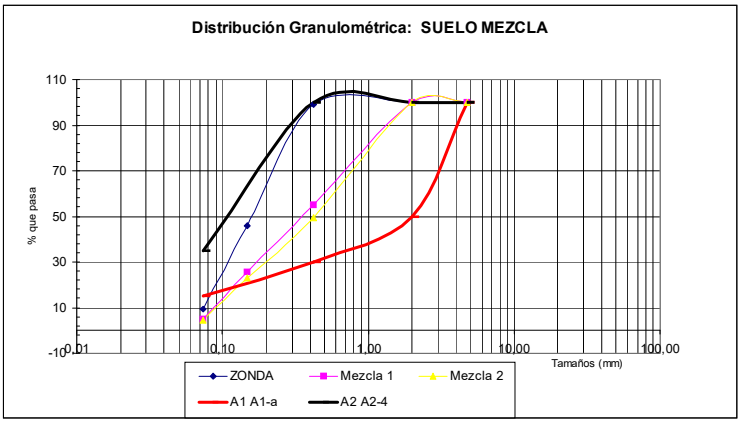


Figura 1

De la totalidad de los mampuestos que se fabricaron, por tratarse de mampostería armada, se hicieron 100 con hueco en el centro, 300 macizos, 300 con huecos en los costados y 80 mitades.

Posteriormente se comenzó por la construcción de la base de apoyo del muro, en el Instituto de Investigaciones Antisísmicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, cuyas dimensiones responden a las características del sistema estructural que se desea ensayar, con contrafuertes, y a la losa de carga del Laboratorio de Estructuras del mencionado Instituto. (Fig 2)

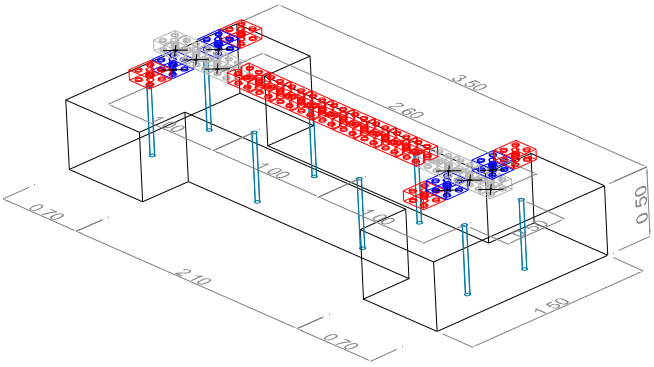


Figura 2



Figura 3



Figura 4

La armadura principal fue de 1Φ 12 c/30cm y los estribos de 1Φ 8 c/10cm, se empleó un hormigón elaborado H17 de 300kg de cemento por m3 de hormigón siendo construida por mano de obra especializada. (Fig 3 y Fig 4).
Una vez fraguada la misma se continúo con la ejecución del muro, tratando de reflejar las condiciones de trabajo reales y no condiciones ideales de laboratorio.
Con este objeto los bloque fueron realizados por mano de obra no especializada, como será la encargada de materializar, por el sistema de autoconstrucción las viviendas destinatarias de ésta tipología estructural. Con el asesoramiento técnico profesional mínimo necesario para la adquisición de las técnicas básicas.
El muro se construyó con mampuestos de 19 cm de espesor (19xcm19cmx8cm), armado vertical y horizontalmente. La armadura horizontal consistió en 2Φ 6 c/ 5 hiladas y la armadura vertical esta formada por 5 Φ 8 enhebrados en los mampuestos que forman el encuentro de muros (Fig 5).
Para el asiento de los mampuestos se utilizó un mortero con una dosificación 1:4 (cemento, arena gruesa), las hiladas de ladrillos se trabaron conservando una junta vertical de 1 cm. y una horizontal de 2 cm. aproximadamente
Las dimensiones del modelo (largo y ancho) fueron determinadas en función de la modulación de los ambientes de una vivienda, destino principal de la tipología estructural bajo ensayo, que determina paños de mampostería cuyas dimensiones oscilan en los 3m de largo y una altura promedio de 2,60m. Las medidas del panel ensayado fueron de: 0,19m de espesor, 3.00 de ancho x2.65 de alto. (Fig 6 – Fig 7).


Figura 5

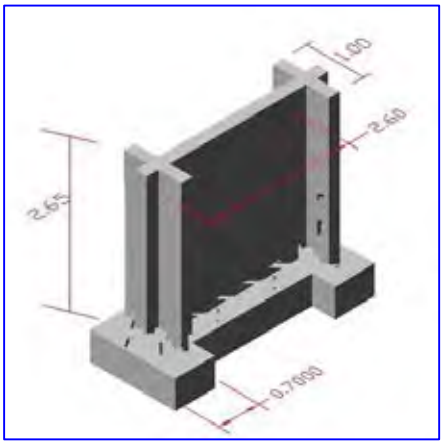


Figura 6


Figura 7

En la parte superior del muro se armó una viga de 50 cm. de altura, que sirve para simular la viga de encadenado superior y la carga del techo liviano que soportaría el muro.
Durante la construcción del muro se advirtió que un porcentaje de los mampuestos no tenían la trabajabilidad necesaria por lo que se desecharon, producto de condiciones inadecuadas de fragüe.
Fue trasladado hasta la losa de carga por una grúa cuidando no someter el modelo a esfuerzos que pudieran alterar los resultados del ensayo.

Instrumentación
Con el objeto de medir algunos parámetros durante el ensayo se colocó la siguiente instrumentación (Figura 8):

- Sensor de desplazamiento L.V.D.T. en dirección horizontal en correspondencia con la viga metálica superior, para el control del desplazamiento del actuador horizontal. (L.V.D.T. 1)
- Un sensor de desplazamiento L.V.D.T. en dirección vertical, ubicado en el actuador vertical izquierdo del modelo. (L.V.D.T. 2)
- Dos sensores de desplazamiento L.V.D.T. en correspondencia a la dirección de las diagonales del modelo, uno a cada lado del muro.(L.V.D.T. 3 y 4)
- Celdas de carga (3) en cada uno de los actuadores servocontrolados.

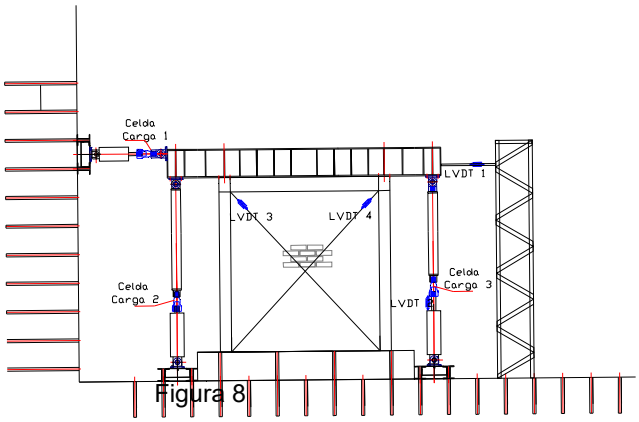


Figura 8

ESQUEMA DEL ENSAYO PSEUDOESTÁTICO EN LOSA DE CARGA

En la Figura 9 se muestra el modelo del muro antes del ensayo, y en la Figura 10 y 11 los detalles del L.V.D.T. diagonal, y de la celda de carga ubicada en uno de los actuadores verticales.



Figura 9



Figura 10

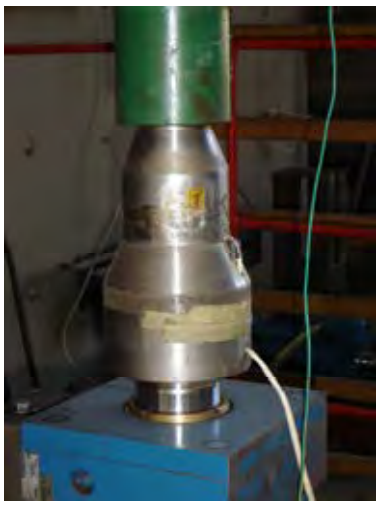


Figura 11

Desarrollo del ensayo

El muro se ensayó manteniendo carga vertical constante y permitiendo el giro libre del extremo superior. Para simular la carga vertical, que puede actuar sobre el muro debida al peso de una estructura de techo liviano, se aplicó una carga controlada constante de compresión de 2 t mediante dos actuadores hidráulicos verticales a través de una viga metálica. Luego se aplicaron desplazamientos laterales cíclicos de amplitud creciente mediante un actuador servocontrolado horizontal (Figura 2). Estos desplazamientos se miden y se controlan con el sensor LVDT 1 ubicado en la misma dirección. Durante el ensayo se incrementó sucesivamente el valor de desplazamiento máximo impuesto a los modelos. En todo instante los valores de desplazamientos y carga en los actuadores se registraron mediante un sistema de adquisición de datos y control en computadora, mostrado en la Figura 12.



Figura 12

Comportamiento del Modelo

Durante la ejecución del ensayo se observó un patrón de agrietamiento sucesivo similar al que se indica en las Figuras 13 a 15. Con la aplicación de los primeros valores de distorsión el agrietamiento inicial fue horizontal y a través de la interfase de separación entre el mortero y mampuesto. Las juntas horizontales ubicadas por debajo de las juntas con armadura presentaron mayor agrietamiento. Cuando se aumentó el desplazamiento lateral, se observó un agrietamiento escalonado entre las juntas con armadura horizontal y a través de la interfase mortero – mampuesto como se muestra en las Fotos adjuntas. Este comportamiento se repitió y acentuó en toda la altura del muro a medida que se impuso sucesivamente mayor desplazamiento lateral.





Figura 13

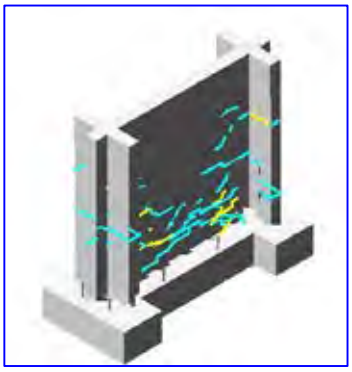




Figura 14

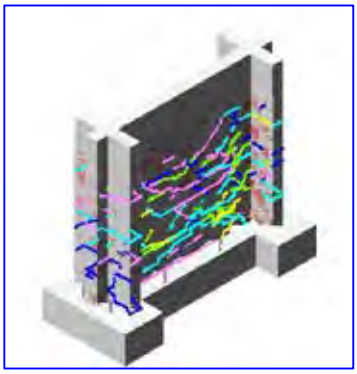




Figura 15

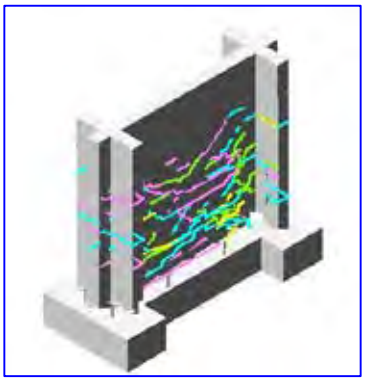




Figura 16

En la etapa final del ensayo, para una deformación lateral de 30 mm, se propagaron las fisuras de la mampostería con mayor énfasis a los muros contrafuertes (Fig 16). Para estos niveles de deformación se produjo una separación en la interfase de la mampostería con la fundación. A pesar de ello, no hay indicios de que se hayan cortados las armaduras verticales cuando se alcanzó la deformación lateral máxima. Durante la realización del ensayo no se produjo el vaciamiento del panel agrietado y tampoco la expulsión de mampuestos.
En la Figura 17 se muestra un gráfico correspondiente al ensayo E-11, en el que se representa el desplazamiento lateral controlado vs. el tiempo. En la Figura 18 se muestran las deformaciones medidas con los sensores de desplazamiento (L.V.D.T.) en las diagonales, vertical y horizontal de control.
La totalidad de los ensayos en carga-deformación lateral se representan en la figura 19. Cada desplazamiento objetivo se aplicó al menos dos veces y es posible observar una fuerte disminución de la rigidez en el segundo ciclo de carga. La rigidez inicial es de aproximadamente 21tn/cm.

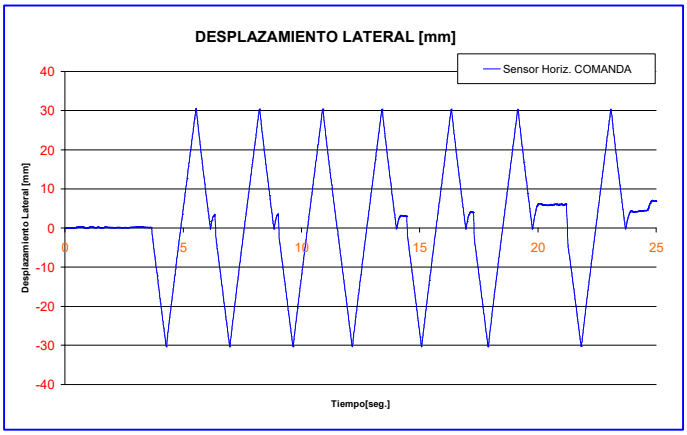


Figura17

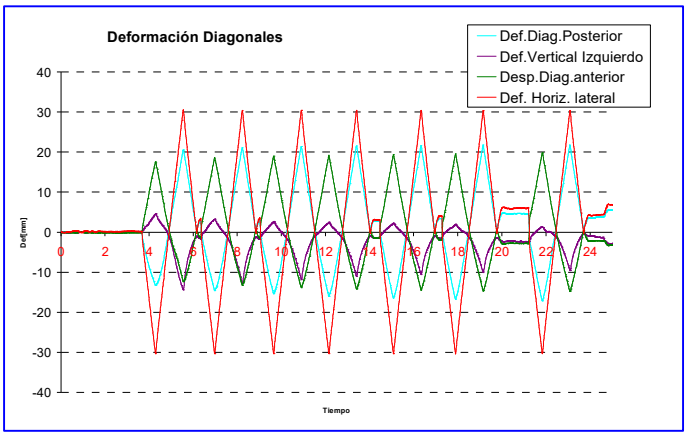


Figura 18

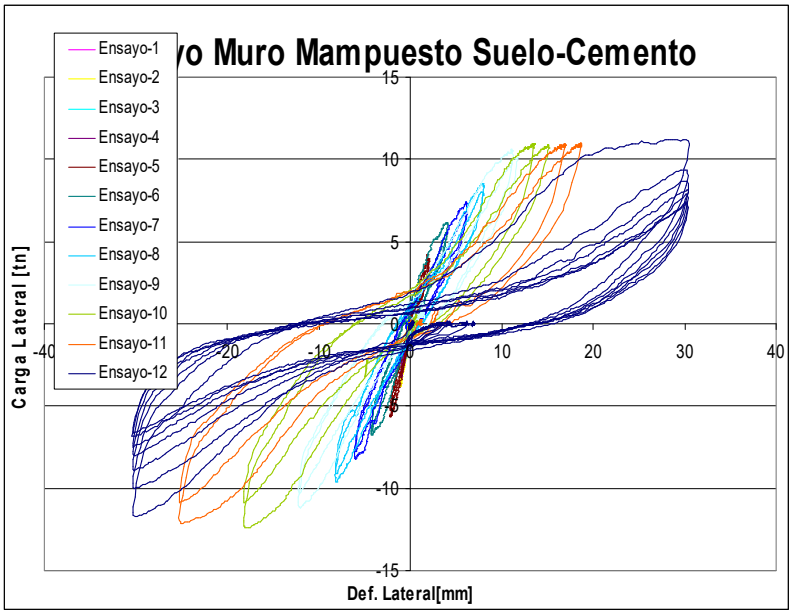


Figura 19

Una vez agrietado el muro presenta rigidez baja, como se puede observar en las curvas carga deformación, debido a la baja resistencia friccional de la junta horizontal. La rigidez del conjunto cambia para desplazamientos sucesivamente mayores, con una marcada caída de pendiente. Para una deformación de 10mm la rigidez secante fue de 8.8t/cm. La carga alcanzada para una deformación de 30mm fue de 11.5t que corresponde a una tensión nominal de corte de aproximadamente 1,3 kg/cm^2. La rigidez en el primer ciclo de este último ensayo fue de 3.5 t/cm.
El agrietamiento producido al aplicar ciclos de carga lateral creciente se puede observar en la sucesión de fotos adjuntas. Para el desplazamiento lateral de 30mm del último ensayo, se produjeron grandes agrietamientos en los talones comprimidos de los contrafuertes, por lo que se decidió terminar el ensayo. (Figura 20 y 21)



Figura 20



Figura 21

Conclusiones

1- La rigidez observada en los ensayos es baja si se la compara con resultados obtenidos para muros de mampostería de ladrillón.
2- La armadura horizontal ha resultado muy efectiva para disminuir y distribuir el agrietamiento. Se considera que se debe exigir su uso.
3- El comportamiento del muro ante la aplicación de carga vertical y lateral en su plano fue buena ya que no se produjo el vaciamiento del panel agrietado ni y tampoco la expulsión o caída de mampuestos o trozos de estos.
4- Se estima que es posible utilizar el muro como elemento de cierre en viviendas económicas con techo liviano.
5- Los resultados del ensayo nos permitieron determinar parámetros mecánicos y dinámicos de la mampostería de suelo cemento sin encadenar.
6- A partir de éstos primeros resultados quedan una serie de estudios, e investigaciones sobre las cuales avanzar, con el objeto de llegar a encontrar índices, coeficientes, para la valoración de una vivienda en una zona de alto riesgo sísmico, garantizando la seguridad de vida de sus ocupantes para el sismo de diseño.
7- Las conclusiones del ensayo nos permitirán inferir los límites de aplicabilidad de la tipología estructural bajo estudio, y determinar condicionantes para los diseños de modelos de viviendas materializables por autoconstrucción.

Citas y notas

[1] Investigaciones realizadas en el marco de los proyectos CONICET PIP 03007/00, FONCYT-ANPCYT PICT 13059, y CICITCA-UNSJ 21/A381. Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan (IRPHa-FAUD-UNSJ). Av. Ignacio de La Roza y Meglioli, Rivadavia, 5400 San Juan, Argentina. Tel: +54(0)264 423 2395. Fax: +54(0)264 423 5397. Web: http://www.irpha.com.ar
[2] Ingeniera. Profesor Adjunto de la FAUD-UNSJ. Docente en las Cátedras de Estructuras I y Estructuras Especiales. Investigador en el Área Tecnológica del IRPHa-FAUD-UNSJ. E-mail: msaldivar@sinectis.com.ar
[3] Magíster Ingeniero. Profesor Titular de la Facultad de Ingeniería. UNSJ. Docente en la Cátedra Computación. Investigador en el Instituto de Investigaciones Antisísmicas Aldo Bruchi. E-mail: jlb@unsj.edu.ar
[4] Arquitecto Profesor Adjunto de la FAUD-UNSJ. Docente en la Cátedra Construcciones II y en la Asignatura Electiva Vivienda de Interés Social. Director del Proyecto CICITCA-UNSJ 21/A381, Co-Director del Proyecto PIP 03007/00, e integrante del Grupo Responsable del PICT 13059. E-mail: oalbarra@farqui.unsj.edu.ar Investigador en el Área Tecnológica del IRPHa-FAUD-UNSJ.
[5] Arquitecto Profesor Jefe de Trabajos Prácticos de la FAUD-UNSJ. Docente en las Cátedras Instalaciones y en la Asignatura Electiva Diseño Bioclimático. Investigador en el Área Tecnológica del IRPHa-FAUD-UNSJ. E-mail: arturoar2003@yahoo.com.ar

Bibliografía

*ZABALA, F, Bustos, J.L, Masanet, A,R y Santalucía J,R. "Aspectos del diseño de muros de mampostería encadenada bajo cargas sísmicas". Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estructural. (2002)
*GIULIANI Hugo "Arquitectura Sismorresistente ". Editorial FAUD-IRPHa. (1984).
*ROTONDARO R. ¨´Arquitectura de Tierra y Tecnología Apropiada¨¨. Curso Teórico Práctico, pp. 1-41. Ficha 2, Programa de Ecología Regional, UNJu. (1990).
*SALDIVAR, Mary- ALBARRACIN, Osvaldo ´´Verificaciones Experimentales del Sistema Constructivo en suelo-cemento para zona sísmica´´. (2004)

Mary Lucinda Saldivar

Ingeniero Civil: Facultad de Ingeniería – UNSJ.1984.
Especialista en Docencia Universitaria. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. – UNSJ.2001.
Candidato a Magíster en Ingeniería Sismorresistente. Ha cursado y aprobado las materias escolarizadas de la "Maestría en Ingeniería Sismorresistente", dictada por la Facultad de Ingeniería. UNSJ, encontrándose en etapa de desarrollo de tesis 2003/2004.
Categoría de Investigación: IV del Consejo Interuniversitario Nacional
Su actividad en investigación se encuadra el la línea Tecnologías Apropiadas, aplicada a la vivienda social de carácter rural.
Ha participado en múltiples reuniones científicas y registra publicaciones de carácter nacional e internacional.
Desarrolla funciones de Profesor Adjunto en las Cátedras Estructuras I, de la Facultad de Arquitectura y Estructuras Especiales en la Facultad de Ingeniería de la UNSJ.
msaldivar@sinectis.com.ar

CURRICULUM VITAE
ALBARRACIN, Osvaldo Roberto

DATOS PERSONALES

Apellido y Nombres	Albarracín Osvaldo Roberto
Lugar y fecha de nacimiento	San Juan, Argentina, 14 –06 – 1952
E-mail	oalbarra@farqui.unsj.edu.ar osvaldo_albarracin@yahoo.com.ar

ESTUDIOS REALIZADOS

- De grado: 1987: Arquitecto: FAU - UNSJ
- De Postgrado: 2003/04 Candidato a Doctor en Arquitectura: Ha cursado y aprobado las materias escolarizadas del 3° Doctorado en Arquitectura de la Universidad de Mendoza, encontrándose en etapa de desarrollo de tesis doctoral cuyo tema es: "Vivienda Social por Autoconstrucción"

INVESTIGACION y DOCENCIA

- Categoría de Investigación: II del Consejo Interuniversitario Nacional
- Su actividad en investigación se encuadra el la línea Tecnologías Apropiadas, aplicada a la vivienda social de carácter rural.

- Ha dirigido y codirigido proyectos con financiamiento de la UNSJ, del CONICET y de la Agencia de Promoción Científica
- Ha participado en múltiples reuniones científicas y registra publicaciones de carácter nacional e internacional.
- Ha desarrollado funciones de Secretario de Investigación de la FAUD, Consejero Directivo y miembro del Consejo de Investigación del IRPHa
- Desarrolla funciones docentes en las asignaturas “Construcciones I” y la “Vivienda Social” de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FAUD

4.20

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE CONSTRUÇÕES EXISTENTES EM ADOBE

Humberto Varum, Aníbal Costa, Henrique Pereira, João Almeida
Departamento de Engenharia Civil
Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, PORTUGAL
Tel.: +351 234 370938 - Fax: +351 234 370094 - E-mail: hvrum@civil.ua.pt

Palavras-chave: paredes de adobe – ensaios - caracterização mecânica

Resumo
Em Portugal a construção em adobe foi muito utilizada até meados do século XX sobretudo na região de Aveiro. Actualmente cerca de 25% das construções existentes na cidade são de adobe. Estes números sobem para 40% se referidos à região de Aveiro.
O adobe foi utilizado nas mais variadas construções, desde edifícios rurais, edifícios urbanos de maior porte, muros, poços de água, igrejas e armazéns. De destacar inúmeros edifícios de elevado valor histórico e patrimonial que foram também construídos em adobe, como por exemplo alguns edifícios de Arte Nova.
Muito deste património de construções existentes em adobe na região de Aveiro apresenta uma pronunciada degradação estrutural, e em muitos casos encontra-se mesmo no limiar da ruína, devido sobretudo à falta de manutenção e conservação destas construções.
Da falta de sensibilidade no passado para a preservação deste património, por um lado, e por outro da falta de conhecimento relativo ao comportamento destes materiais, resultou o estado actual das construções existentes em adobe.
Para colmatar a falta de informação técnica acerca das propriedades mecânicas e comportamento dos elementos em adobe, a Universidade de Aveiro tem vindo a desenvolver nos últimos anos estudos e ensaios de caracterização deste tipo de construção na região, nomeadamente pela realização de levantamentos dimensionais, estudo da composição dos diferentes blocos de adobe e das argamassas de junta e reboco, e do seu comportamento mecânico.
Foram recolhidas amostras de adobe de muros e de casas representativas da construção na região de Aveiro. Os provetes extraídos destas amostras foram ensaiados à compressão simples e à compressão diametral. Foram também construídos muretes à escala e estes foram ensaiados à compressão perpendicular às juntas de assentamento e na direcção diagonal. Para além dos ensaios laboratoriais foram efectuados ensaios mecânicos “in situ” sobre paredes existentes de adobe.
Os resultados obtidos com os ensaios efectuados servem de suporte para futuras intervenções de reabilitação e eventual reconstrução. Estes resultados servem de suporte à caracterização da construção existentes, à interpretação das patologias estruturais verificadas, à calibração dos modelos numéricos para simulação do comportamento destas construções, na avaliação da segurança estrutural e no dimensionamento de eventuais soluções de reforço.
Pretende-se com este artigo apresentar e discutir os resultados principais dos ensaios realizados.

Introdução

Em Portugal, a construção em terra, como elemento estrutural, é predominante no sul e centro litoral. O norte e centro interior são dominados pela alvenaria de pedra. A técnica construtiva mais utilizada no sul é a taipa.
Relativamente ao adobe e apesar da sua enorme heterogeneidade, confirmada pelas inúmeras tipologias identificadas, a maioria das construções encontram-se confinadas sobretudo ao centro litoral, nomeadamente no distrito de Aveiro.
É evidente o nível de degradação e abandono patente nas construções em adobe da região de Aveiro, contudo podem-se ressalvar casos em que as construções se encontram plenamente capazes de cumprir as funções para as quais foram pensadas e construídas,

bastando para tal pequenas obras de manutenção e conservação. Regra geral, a demolição tem sido a solução adoptada para estas construções, porém, nos últimos anos, tem-se recorrido pontualmente à reabilitação e reforço das construções em adobe por parte de alguns proprietários sensibilizados com a sua salvaguarda e preservação.
A opção de reabilitar apresenta dificuldades acrescidas devido à falta de informação sobre as propriedades e caracterização mecânica do adobe, sendo necessário estudos técnicos para determinar propriedades como: o módulo de elasticidade, a sua resistência à compressão, tracção e corte ou a sua composição, entre outros.
A caracterização mecânica dos blocos de adobe e das argamassas bem como de alvenarias em adobe, são instrumentos fundamentais no apoio à realização de projectos de reabilitação e reforço deste tipo de alvenaria resistente.

Construções em adobe no distrito de Aveiro
Em Portugal, a construção em alvenaria resistente em adobe encontra na região de Aveiro a sua maior implantação. Impulsionada em finais do séc. XIX, teve o seu auge na primeira metade do séc. XX, vindo a ser gradualmente abandonada nos anos sessenta até ao seu desaparecimento como técnica construtiva. Actualmente são, ainda, vários os exemplos de património histórico, sobretudo ligados à Arte Nova, movimento artístico e arquitectónico dominante à época, edificados neste tipo de alvenaria. Do mesmo modo, pese embora o estado de degradação patenteado, são ainda inúmeros os exemplos de edifícios de habitação e serviços, alguns de dimensões consideráveis, que continuam a satisfazer as funções para as quais foram projectados, atestando a longevidade do adobe como material de construção.



Fig. 1 - Construções em adobe no distrito de Aveiro.

O emprego deste material, na região, era feito sobretudo na construção de casas e muros, embora lhe sejam conhecidas outras utilizações como sejam a construção de muros de suporte de terras ou até mesmo de poços de água (Fig. 1). De tal forma se faz ainda sentir a presença da construção em adobe na região que, segundo dados do município de Aveiro, cerca de 20-25% da construção existente na cidade, actualmente, é de adobe enquanto que referindo-se à região a percentagem sobe para os 35-40%.
Regra geral, os blocos de adobe eram realizados com terra arenosa húmida, que depois de amassada e metida em formas, era seca ao sol. Para o melhoramento do seu desempenho mecânico era relativamente frequente a inclusão de cal e por vezes de palha. As dimensões correntes, pese embora a existência de inúmeras tipologias identificadas, variavam, sobretudo, consoante o uso, sendo de aproximadamente 0.45×0.30×0.15m quando utilizados em casas e de 0.45×0.20×0.15m quando utilizados na construção de muros.

O adobe não foi somente utilizado em construções pequenas e modestas, como por exemplo casas rurais, arrecadações, armazéns, muros de propriedades ou poços de água, foi também empregue em obras mais nobres e ricas que nos nossos dias têm um elevado valor histórico e cultural, nomeadamente igrejas, casas de espectáculos, grandes mansões, algumas destas com uma arquitectura de estilo Arte Nova.
Os materiais de construção, as técnicas e as soluções construtivas tendem a ser fortemente influenciados pelo poder económico dos proprietários. No entanto dada a limitação de disponibilidade de outros materiais na região, o adobe foi utilizado de uma forma generalizada durante um largo período na região de Aveiro.
Nas zonas rurais havia a preocupação em orientar as casas a sul, provendo-as de maiores ganhos solares. Também os anexos e as dependências agrícolas encontravam-se alinhadas e viradas a sul.
As habitações são geralmente compostas por um corpo rectangular principal. Nos meios rurais, normalmente, são compostas unicamente por um piso térreo e em caso de necessidade de criar novos espaços era feita uma ampliação na horizontal. Nas zonas urbanas predominam as habitações de dois pisos.
Na execução de alvenaria de adobe, recorreu-se frequentemente à utilização de contrafortes maciços posicionados perpendicularmente à parede, realizados geralmente em adobe. Sendo muito utilizados em muros.
O adobe não é muito resistente à água, de forma a protegê-lo da humidade ascensional no caso das paredes, o adobe é assente sobre um primeiro alicerce em pedra, evitando o contacto directo com o solo. No caso dos poços de água, a opção por uma composição melhorada do adobe com recurso à adição de cal, garante o adequado comportamento e durabilidade, apesar do contacto directo com a água.
Nas construções de adobe encontram-se frequentemente soluções simples e engenhosas tais como a utilização de barrotes de madeira, arcos mais ou menos elaborados realizados com os mais diversos materiais (pedra, madeira, tijolo e até em adobe), utilizadas para melhorar a limitada resistência do material, procurando vencer os vãos das aberturas, melhorando a distribuição das cargas nos elementos estruturais.
A grande heterogeneidade de dimensões e de constituição do adobe dificulta a caracterização e o estudo da construção em adobe. Podem-se encontrar paredes resistentes realizadas em adobe extremamente fraco, como por exemplo em terra preta (rica em matéria orgânica), ou em adobe melhorado com inclusão de palha para melhorar as suas propriedades mecânicas. Em alguns casos encontra-se na mesma parede diferentes tipos de adobe misturados de uma forma mais ou menos aleatória com outros materiais, como por exemplo a pedra.

Ensaios de caracterização mecânica e granulométrica de elementos de adobe
Foi desenvolvida uma campanha de ensaios para se obter mais informação sobre o comportamento e propriedades mecânicas do adobe nesta região, realizaram-se ensaios de caracterização deste material, nomeadamente a realização de levantamentos dimensionais, estudo da composição granulométrica dos diferentes adobes da região e do seu comportamento mecânico.

1. Selecção de amostras
Dada a grande variabilidade, quer ao nível dimensional quer da sua constituição, de adobes existentes na região, tentou-se seleccionar um conjunto de amostras representativas das suas tipologias na região de Aveiro, para tal, foram recolhidas amostras de muros e casas em distintos locais de forma a caracterizá-lo o mais amplamente possível.
A proveniência do adobe foi sempre assinalada em ortofotomapas de forma a registar o local exacto da construção estudada. Esta referência ao local de proveniência é importante pois permite analisar quais as zonas da região que têm solos com melhores características para a usar na construção de alvenaria em adobe.
Para facilitar a identificação e análise os provetes foram numerados e seriados, segundo a sua proveniência, diferenciando, respectivamente, amostras de casas e muros com a

notação: H _ *i* _ *j* e W _ *i* _ *j,* onde *i* representa o número da obra, e o índice *j*, representa o número do carote extraído.
Foram recolhidas amostras constituídas, sempre que possível, por blocos inteiros de adobe, e quando possível foram retiradas amostras de argamassa de junta e de reboco.
Das amostras recolhidas foram retirados carotes cilíndricos com diâmetro compreendido entre 70 e 90mm. Estes foram posteriormente cortados com uma altura igual a duas vezes o diâmetro, procedendo-se à regularização das faces de topo dos provetes de forma a estarem perfeitamente perpendiculares ao seu eixo.

2. Caracterização granulométrica
Dado que o adobe recolhido é constituído essencialmente por solos arenosos, tendo em certos casos a presença de argilas e cal aérea, uma caracterização básica da sua composição foi efectuada pela análise granulométrica por peneiração seca.
Do traçado das curvas granulométricas, de amostras das construções em estudo, ressaltam dois factos relevantes:

- A maioria dos agregados que compõem os adobes existentes nas construções estudadas foram classificados como areias grossas. No entanto, embora menos comum, também surgem amostras com maior índice de finos.
- A elevada fracção de agregados de dimensões superiores a 2.5mm, em alguns dos casos dificultou a extracção de carotes com diâmetro regular, sendo mesmo praticamente inexequível fazer essa extracção para alguns tipos de adobe.

3. Ensaios de compressão
Foram submetidos 97 provetes cilíndricos a ensaios de compressão a fim de determinar a resistência mecânica. Dos quais, 51 eram provenientes de amostras de casas e 46 de muros.
As amostras na sua maioria foram ensaiadas à compressão simples, tendo sido algumas delas ensaiadas à compressão diametral, para tal recorreu-se a uma prensa mecânica universal. Na Secção 3.4 serão apresentados os resultados mais relevantes obtidos nestes ensaios.

4. Ensaios de ultra-sons
Complementarmente aos ensaios mecânicos de compressão, em prensa mecânica, foram realizados ensaios de ultra-sons, com recurso a um equipamento tipo Pundit (Fig. 2). Estes ensaios foram efectuados para verificar a eventual correlação com a resistência dos provetes à compressão e com o seu módulo de elasticidade. Sendo este um tipo de ensaio não-destrutivo indirecto foi determinada uma relação entre a velocidade de propagação de ondas neste material e os parâmetros mecânicos em estudo.
Os ensaios foram realizados sobre 60 provetes. Cada provete foi ensaiado em três estados, nomeadamente saturado, à humidade ambiente e seco. Pretendeu-se assim verificar a variação da resistência do adobe com o teor de humidade.

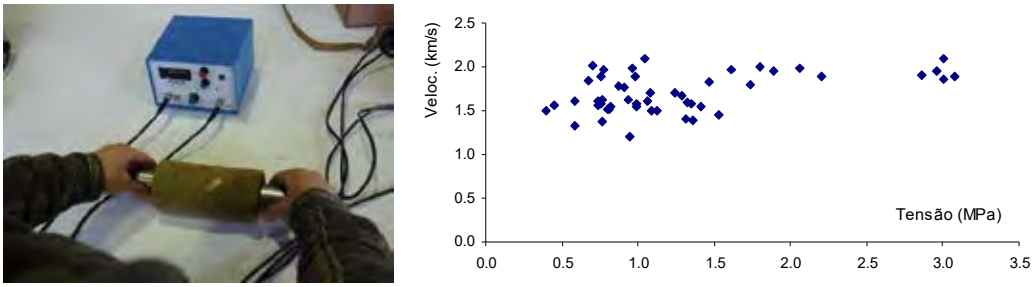


Fig. 2 – Ensaio com Pundit a um carote e resultados dos ensaios.

5. Análise e interpretação dos resultados

Os resultados obtidos nos ensaios de compressão simples mostram valores significativos da resistência à compressão das amostras ensaiadas (0.5-3.0MPa), sendo que para a resistência à tracção, igualmente expressivos, os resultados obtidos correspondem a valores de aproximadamente 20% da resistência à compressão respectiva (Tab. 1 e 2).

Do ponto de vista da distribuição granulométrica dos agregados constituintes das amostras ensaiadas, a análise granulométrica revelou uma clara tendência de que as amostras com maiores fracções de partículas de menores dimensões apresentam valores de resistência à compressão e tracção superiores.

Tab. 1 – Resultados dos ensaios mecânicos sobre os carotes retirados de casas.

Amostra		Módulo de Young (MPa)	Resistência à Compressão (MPa)	Deformação para a resistência máxima (mm/mm)	Resistência à tracção (MPa)
House 1	H_01_02	230.0	1.12	0.006	--
	H_01_03	250.0	1.29	0.009	--
	H_01_04	340.0	1.32	0.004	--
	H_01_05	--	--	--	0.14
	H_01_06	--	--	--	0.19
	H_01_07	--	--	--	0.06
	Média	273.3	1.24	0.007	0.13
House 2	H_02_01	280.0	1.25	0.007	--
	H_02_02	170.0	0.94	0.008	--
	H_02_03	160.0	0.81	0.006	--
	H_02_04	--	--	--	0.20
	H_02_05	--	--	--	0.19
	H_02_06	--	--	--	0.16
	Média	203.3	1.00	0.007	0.19
House 3	H_03_01	95.0	0.74	0.017	--
	H_03_02	100.0	0.91	0.013	--
	H_03_03	95.0	0.61	0.012	--
	H_03_04	--	--	--	0.18
	H_03_05	--	--	--	0.24
	H_03_06	--	--	--	0.16
	Média	96.7	0.75	0.014	0.19
House 4	H_04_01	55.0	0.59	0.028	--
	H_04_02	55.0	0.95	0.055	--
	H_04_03	50.0	0.63	0.043	--
	Média	53.3	0.72	0.042	--
House 5	H_05_01	630.0	3.07	0.011	--
	H_05_02	640.0	2.96	0.015	--
	H_05_03	450.0	3.00	0.019	--
	H_05_04	650.0	2.86	0.012	--
	H_05_05	315.0	1.53	0.015	--
	H_05_06	315.0	1.31	0.011	--
	H_05_07	380.0	1.36	0.012	--
	H_05_08	200.0	1.13	0.021	--
	Média	447.5	2.15	0.015	--
House 9	H_09_01	135.0	0.74	0.006	--
	H_09_02	70.0	0.45	0.015	--
	H_09_03	65.0	0.58	0.013	--
	H_09_04	100.0	0.91	0.015	--
	H_09_05	95.0	0.98	0.017	--
	Média	93.0	0.73	0.013	--
House 10	H_10_01	375.0	2.20	0.008	--
	H_10_02	590.0	3.01	0.007	--
	H_10_03	210.0	1.61	0.009	--
	H_10_04	350.0	1.89	0.008	--
	H_10_05	220.0	1.46	0.011	--
	H_10_06	270.0	1.74	0.009	--
	Média	335.8	1.99	0.009	--
House 11	H_11_01	160.0	1.24	0.011	--
	H_11_02	105.0	0.81	0.010	--
	H_11_03	145.0	0.99	0.008	--
	H_11_04	155.0	1.08	0.012	--
	H_11_05	100.0	0.74	0.016	--
	H_11_06	150.0	1.06	0.013	--
	H_11_07	125.0	0.80	0.011	--
	H_11_08	170.0	1.32	0.008	--
	H_11_09	130.0	1.35	0.012	--
	H_11_10	210.0	1.41	0.008	--
	H_11_11	170.0	1.29	0.009	--
	Média	147.3	1.10	0.011	--

Tab. 2 – Resultados dos ensaios mecânicos sobre os carotes retirados de muros.

Amostra		Módulo de Young (MPa)	Resistência à Compressão (MPa)	Deformação para a resistência máxima (mm/mm)	Resistência à tracção (MPa)
Wall 1	W_01_02	110.0	0.90	0.009	--
	W_01_03	185.0	1.21	0.008	--
	W_01_04	120.0	0.74	--	--
	W_01_05	--	--	--	--
	Média	138.3	0.95	0.008	--
Wall 2	W_02_01	85.0	0.54	0.010	--
	W_02_02	97.0	1.07	0.011	--
	W_02_03	170.0	0.86	0.006	--
	W_02_04	--	--	--	0.06
	W_02_05	--	--	--	0.23
	W_02_06	--	--	--	0.10
	Média	117.3	0.83	0.009	0.13
Wall 4	W_04_01	120.0	0.75	0.006	--
	W_04_02	250.0	1.12	0.005	--
	W_04_03	230.0	1.09	0.005	--
	W_04_04	--	--	--	0.09
	W_04_05	--	--	--	0.12
	W_04_06	--	--	--	0.14
	Média	200.0	0.99	0.006	0.12
Wall 5	W_05_01	340.0	2.02	0.011	--
	W_05_02	320.0	1.44	0.005	--
	W_05_03	360.0	1.71	0.007	--
	W_05_04	--	--	--	0.40
	W_05_05	--	--	--	0.28
	W_05_06	--	--	--	0.53
	Média	340.0	1.72	0.008	0.40
Wall 6	W_06_01	230.0	1.36	0.015	--
	W_06_02	200.0	1.34	0.014	--
	W_06_03	210.0	1.24	0.012	--
	W_06_04	320.0	1.56	0.016	--
	W_06_05	100.0	0.87	0.031	--
	Média	212.0	1.27	0.018	--
Wall 7	W_07_01	130.0	0.82	0.009	--
	W_07_02	110.0	0.76	0.009	--
	W_07_03	90.0	0.99	0.012	--
	W_07_04	90.0	0.40	0.011	--
	W_07_05	120.0	0.76	0.010	--
	W_07_06	95.0	0.58	0.009	--
	W_07_07	165.0	1.09	0.010	--
	W_07_08	110.0	0.94	0.013	--
	W_07_09	70.0	0.76	0.013	--
	W_07_10	65.0	0.95	0.020	--
	Média	104.5	0.81	0.012	--
Wall 9	W_09_01	300.0	1.80	0.011	--
	W_09_02	175.0	2.06	0.018	--
	W_09_03	100.0	0.70	0.020	--
	W_09_04	100.0	0.96	0.013	--
	W_09_05	100.0	0.68	0.035	--
	W_09_06	115.0	1.04	0.012	--
	W_09_07	95.0	0.76	0.015	--
	W_09_08	60.0	0.78	0.027	--
	W_09_09	100.0	0.88	0.019	--
	Média	127.2	1.07	0.019	--

Ensaios sobre paredes de alvenaria em adobe

Para caracterizar o comportamento mecânico (rigidez, capacidade resistente, capacidade de dissipação de energia, mecanismo de colapso) das paredes de alvenaria de adobe existentes nas construções desta região face a solicitações cíclicas, como as induzidas por sismos, foram realizados ensaios sobre uma parede.

Com unidades recolhidas em construções existentes na região de Aveiro e com uma argamassa produzida com composição análoga à usada tradicionalmente nessas edificações em adobe, foi construída uma parede e ensaiada no Laboratório de Estruturas do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

A parede construída tem uma altura de 1.08m, largura de 1.02m e a espessura de um adobe, neste caso 0.185m. O apoio na base simula uma ligação de encastramento que foi realizada com recurso a uma lajeta de betão fixa através de varões roscados à laje de reacção do Laboratório.

Na construção da parede usaram-se os adobes da casa H_11, cujos valores médios da resistência à compressão e do módulo de elasticidade, determinado nos ensaios mecânicos, assumem o valor de 1.10MPa e 147.3MPa, respectivamente (Tab. 1). Para as juntas usou-se uma argamassa com resistência à compressão de 1.42MPa e módulo de elasticidade de 112.8MPa.

Foram realizados dois tipos de ensaios sobre a parede. Inicialmente, em ensaios não destrutivos, foram medidas as frequências próprias da parede, que permitem fazer a sua caracterização dinâmica e a calibração de modelos numéricos. Numa segunda fase, foi efectuado um ensaio destrutivo com imposição de forças horizontais cíclicas. Na Fig. 3 representa-se um esquema geral da parede e do dispositivo de ensaio.

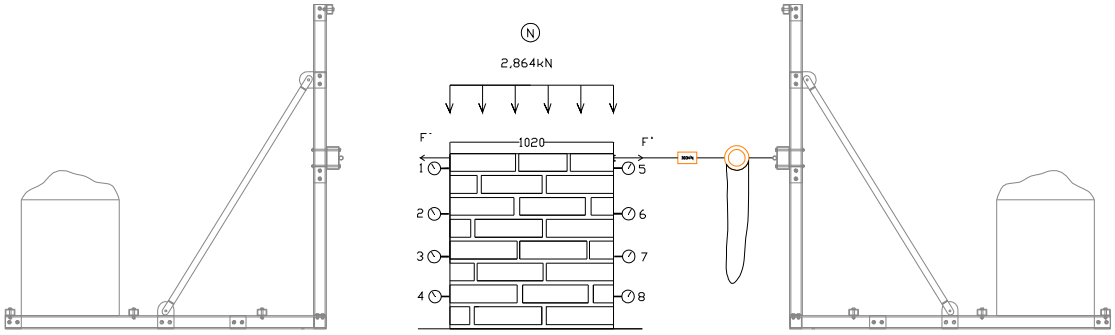


Fig. 3 – Esquema de ensaio da parede em laboratório: pórticos de reacção, transdutores de deslocamento, dinamómetro e sistema de aplicação de forças horizontais na parede (Garibaldi).

1. Ensaios cíclicos

Executaram-se ensaios cíclicos semi-destrutivos sobre uma parede construída em laboratório, nesta impuseram-se forças no plano de forma controlada e mediram-se os deslocamentos.

Depois de aplicada a carga vertical (2.86kN) sobre a parede, foram impostas forças horizontais no plano da parede, em ciclos de amplitude crescente até ao colapso da parede. A força horizontal máxima aplicada na parede foi de 3.2kN (Fig. 4).

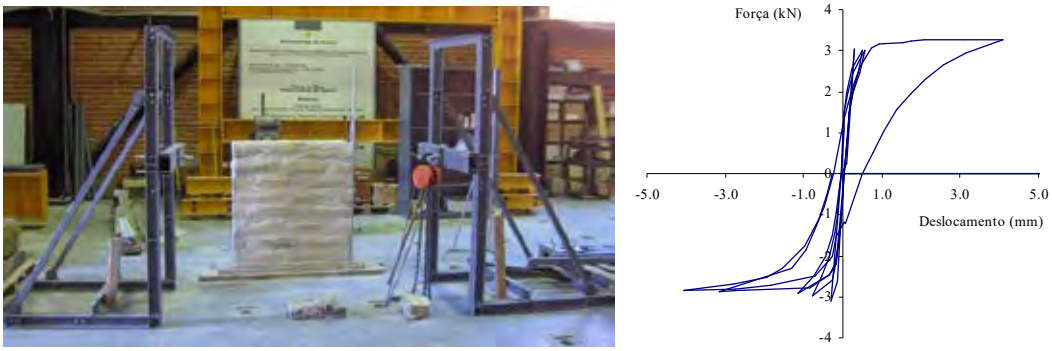


Fig. 4 – Parede, pórticos de reacção e gráfico força vs. deslocamento.

O modo de rotura verificado na parede foi o característico destas paredes de alvenaria e para os níveis de tensão vertical em causa. Este traduziu-se pela abertura de uma fenda horizontal na base da parede. O valor reduzido da carga vertical induz um comportamento tipo mecanismo de corpo rígido, traduzido num movimento de rotação da parede quase intacta sob os seus cantos inferiores ("rocking"). A resposta à solicitação horizontal cíclica aplicada sobre a parede pode ser observada no gráfico da Fig. 4.

2. Ensaios dinâmicos

Foi feita a leitura, através de um sismógrafo, das frequências próprias nas duas direcções horizontais (transversal e longitudinal). Como excitação aplicou-se um impulso dinâmico sobre a parede. Das acelerações registadas no sismógrafo derivaram-se as frequências próprias. Das leituras efectuadas com o sismógrafo estimou-se uma frequência de 10.94Hz na direcção transversal da parede.

Assumindo para a parede um funcionamento em consola de um elemento com secção transversal constante, encastrada na base e com massa uniformemente distribuída em altura, pode estimar-se a frequência própria através da seguinte expressão:

$$\omega = (1{,}875)^2 \sqrt{\frac{EI}{ml^4}}$$

onde ω representa a frequência da parede (em rad/s; funcionamento em consola); E o módulo de elasticidade médio da parede; I o momento de inércia da secção transversal; m a massa por unidade de comprimento da parede; e, l a altura total. Através da expressão apresentada e tendo como base a frequência transversal medida obtém-se para o módulo de elasticidade médio da parede um valor de 316.0MPa.

Trabalhos em desenvolvimento

No Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro está a ser desenvolvido um projecto para a caracterização estrutural da construção em adobe na região. Serão estudadas várias obras representativas da construção local. No âmbito do projecto é realizado o levantamento detalhado da construção e das patologias mais comuns, são realizados ensaios de caracterização dos materiais (adobe e argamassas) e das paredes, e são desenvolvidos modelos numéricos que representam o comportamento estrutural, e permitem verificar a segurança e/ou dimensionar o seu reforço.

1. Caracterização das construções

Para cada construção estudada realiza-se uma ficha de caracterização, onde são incluídos sempre que possível:

- Levantamento da geometria da construção;
- Interpretação do funcionamento do sistema estrutural;
- Caracterização visual do adobe, registo das dimensões dos adobes, espessuras das juntas e camadas de reboco;
- Identificação e registo detalhado das patologias;
- Descrição de eventuais alterações estruturais ou reparações.

Em regra, uma inspecção visual pode fornecer informações preciosas sobre o estado de conservação e sobre as medidas a adoptar na reabilitação das construções existentes. O conhecimento do historial do edifício desde o início da sua utilização é também de grande importância pois a alteração das funções previstas inicialmente poderá provocar patologias e danos graves para a estrutura.

São desenvolvidas fichas de caracterização das construções, organizadas de forma a criar uma base que permita concluir acerca, por exemplo, da influência das soluções construtivas no desempenho das estruturas, da correlação entre o tipo de solo local e a resistência do adobe. Nesta ficha são incluídos os resultados dos ensaios realizados.

2. Ensaios in-situ de paredes de alvenaria de adobe

Foram iniciados trabalhos de caracterização mecânica *in-situ* do comportamento de paredes de alvenaria de adobe, com representação das reais condições materiais, de apoio e de ligação a outros elementos estruturais. Estes ensaios visam estimar a rigidez e a capacidade resistente das paredes, bem como caracterizar o seu comportamento face a solicitações cíclicas, como as induzidas por acções sísmicas.

O facto de se executarem os ensaios na própria construção e não em modelos realizados em laboratório, permite avaliar o funcionamento global da estrutura, podendo-se assim obter valores que melhor descrevem o comportamento dos diferentes elementos e avaliar de forma mais rigorosa as condições de funcionamento estrutural, quer nas ligações entre paredes, quer o efeito das coberturas nas paredes estruturais ou a influencia das aberturas e de outros pontos singulares.

A metodologia e o esquema de ensaios *in situ* seguida é em tudo semelhante aos ensaios realizados em laboratório e descritos na Secção 4. Serão também realizadas medições *in situ* de frequências próprias dos elementos estruturais em estudo, com recurso a um sismógrafo.

3. Modelação do comportamento estrutural das construções de adobe

O estudo de estruturas de alvenaria de adobe, e particularmente nas construções históricas, apresenta inúmeras dificuldades, nomeadamente: a falta de informação sobre as propriedades e comportamento dos materiais, o desconhecimento do processo construtivo adoptado e a localização de danos. Por outro lado, a complexidade geométrica e estrutural, bem como a dimensão apreciável deste tipo de edifícios, tende a limitar o tipo de análise a realizar. O conhecimento do comportamento estrutural destas construções poderá auxiliar na definição de estratégias de consolidação e reabilitação, ou até de melhoria da sua capacidade resistente.

Na modelação das construções são utilizados modelos com base no método dos elementos finitos, com recurso a elementos de casca rectangulares, adoptando um comportamento elástico-linear e isotrópico (Fig. 5). Das análises numéricas derivam a obtenção das frequências próprias e as correspondentes configurações modais associadas ao modelo em análise. Obtém-se resultados em termos de campos de deslocamentos e tensões, para cada caso de carga ou combinação de acções em causa, que permitem compreender e interpretar o comportamento da estrutura.

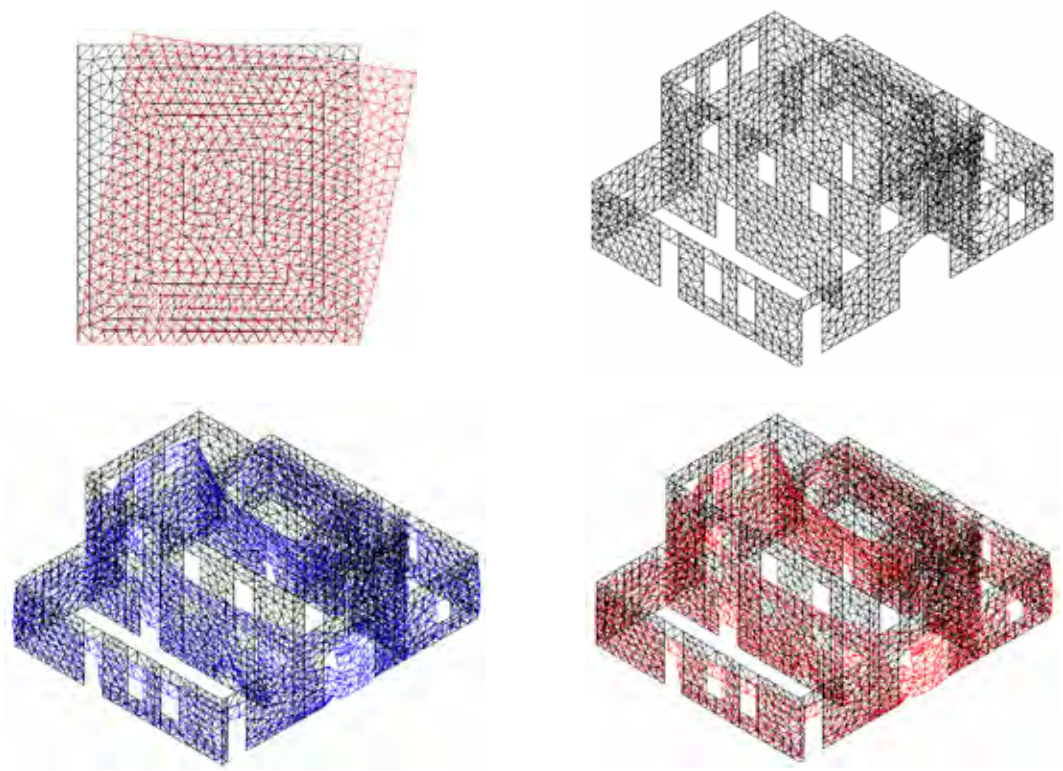


Fig. 5 – Modelo numérico de uma parede isolada e de uma casa existente em adobe.

Considerações finais

Pretende-se com este conjunto de procedimentos, ensaios e análises numéricas descrever as características e o comportamento do parque edificado em adobe na região de Aveiro, nomeadamente no que respeita às soluções construtivas, patologias típicas, resistência mecânica, comportamento face acções sísmicas, e estudo de eventuais soluções de reforço. Esta motivação surge do interesse geral na reabilitação destas construções por parte de entidades públicas e particulares e de, em muitos casos, não se proceder à sua reabilitação por falta de informação técnica e conhecimento do seu comportamento.

Os resultados obtidos pelos ensaios podem ser usados na modelação destas construções, com recurso a ferramentas numéricas baseadas no método dos elementos finitos, com vista a uma melhor descrição do seu comportamento estrutural, a uma rigorosa avaliação da segurança sísmica e a um dimensionamento de eventuais soluções de consolidação e reforço.

Agradecimentos

Câmara Municipal de Aveiro, Eng. Tiago Martins, Eng. Hugo Rodrigues, Eng. Romeu Vicente, e todos os habitantes e proprietários que amavelmente e pacientemente nos abriram as portas das suas casas.

Referências bibliográficas

[1] VEIGA OLIVEIRA, E.; GALHANO, F. *Arquitectura Tradicional Portuguesa*. Portugal de Perto Publicações D. Quixote. Portugal. 1992.

[2] Seminário. *Arquitecturas de Terra*. Museu Monográfico de Conímbriga. Ed CCRCentro. Portugal. 1992.

[3] MOROPOULOU, A. et al. "San Francisco Monastery - Characterization of Building Materials, Damage assessment and conservation considerations". Journal of Cultural Heritage 4. Ecuador. 2003. pp. 101-108.

[4] HERNANDEZ, R.S.; Barrios, M.S.; POZAS, J.M.M. "Characterization of ancient construction materials (mud walls and adobe) in the Churches of Cisneros, Villada and Boada de Campos (Palencia)". Materiales de Construcción Vol. 50. n.º 257. 2000. pp. 33-45.

[5] DETHIER, J. *Arquitecturas de Terra ou o Futuro de uma Tradição Milenar*. Fundação Calouste Gulbenkian. Dinalivro. Portugal. 2002.
[6] PUCP/CIID. *Nuevas Casas Resistentes de Adobe*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID). Perú.
[7] COSTA A; ARÊDE A. *A Conservação e a Reabilitação do Património Edificado*. 1as Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Avaliação e Reabilitação das Construções Existentes. Portugal.
[8] VARUM, H.; MARTINS, T.; VELOSA, A. "Caracterização do adobe em construções existentes na região de Aveiro". IV SIACOT Seminário Ibero-Americano de Construção com terra e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Convento da Orada, Monsaraz, 8 a 10 de Outubro de 2005.
[9] APPLETON, J. *Reabilitação de Edifícios Antigos. Patologias e Tecnologias de Intervenção*. Edições Orion. Portugal, 2003.
[10] VARUM, H.; VELOSA, A.; RODRIGUES, H. *Relatório Técnico - Avaliação do comportamento estrutural da Torre Medieval de Vilharigues, Vouzela*, Câmara Municipal de Vouzela - Universidade de Aveiro. Agosto de 2004. Portugal.
[11] CLOUGH RW; PENZIEN J. *Dynamics of Structures*. McGraw-Hill, U.S.A., 1975.
[12] PINHO, F.F.S. *Modelação do reforço estrutural de um monumento*. Encontro Nacional sobre Conservação e Reabilitação de Estruturas, LNEC, Portugal, 2000.
[13] Millard, A. *CASTEM-2000: Guide d'utilisation.* Rapport CEA 93/007. France. 1993.

Humberto Varum

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Principais interesses de investigação no âmbito da reabilitação das construções e da engenharia sísmica. É membro de várias associações científicas nacionais e internacionais.

Aníbal Costa

Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Desenvolve a sua actividade científica na Área da Reabilitação e Reforço das Estruturas e Engenharia Sísmica.
Fundador do NCREP (Núcleo de Conservação e Reabilitação de Edifícios e Património), integrado na Secção de Estruturas do Departamento de Engenharia Civil da FEUP.
Vice-Presidente da SPES (Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica).

Henrique Pereira

Engenheiro Civil pela Universidade de Aveiro.
Principais interesses de investigação: Avaliação, conservação e reabilitação das construções existentes; Construções em terra.
Estágio na Câmara Municipal de Aveiro, onde acompanham as obras de reabilitação da Casa Major Pessoa (Arte Nova).

João Almeida

Engenheiro Civil pela Universidade de Aveiro.
Principais interesses de investigação: Avaliação, conservação e reabilitação das construções existentes; Construções em terra.
Estágio na Câmara Municipal de Aveiro, onde acompanham as obras de reabilitação da Casa Major Pessoa (Arte Nova).

4.21

SISTEMA AUTOCONSTRUCTIVO PARA MURO COMPUESTO A PARTIR DE TIERRA-CONCRETO, TETRABRICK

Horacio H Villarreal M[1]; Jorge L Acevedo D.[1*]; Mario F Trejo A.[1] y Perla E García C.[2]

[1] Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV.
Blvd. Oceania 190, Fracc Saltillo 400. CP 25290, Apartado Postal 491, Saltillo Coahuila, México. Tel 01 (52) 84 44 11 32 00 ext 1145; Fax 01 (52) 84 44 16 98 31. Email: jacevedo@comimsa.com.mx

[2] Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Av Charro 450 norte, Col Partido Romero. CP 32310, Cd. Juárez Chihuahua, México

Palabras clave: muro, tierra, tetrabrick

Resumen

El presente proyecto tiene la finalidad de mostrar el desarrollo de un sistema autoconstructivo para la elaboración de muros de tierra-concreto-tetrabrick con resistencia mecánica de acuerdo a lo requerido en las normas de construcción. Para lo anterior se consideraron los siguientes aspectos: Sustentabilidad, es decir aplicar materiales considerados como desechos domésticos e industriales. Técnicamente, para lo cual se planteó un sistema autoconstructivo: a) con propiedades mecánicas de acuerdo a las normas de construcción establecidas; b)espesor apropiado (13 cm), c) progresivo; d) que no requiera más de dos personas para su construcción; e)uso de materia prima (Cemento y agregados) de la región; f) empleo mínimo de herramientas especializadas y g) flexible para la realización de acabados interiores y exteriores, y el último aspecto es desde el punto social, a) aceptado culturalmente, es decir, atendiendo los requerimientos socio culturales b) capaz de ser construido por la mujer, b) fácil de asimilar y manipular, c) sin requerimiento de conocimiento ni experiencia en las técnicas convencionales de construcción; d) económico, es decir por debajo de los sistemas tradicionales y e) construido de acuerdo a la capacidad de ahorro. Lo anterior, llevo al desarrollo de un sistema constructivo para muro *in situ* de concreto con tierra confinada en envases de tetrabrick a partir de un molde fácil de manipular autoalineable con las dimensiones de 73x34x13 cm. El procedimiento de elaboración se compone en dos etapas, la primera, relleno de los envases de tetrabrick de un litro con tierra y sellado de los mismos, una vez realizada esta etapa, colocarlos en grupos de cuatro envases amarrados, en seguida colocarlos dentro de la cimbra y vaciar el concreto de manera que se forme un panel modular. Los resultados mostraron desde el punto de sustentabilidad, el empleo de un material considerado de desecho doméstico como es el envase de tetrabrick como contenedor resistente. Técnicamente, se desarrollo un muro de 13 cm de espesor con resistencia a la compresión de aproximadamente 54 kg/cm^2 con el empleo de una persona usando únicamente materiales de uso común. Finalmente, desde una perspectiva social, aceptado por no romper con aspectos constructivos actuales a un costo aproximado de $35.00 (3.2 dólares americano) metro cuadrado.

Introducción

En México, la problemática de la vivienda se acentúa en el campo, en gran medida por el desinterés que presenta las autoridades en los diferentes niveles. Postura, similar la manifestada por el sector de la construcción, bajo el argumento que no resulta viable económicamente. Aunado a lo anterior, bajo un entorno marcado por continuos constreñimientos económicos, se presenta la constante migración de la población a las grandes ciudades o a los Estados Unidos de América. Lo anterior, ha orillado a un deterioro considerable del parque habitacional en gran parte de las zonas rurales de México. Ante tal situación, la autoconstrucción, definida como la participación activa de los ciudadanos en la solución de su problema habitacional, se presenta como un recurso no solamente viable, sino que se realiza cotidianamente. La participación activa de los ciudadanos la cual es una forma de cooperación laboral que generalmente involucra redes familiares y vecinales, y se sustenta en la incorporación del valor agregado, vía trabajo familiar que, en otras

circunstancias, impacta notablemente en el costo de la construcción al erogarse el pago de operarios[1].
La demanda de vivienda autoconstruida se puede desglosar, a grandes rasgos, en los siguientes submercados: trabajadores informales, residentes de pequeños poblados y zonas rurales, trabajadores urbanos de bajos ingresos y personas que sin contar con un apoyo institucional construyen su vivienda. De la cual prácticamente dos terceras partes de todas las casas auto-construidas están en áreas rurales. De los materiales empleados en la construcción los bloques de concreto, ladrillo cocido y los adobes son mayor demanda. Sin embargo, hoy en día, la aplicación del bloque y ladrillo han estado desplazando rápidamente al adobe, entre otras razones, costo, pero sobre todo disponibilidad. Por lo anterior, la presente investigación presenta el desarrollo del sistema autoconstructivo para la elaboración de muros de tierra-concreto-tetrabrick con resistencia mecánica de acuerdo a lo requerido en la normatividad de construcción. Se considero los siguientes aspectos: Sustentabilidad, es decir aplicar materiales considerados como desechos domésticos e industriales. Técnicamente, para lo cual se planteó un sistema autoconstructivo: a) con propiedades mecánicas de acuerdo a las normas de construcción establecidas; b)espesor apropiado (13 cm), c) progresivo; d) que no requiera más de dos personas para su construcción; e)uso de materia prima (Cemento y agregados) de la región; f) empleo mínimo de herramientas especializadas y g) flexible para la realización de acabados interiores y exteriores, y el último aspecto es desde el punto social, a) aceptado culturalmente, es decir, atendiendo los requerimientos socio culturales b) capaz de ser construido por la mujer, b) fácil de asimilar y manipular, c) sin requerimiento de conocimiento ni experiencia en las técnicas convencionales de construcción; d) económico, es decir por debajo de los sistemas tradicionales y e) construido de acuerdo a la capacidad de ahorro.

Desarrollo

Selección de los envases. Los criterios para llevar a cabo la elección de envases consisten básicamente en envases de un litro de tetrabrick limpios y secos que no presente ruptura. Para el presente trabajo se emplearon envases de 20 x 10 x 7 cm.

Preparación de envases. Cortar una pequeña parte superior del envase de aproximadamente 5 centímetros de longitud, justo donde se abre el envase para posteriormente rellenarlo con tierra.

Preparación de la tierra de relleno. Para preparar la tierra de relleno se recomienda cualquier tipo de tierra, asegurándose que este libre de humedad y piedras de tamaño superiores a la media pulgada, esto se evita cribando la tierra. Si presenta humedad excesiva, exponerla al sol hasta que elimine el agua retenida y después cribar para eliminar las piedras.

Relleno de envase. Con la espátula metálica, proceder a rellenar los envases con la tierra, para este propósito se recomienda ir depositando pequeñas cantidades con la finalidad de no obstruir la entrada preparada con anticipación. Rellenar el envase hasta su máxima capacidad, compactando ligeramente el envase para permitir que se acomode en su interior la tierra colocada.

Sellado de envase. Una vez rellenado el envase, sellarlo usando preferentemente cinta de dos pulgadas de ancho tipo “masking tape” o cinta para ductos. Para llevara a cabo este etapa, primero cortar un pedazo de aproximadamente diez centímetros, y con este tramo sellar la abertura del envase, después reforzarlo colocando porciones de cinta en la partes superior e inferior, con el propósito de conferirle mayor resistencia.

Unión de envases. Después de rellenar y sellar los envases, se procede a sujetarlos. Lo anterior para conformar el material de relleno en el panel, para esta operación se recomienda utilizar un cordel de rafia o mecate delgado. El proceso de amarrado consiste en

juntar cuatro envases, colocados horizontalmente, enseguida amarrarlos con el cordel de tal forma que permanezcan unidos, la cantidad de atados que se requieren para la elaboración de un panel es de cuatro para un total de dieciséis envases por panel, correspondiente a la misma cantidad en litros. Figura 1.



Figura 1. Amarre de envases de tetrabrick rellenado con tierra

Lubricación. La actividad se realiza con la finalidad de facilitar el desmolde, lubricando las partes del molde que tienen contacto con el concreto. La lubricación se podrá realizar con cualquier material disponible, recomendando a fin de no encarecer el sistema, utilizar aceite automotriz, manteca o aceite vegetal de desecho. Para distribuir uniformemente el lubricante por toda la superficie del molde se podrá auxiliar de una brocha comercial.

Armado del molde. Lubricado se procede a realizar el armado del molde, colocando primero una tapa lateral para unir las placas frontal y posterior, cada pieza tiene coincidencia para ensamblarse entre sí, por lo que se continua colocando la otra tapa lateral, quedando el molde que será vaciado para fabricar el panel.
Alineación y nivelación del molde. Colocar el molde en el lugar donde se desea instalar el muro, asegurándose que esté alineado con respecto al muro por construir; esto se realiza colocando un hilo que sirve de guía para posicionar el molde donde sea requerido. El siguiente paso es asegurar su correcta nivelación, esto se realizara con la ayuda del nivel de gota, al colocarlo verticalmente en una cara ya sea interior o exterior del molde, observando que la gota se pueda ver justo al centro del indicador del nivel, una vez obtenida la nivelación deseada fijar el molde de tal forma que se mantenga sin movimientos al vaciar el concreto.

Colocación de envases rellenado con tierra. Depositar el primer conjunto de envases rellenados con tierra al fondo del molde, teniendo la precaución de dejar un espacio de aproximadamente un centímetro entre estos y ambas caras, respecto a los lados perpendiculares de estos, un espacio no mayor de dos centímetros. Para posteriormente, colocar otro amarre o atado justo arriba del primero en la misma posición. En seguida, colocar un amarre del otro extremo cuidando que respete los espacios ya señalados, para continuar enseguida con el último amarre encima del ya instalado, siempre cuidando que los espacios sean respetados. Ver Figura 2.



Figura 2 Molde empleado para la realización de paneles de concreto rellenos con tierra confinada envases de tetrabrick

Elaboración de concreto. Para la elaboración del concreto empleado para construir el módulo se necesita:
Cemento gris (tipo CPC-30R)
Agregado fino (Arena N°4)
Agregado grueso (Grava tipo sello de ¼")
Agua

Para medir la cantidad de los materiales se requiere de una cubeta limpia y seca, la cual servirá de medida volumétrica. Los niveles para el vaciado se observa en la siguiente tabla:

Material	Cantidad (kg)	Graduación de cubeta (cm)
Cemento	4.30	28
Agregado fino (arena N°4)	16.00	19
Agregado grueso (grava tipo sello ¼")	9.70	24.5

Tabla 1 Relación de materiales para la fabricación de módulos de concreto y tierra confinada en envases de tetrabrick

La graduación se obtiene al medir la distancia del borde de la cubeta hasta donde lo indica la tabla (ejemplo: cemento: 28 centímetros del borde hasta el fondo). Una vez conocida la graduación, proceder a medir los materiales que se requieren, con la ayuda de la pala, iniciar con la arena, llenando la cubeta justo en la marca señalada para este material, compactar levemente. Continuar con la grava y el cemento, siguiendo los mismos pasos explicados. Se deberá tener la precaución de depositar los materiales medidos en un lugar limpio, libre de grasas, orgánicos, tierra o cualquier otro elemento nocivo para la mezcla de concreto.

Mezclado de los materiales. En caso de que se realice el mezclado manualmente, se inicia con el mezclando en seco hasta lograr una homogenizar la mezcla. En seguida, con la misma pala hacer un cráter al centro de la mezcla, la cual servirá para verter el agua para la mezcla en húmedo. En seguida, medir la cantidad de 3.9 litros de agua necesaria para elaborar un módulo de 0.13x0.34x0.73m. La cantidad de agua disminuirá de acuerdo a la humedad de la arena y la grava. Ya medida el agua, agregar aproximadamente tres cuartas partes de esta justo al centro del cráter y proceder a mezclar e ir agregando poco a poco el agua restante hasta obtener una mezcla con buena fluidez.

Vaciado del concreto. Con la ayuda de la cuchara de albañil, tomar una cantidad pequeña de mezcla e introducirla al molde cuidando en todo momento que no se muevan los envases rellenos de tierra y que el concreto llegue preferentemente a las caras interior y exterior del panel, repetir esta operación hasta que se llene el molde a la mitad aproximadamente, enseguida introducir la varilla en los espacios donde se esta vaciando el concreto, con la finalidad de facilitar el acomodo en los espacios, deberá tenerse cuidado de no mover los envases rellenos de tierra y mucho menos perforarlos. Después con el mazo de hule golpear levemente las partes externas del molde para ayudar a que se acomode el concreto y saque este la mayor cantidad de aire posible, cuidando siempre que el molde se mantenga en la posición previamente colocada. Repetir los pasos hasta llegar a su llenado total. Al finalizar con el vaciado del panel, es conveniente cubrir con una bolsa de plástico o cualquier otro elemento que sirva de protección para evitar la deshidratación adversa o la contaminación del concreto, esta técnica favorece al concreto para su curado. En condiciones normales este panel se puede desmoldar después de 24 horas de vaciado, pero se puede reducir el tiempo sí la temperatura ambiental es alta (superior a los 32° C).

Prueba de resistencia a la compresión
Los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV. Empleando para la aplicación de la carga una maquina universal Marca Tinnus Olsen con una capacidad de 60 toneladas La carga fue aplicada mediante un pistón hidráulico a una velocidad de 1 t/min. Las probetas de paneles para ensayo presentaron las dimensiones de 0.13x0.2x0.41 m.

Resultados y discusión
Los resultados de los ensayos a la compresión de los módulos fabricados se muestran en la figura 3. Se aprecia que los valores de resistencia alcanzados desarrollados alcanzaron aproximadamente 54 kg/cm^2 a los 28 días de curados.

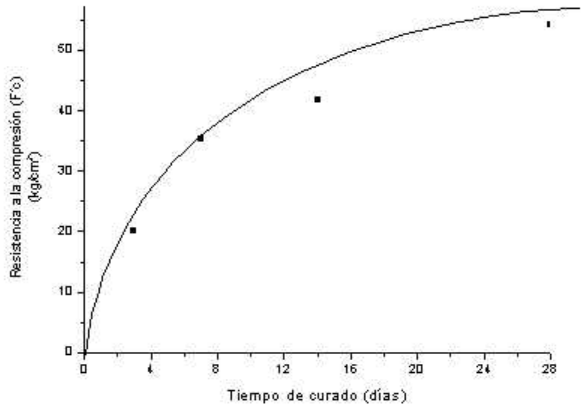


Figura 3. Gráfica de resistencia a la compresión del módulo del sistema constructivo propuesto

En la figura 4, se observa las fallas presentes en el módulo de prueba del sistema desarrollado. Inicialmente la falla es longitudinal, consecuencia de la presencia del concreto. Posteriormente, aparecer la falla transversal. En este caso, debido a la carga ejercida sobre los envases de tetrabrick.



Figura 4. Falla desarrollada en los módulos del sistema propuesto expuestos a carga a compresión. Lado derecho falla longitudinal, lado izquierdo, falla transversal

Conclusiones

-Se desarrollo un sistema constructivo técnica y económicamente viable y sustentable.
-La prueba de resistencia a la compresión realizada alcanzo un promedio de 54 kg/cm^2 suficiente para cumplir ampliamente con las especificaciones de 5 kg/cm^2 especificado en la norma.
-Costo por metro cuadrado 3.5 dólares.
-Acabado en ambas caras del muro.

Bibliografía

*ROMERO N. Lourdes, HERNÁNDEZ R Mauricio y ACEVEDO D Jorge, “Vivienda y autoconstrucción. Participación femenina en un proyecto asistido” En: Frontera Norte. El Colegio de la Frontera Norte. México.2005.107-131.

Jorge L Acevedo D

Dr en Metalurgia, Subgerente de Investigación y Desarrollo en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV. Líneas de investigación, diseño y evaluación de mezclas de concreto a partir de materiales considerados desechos domésticos e industriales, así como en el diseño y evaluación de elementos autoconstructivos para población de bajos recursos y rurales. Presentación de conferencias en foros nacionales e internacionales así como de artículos.

Horacio H Villarreal M

MC en Metalurgia, director del área de transferencia de tecnológico en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV formador de varios grupos de investigación entre ellos, el de vivienda, cuenta varias patentes nacionales e internacionales. Presentación de conferencias en foros nacionales e internacionales.

José A Lazcano P

Director General de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV. Líneas de trabajo, fundición

Mario F Trejo A

MC en Materiales, gerente de Desarrollo Tecnológico en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV. Líneas de trabajo, desarrollo de materiales. Presentación de conferencias en foros nacionales e internacionales.

Perla E García C

Dr en Materiales, Investigadora por parte de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Líneas de investigación en el área de cemento y simulación de comportamiento de sistemas constructivo. Perteneciente al Sistema Nacional de Investigadores. Nivel I del CONACYT.

COMISIONES



Patrimonio Edilicio: Investigación e Intervención

5.1

CARACTERIZACIÓN ANALÍTICA DE LA MURALLA DE TAPIAL ALMOHADE DE SAN JUAN DE AZNALFARACHE (SEVILLA, ESPAÑA)

F. J. Alejandre, **J.J. Martín del Río**
Dpto. de Construcciones Arquitectónicas II, E.U.A.T., Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
Tlf. 954556656 / 556611. falejan@us.es; jjdelrio@us.es

Palabras clave: caracterización - tapial almohade - muralla San Juan Aznalfarache

Resumen
Con motivo de las obras correspondientes a la Línea 1 del Metro de Sevilla (España), se ha desarrollado un proyecto donde se ha estudiado una muestra correspondiente al tapial de la muralla almohade de San Juan de Aznalfarache (Sevilla) construida en el siglo XII (año 1195). Los objetivos del estudio eran los de determinar la composición química, mineralógica, la textura, la granulometría, las propiedades físicas y mecánicas para caracterizar el tapial. Los parámetros y propiedades determinadas permitirán en un futuro la comparación con tapiales coetáneos o con otros de diferentes épocas.

La metodología llevada a cabo ha consistido en la determinación química de carbonatos y sulfatos. El contenido de carbonatos mediante el calcímetro de Bernard UNE 103200:1993 permite aproximar el contenido original cal de estos, además del contenido en sulfatos de acuerdo con la norma UNE-EN 1744-1-1999 posibilita la valoración de la presencia de yeso en dicha muestra. Además del análisis químico se realizó una distribución granulométrica del tapial y posterior análisis mineralógico mediante difracción de rayos X. La mineralogía global de la muestra se ha determinado mediante el método de polvo, seleccionando la fracción granulométrica de Ø < 4mm, que es la que corresponde a la matriz cementante de mortero para el tapial, para la identificación de los minerales presentes en la fracción de arcilla se ha separado la fracción de Ø < 2micras, y se ha utilizado la técnica del agregado orientado. La observación y el estudio textural se ha llevado a cabo con microscopio óptico. Por último se llevó a cabo la determinación de las propiedades físicas y mecánicas: densidad real, densidad aparente y porosidad accesible al agua según la norma EN-1936 1999 y las resistencias mecánicas mediante el tallado de probetas cúbicas, posterior refrentado y rotura en prensa hidráulica a compresión.

Como resultados relevantes: se trata de un tapial fabricado con cal sin la presencia de yeso como conglomerante. La presencia de cal se ha constatado con el análisis químico además del uso de la lupa binocular, observándose la abundante presencia de nódulos de cal y restos de carbón. La fracción de naturaleza silícea-silicatada del árido, está formada mayoritariamente por cuarzo, habiéndose identificado también feldespatos (feldespato potásico, la ortoclasa, y feldespatos sódico-cálcicos, plagioclasas) y micas (moscovita y flogopita) como trazas (<5% peso). El contenido de minerales de la arcilla ha sido también muy bajo (<5% peso), habiéndose detectado la presencia de illita. Se han identificado silicatos de alta temperatura (diopsido) que proceden probablemente del empleo de restos cerámicos en el tapial. La porosidad abierta del tapial ha sido elevada, y su origen probable es el elevado contenido de finos en el tapial, que poseen una gran superficie específica y durante el amasado demandan gran cantidad de agua. Cuando ésta se elimina por evaporación, se genera en la estructura del tapial una elevada porosidad abierta. Este hecho ha influido en los resultados de resistencia a compresión ya que se pueden calificar como bajos.

1.- Introducción

Será en 1193 cuando, Abú Yusuf manda construir la fortaleza amurallada de San Juan de Aznalfarache, para que sirviera *"para albergar a los combatientes por la fe y para espantar a los infieles. Ordenó que estuviera en la cima del Aljarafe para que controlará la garganta del río. (...) Lo llamó Hins al-Faraý"* (1). De las fuentes se desprende que esta fortificación fue concebida con una múltiple funcionalidad:

a) Palaciega: el alcázar sirvió de residencia al califa Abu Yusuf, se usó con intención propagandística, recibiendo en el mismo a delegaciones extranjeras.

b) Defensiva: dentro del recinto amurallado se instaló la población guerrera, reforzando la finalidad defensiva de este complejo, separados de la población autóctona, afincada, ya como arrabal en el cerro de chaboya.

c) Fines estratégicos: como parte del cinturón defensivo de la capital junto con Aznalcázar, Alcalá del Río y Alcalá de Guadaira, frente a los ataques de los reinos cristianos.

d) De control: de las vías de comunicación militar y comercial así como las comunicaciones de Sevilla con el Aljarafe y sus zonas productivas, no ya sólo fluviales, sino también terrestres.

Para ello se construyó el sistema amurallado visible en la actualidad mayoritariamente, de forma rectangular con una extensión de aproximadamente 1.450 metros de perímetro y un ancho medio de 2 metros, construidos en tapial. Se mantienen algunas torres, la mayoría de las cuales son tipo contrafuerte. Torres cuadrangulares de refuerzo en las esquinas y zonas muy puntuales de quiebro y dos torres poligonales en las esquinas NE y SW.

Se destacan dos causas principales que motivarán la construcción de este recinto, en primer lugar, Isbiliya (Sevilla) en 1163, se convierte en la capital del califato de Al-Andalus y en segundo lugar el aumento de los ataques de los reinos cristianos (castellanos y portugueses). Para eso se creara un cinturón defensivo alrededor de la capital compuesto por: Hisn al-Faray (San Juan de Aznalfarache), Hisn al-Qasar (Aznalcázar), Qalat Ragwal (Alcalá del Río) y Qalat Yabir (Alcalá de Guadaira). De este modo se "cerraban" territorialmente los accesos a la capital. Hay que tener en cuenta la política almohade basada en la fortificación y defensa de los enclaves de interés como los: centros urbanos (control político y religioso), así como los de control estratégico-militar, como San Juan, de control visual de la capital y del camino de subida al Aljarafe.

2.- Metodología y resultados de la caracterización del tapial

2.1.1.- Análisis químico: Determinación de carbonatos, residuo insoluble y sulfatos

La determinación de carbonatos (expresados como $CaCO_3$) mediante el calcímetro de Bernard según norma UNE103200:1993, tiene validez para aproximar el contenido original de cal ($Ca(OH)_2$) en los tapiales confeccionados con ella, ya que ésta con el tiempo se carbonata y transforma en carbonato de calcio ($CaCO_3$). Se ha de tener en cuenta sin embargo, que tanto la tierra como los áridos empleados en su elaboración pueden contener de forma natural fracciones de naturaleza carbonatada (por ejemplo: el albero), por lo que no siempre todo el contenido de carbonatos es siempre atribuible a la adición de cal.

La fracción insoluble obtenida después de realizar sobre una muestra un ataque con ácido clorhídrico (HCl) 1:1 a ebullición, es indicativa del contenido de árido de naturaleza silícea (cuarzo) y de naturaleza silicatada (feldespastos, micas, minerales de la arcilla, etc.), ya que estos minerales no se atacan ni se disuelven por la acción de este ácido.

Se ha analizado también el contenido en sulfatos (expresado como SO_3) según UNE–EN 1744-1-1999, que permite valorar la presencia de yeso en el tapial, bien porque se ha

añadido intencionadamente como conglomerante, o que esté presente como impureza de las materias primas o como producto de la alteración del mismo. También puede este parámetro ofrecer información sobre la presencia de sales conteniendo sulfatos ($SO_4^=$).

En la tabla 1 se muestran los resultados correspondientes al análisis de la fracción granulométrica de Ø < 4 mm para el tapial, correspondiente a la matriz cementante de mortero del mismo, y a diferentes muestras de morteros de cal utilizadas como referencia.

Tab.1 Contenido en carbonatos, fracción insoluble y SO_3 del tapial

Muestras	Carbonatos (%) (expresados como $CaCO_3$)	Fracción insoluble en HCl (%) (árido silíceo y silicatado)	Contenido en SO_3 (%)
Tapial	38,6	51,9	0,23
Morteros referencia			
1:1 (cal:arena)	21	79	--
1:2 (cal:arena)	15	85	--
1:3 (cal:arena)	11	89	--

Se puede observar como en el tapial el contenido en $CaCO_3$ ha sido elevado 38,6%. Si se compara este resultado obtenido con el de los morteros de referencia, se podría concluir que se trata de un conglomerado muy rico en cal, pero se debe tener en cuenta que no todo el $CaCO_3$ analizado proviene de la cal, sino que puede proceder en gran parte del árido. Si se puede afirmar que el tapial se elaboró con cal, ya que se ha observado tanto visualmente como mediante microscopía óptica presencia de nódulos de cal.

Respecto al contenido de SO_3, ha sido muy bajo para la muestra de tapial (0,23%), teniendo por lo tanto escasa relevancia, e indicando que no se utilizó yeso (sulfato de calcio dihidrato, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$) para su elaboración. El origen este contenido SO_3 puede ser diverso: el suelo, impurezas de la cal utilizada en la confección del hormigón de cal, sulfatos presentes en los áridos utilizados para fabricar la cimentación, etc..

2.1.2.- Análisis mineralógico

El análisis mineralógico del tapial se ha realizado mediante difracción de rayos X empleando un difractómetro marca Bruker-AXS modelo D8 advance. La mineralogía global de la muestra se ha determinado mediante el método de polvo, seleccionando la fracción granulométrica de Ø < 4mm, que es la que corresponde a la matriz cementante de mortero para el tapial. Para la identificación de los minerales presentes en la fracción de arcilla se ha separado la fracción de Ø < 2micras, y se ha utilizado la técnica del agregado orientado, realizando posteriormente la solvatación con etilenglicol. Los resultados obtenidos se muestran en la (Tab. 2) y en las figuras 1 y 2.

Las fases minerales identificadas en la muestra del tapial han sido las propias que cabría esperar teniendo en cuenta su naturaleza. El cuarzo, feldespatos (albita, anortita y ortosa) y micas (moscovita y flogopita) tienen su origen en la tierra y áridos empleados para fabricar el hormigón del tapial, mientras que la calcita y dolomita pueden proceder tanto de la tierra/áridos como de la cal añadida para fabricar el hormigón. La presencia de silicatos de alta temperatura (diópsido) se explica teniendo en cuenta la presencia de fragmentos de teja y ladrillo utilizados como árido grueso en el hormigón. El contenido de minerales de la arcilla ha sido muy bajo, y dentro de esta fracción el mineral que se ha identificado es la illita.

Tab.2 Composición mineralógica del tapial de la

muralla almohade de San Juan de Aznalfarache

Muestra	Tapial
Cuarzo-SiO_2	**++++**
Calcita-$CaCO_3$	**+++**
Dolomita-$CaMg(CO_3)_2$	**++**
Feldespatos	
Anortita	**+**
Albita	**+**
Ortosa	**+**
Micas	
Moscovita	**+**
Flogopita	**+**
Goetita-FeO(OH)	**+**
Minerales de la arcilla	**+ illita**
Silicatos cerámicos (alta temp.)	
Diopsido	**+**

+ + + + muy abundante; + + + abundante; + + medio; + indicios; -- no detectado

Con la semicuantificación realizada mediante DRX, se ha confirmado la mayor abundancia de cuarzo (mineral mayoritario de la fracción insoluble en ácido clorhídrico) que de fases minerales carbonatadas (calcita y dolomita), tal y como se mostró en el apartado anterior correspondiente al análisis químico.

2.1.3. - Observación mediante lupa binocular

Se ha llevado a cabo la observación y el estudio con lupa binocular (Nikon Stereoscopic SMZ-2T) a un aumento 20X de las muestras del tapial de la muralla de San Juan de Aznalfarache. A continuación se comentan las figuras más significativas:

En la figura 1 se puede apreciar claramente un nódulo de cal, muy abundantes en este hormigón. Se pueden observar las típicas fisuras de retracción plástica o hidráulicas originadas por la evaporación del agua de amasado. La presencia de estos nódulos es una clara evidencia de la adición de cal a la tierra para la fabricación del tapial.



Fig. 1: Nódulo de cal.



Fig. 2: Partícula de carbón.

En la figura 2, del mismo hormigón, se aprecia también en la zona superior derecha un grano de carbón de mayor tamaño.

La abundante presencia de restos de carbón observados tiene su posible justificación en el hecho de que el carbón suele estar presente en los morteros y tapiales antiguos confeccionados con cal, ya que es una impureza resultante del proceso de calcinación de la misma en hornos alimentados con leña.

2.1.4.- Determinación de propiedades físicas: densidad real, densidad aparente y porosidad accesible al agua

Las propiedades físicas que se van determinar en el tapial son la densidad real, densidad aparente y la porosidad accesible al agua, caracterizándose todas ellas por suministrar información sobre la estructura del material. El método seguido para la determinación de estas tres propiedades se basa en saturación con agua de la muestra sometida a vacío, según EN-1936:1999.

Los resultados obtenidos para las muestras de tapial se muestran en la siguiente tabla:

Tab. 3 Densidad del tapial de la muralla almohade de San Juan de Aznalfarache

Muestra	Densidad Real (gr/cm^3)	Densidad Aparente (gr/cm^3)	Porosidad Abierta (%)
Tapial Muralla	2,65	1,66	37,22

Respecto a la densidad real, se ha de comentar que su valor es el que cabría esperar teniendo en cuenta la densidad real de los minerales mayoritarios que lo componen: cuarzo con 2,62 gr/cm^3 y calcita con 2,71 gr/cm^3.

Los hormigones/morteros con los que se ejecutan los muros de tapial suelen presentar unos valores de porosidad abierta elevados, superiores al 30%, por lo que se los puede clasificar como materiales muy porosos. El origen de esta alta porosidad puede justificarse probablemente por la abundante presencia de finos de Ø<0,063 mm, fracción granulométrica en donde se concentran los minerales de la arcilla y otros minerales como la cal, calcita, etc., caracterizándose todos ellos por poseer una elevada superficie especifica de *adsorción* y algunos además con elevada capacidad de *absorción* de agua. Durante el amasado demandan gran cantidad de agua, que posteriormente, cuando se elimina por evaporación este agua, se genera en la estructura del tapial una elevada porosidad abierta.

El valor de 37,22% obtenido para el tapial se puede interpretar como intermedio, considerando el intervalo habitual de este tipo de materiales de construcción (30%-50%).

2.1.5.- Determinación de las resistencias mecánicas

Debido al gran tamaño de las muestras de tapial extraídas de la muralla ha sido posible realizar la determinación de las resistencias mecánicas. Para ello, como primer paso se han tallado probetas cúbicas (relación ancho-alto de 1:1) con dimensiones de arista que oscilan entre los 5cm y 10cm. Después se procedió a su refrentado con mortero de cemento (dosificación 1:1 en peso), con el objeto de eliminar las irregularidades en las caras que entran en contacto con las bases de la prensa. Una vez curado el mortero (28 días) se pasó al secado de las mismas y posteriormente a su rotura en la prensa (UNE-EN 1015-11:2000).

Tab. 4. Resistencia a compresión del tapial de la muralla de San Juan de Aznalfarache

Muestras	Resistencia a Compresión (N/mm^2)
Muestra 1	3,1
Muestra 2	2,8
Muestra 3	3,2
Media	**3,1**

Al poderse tallar un total de tres muestras, los resultados obtenidos corresponden a la media de tres ensayos. En la tabla 4 se exponen los mismos: A la hora de realizar una valoración del resultado de resistencia a compresión obtenido para el tapial, se han tomado como referencia los valores determinados para otros tapiales correspondientes a estudios realizados sobre distintos lienzos de la muralla de Sevilla:



Fig. 3: Ensayo a compresión de probetas talladas.

Tab. 5. Resistencia a compresión de tapiales de la muralla San Juan de Aznalfarache

Año	Empresa / Localización	Rc (N/mm^2)
1985	--	**9,5**
1993	Alfonso Jiménez / Catedral-Puerta San Cristobal	**3,3-8,4**
1994	Sando / Plaza Virgen de los Reyes	**3,6-5,8**
1995	Martín Casilla / Puerta Real	**18,4-21,3**

A pesar de la amplitud del intervalo de valores que se muestran en la tabla 5, se puede considerar que la resistencia a compresión para un tapial se sitúa habitualmente entre los 2,0 y 10,0 N/mm^2. Por tanto, la media de 3,1 N/mm^2 obtenidos para el tapial de la muralla de San Juan se puede considerar como baja.

2.1.6.- Granulometría

El estudio de la granulometría del tapial se ha realizado en una primera fase mediante la fragmentación manual de la muestra del tapial hasta tamaño inferior a 16mm. Posteriormente se ha agitado la muestra con agua durante 1 hora para conseguir la disgregación de la misma, pasando a realizar su tamizado en húmedo. Esta técnica tiene el inconveniente de que pueden existir partículas y granos que se encuentran fuertemente adheridas entre si (por ejemplo por la acción conglomerante de la cal) y no se dispersan mediante la agitación en medio acuoso, situación que puede desencadenar en la obtención de curvas granulométricas con desviaciones. Teniendo en cuenta que la composición de un tapial debe ser mayoritaria en tierra, que es a su vez el conglomerante principal, y que ésta se deshace fácilmente por la acción del agua, se ha optado por esta técnica frente a otras más agresivas como son el ataque con ácidos, que destruyen la fracción granulométrica caliza y generan con seguridad desviaciones en las curvas granulométricas de los conglomerados.

Las luces de la serie de tamices utilizada han sido: 0.063mm, 0.125mm, 0.25mm, 0.5mm, 1mm, 2mm, 4mm, 8mm, 16mm, 31.5mm y 63mm. La curva granulométrica obtenida se representa en la figura 4.

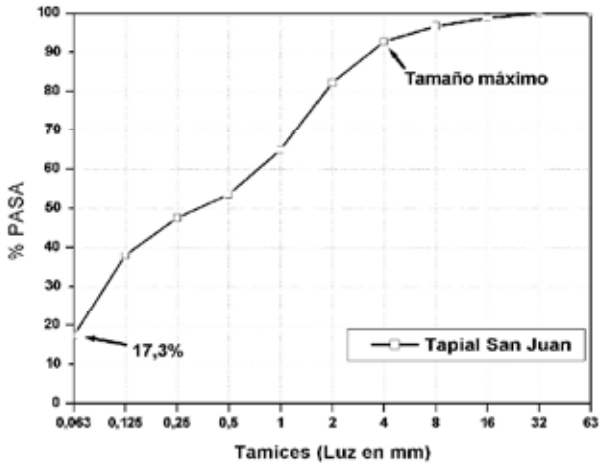


Fig. 4: Curva granulométrica del tapial.

Se puede observar como para el tapial el porcentaje de finos menores de 0,063 mm (63 micras) ha sido del 17,3%, que aunque es un valor elevado, no llega a ser muy alto, debido probablemente a la escasez de minerales de la arcilla encontrados en su composición. El tamaño máximo del árido ha sido de 4 mm, por lo que podría considerarse técnicamente como un mortero según las actuales definiciones para hormigones y morteros (UNE-EN 13139 y UNE-EN 12620, 2003).

3.- Conclusiones

A tenor de los resultados obtenidos con los diferentes análisis y observaciones se puede concluir que:

- Se trata de un tapial fabricado con cal, siendo siempre su contenido de conglomerante inferior al 38,6% en peso (puede existir en el árido una fracción de naturaleza carbonatada). La presencia de cal se ha constatado mediante la lupa binocular, observándose la abundante presencia de nódulos de cal y restos de carbón.
- La fracción de naturaleza silícea-silicatada del árido, está formada mayoritariamente por cuarzo, habiéndose identificado también feldespatos (feldespato potásico, la ortoclasa, y feldespatos sódico-cálcicos, plagioclasas) y micas (moscovita y flogopita) como trazas (<5% peso). El contenido de minerales de la arcilla ha sido también muy bajo (<5% peso), habiéndose detectado la presencia de illita. Se han identificado silicatos de alta temperatura (diopsido) que proceden probablemente del empleo de restos cerámicos en el tapial. El contenido en SO_3 ha sido muy bajo, por lo que se puede descartar el empleo de yeso como conglomerante.
- La porosidad abierta del tapial ha sido elevada, y su origen probable es el elevado contenido de finos en el tapial, que poseen una gran superficie específica y durante el amasado demandan gran cantidad de agua. Cuando ésta se elimina por evaporación, se genera en la estructura del tapial una elevada porosidad abierta.
- La resistencia a compresión del tapial se puede calificar como baja, teniendo una especial incidencia en este hecho la elevada porosidad abierta del mismo (a mayor porosidad en un material, existe menor sección resistente, y por tanto menores resistencias mecánicas). Durante el amasado demandan gran cantidad de agua, que posteriormente, cuando se elimina por evaporación, se genera en la estructura del tapial una elevada porosidad abierta.

Notas Y Citas

1. IBN ´IDÁRI. Trad. J. Rámirez del Río. Extraído de *Sevilla Almohade* de VALOR PIECCHOTTA, M., p.19

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a la empresa responsable de la excavación arqueológica CLAVE CYR S.L. y en especial a la arqueóloga Dña. Laura Mercado, directora de la excavación por la información facilitada sobre la muralla almohade de San Juan de Aznalfarache (Sevilla, España). Este trabajo se ha realizado dentro del marco del proyecto I+D BIA2004-01092 del MCYT, “Propuesta de mantenimiento, evaluación y rehabilitación de fábricas históricas de tapial en la provincia de Sevilla”.

Bibliografía

AENOR. UNE-EN 13139:2003. Áridos para morteros.
AENOR. UNE-EN 12620:2003. Áridos para hormigón.
AENOR. UNE-EN 1744-1:1999. Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos.
AENOR. UNE-EN 1015-11:2000. Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 11: Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
CEN. EN-1936:1999. Determination of a real density and apparent density, of total and open porosity.
DOMÍNGUEZ BERENJENO, E. L. *El Castillo de Alcalá de Guadaira y la defensa de Sevilla (ss. XI-XVI)*. pg. 17-29.
Jedrzejewska, H. “Ancient mortars as criterion in analyses of old arquitecture”. En *ICCROM Symposium Mortars. Cements and grouts used in the conservation of historic buildings*. Roma, 1981, 313-329.

Francisco Javier Alejandre

Doctor en Ciencias Químicas, Profesor Titular de Materiales I de la E.U.A.T. de la Universidad de Sevilla (España) en el Dpto. de Construcciones Arquitectónicas II. Actualmente es responsable del grupo de Investigación TEP-198 “Construcción y Materiales” del Plan Andaluz de Investigación y participa como investigador dentro del proyecto I+D del Ministerio de Ciencia y Tecnología “Propuestas de mantenimiento, evaluación y restauración para la rehabilitación de edificios e infraestructuras urbanas con fábricas históricas de tapial en la provincia de Sevilla” dirigido por la Dra. Amparo Graciani García.

Juan Jesús Martín Del Río

Doctor en Ciencias Químicas, Profesor Colaborador de la E.U.A.T. de la Universidad de Sevilla (España) en el Dpto. de Construcciones Arquitectónicas II, impartiendo docencia teórico-práctica en la asignatura de Materiales II. Actualmente investigador del grupo de Investigación TEP-198 “Construcción y Materiales”.

5.2

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA CRUDA EN LA REGIÓN LACUSTRE DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO

María Gabriela Armani

Palabras clave: arquitectura – tierra – tecnología

Resumen

México se caracteriza por la riqueza y variedad de su patrimonio Histórico y Artístico, cuenta con aproximadamente 20.000 templos coloniales y cerca de 1.900 centros históricos; el 70% de los templos están construidos en tierra, particularmente en adobe. Asimismo, del total de centros históricos identificados sólo el 2.10 % representado por 40 ciudades se encuentran con Declaratoria Nacional de Zona Monumental y se ubican en 18 estados de la República con un total de 20.633 monumentos catalogados; de los cuales un 80% están construidos en tierra, particularmente en adobe y datan de fechas que oscilan entre los siglos XVI al XIX.

Por otro lado, de estos 40 Centros Históricos, 8 que representan el 20%, fueron incluidos en la Lista del Patrimonio Mundial de UNESCO, los cuales contienen un total de 9.600 Monumentos con un 75% de construcción en tierra.

En una gran parte del país y como caso específico de este estudio, en la cuenca lacustre de Pátzcuaro, es factible encontrar una arquitectura tradicional construida en tierra de gran valor histórico-cultural, lamentablemente está desapareciendo cada vez con mayor rapidez producto de la inserción de los de los materiales modernos, la autoconstrucción defectuosa y la escasa o mala conservación de dichas obras en el tiempo.

Se mostrará el proceso de cambio que presenta la edificación en las poblaciones de Janitzio, Pátzcuaro, Quiroga, Santa Fe de la Laguna y Tzintzuntzan, específicamente respecto de la vivienda. A través del estudio de los materiales y sistemas constructivos utilizados en la región hemos conocido con mayor profundidad su origen, características, modos de obtención, tecnología empleada y usos más frecuentes, que nos ha permitido poder establecer a través del conocimiento de las obras pautas de diseño que representan imágenes culturales propias de una sabiduría milenaria, que es producto de ensayos y errores en un esfuerzo de adaptación a su medio físico.

Cabe notar que hemos destacado además aquellas pautas de diseño sobre los aspectos de sismorresistencia y patologías a fin de poder sistematizar sus lesiones y causas principales para su conservación.

1.- La meseta tarasca y la región lacustre de Patzcuaro

Siendo la traza de un asentamiento un producto cultural, resultado y reflejo de un grupo social y su forma de concebir y adecuar su medio ambiente, no puede ser comprendido el proceso de su diseño o de su consolidación sin contar con una serie de antecedentes, tanto de la sociedad que lo produce como del medio físico en el cual se inserta.

Afirma Ulises Beltrán que “muchos de los centros políticos de mesoamérica se desarrollaron alrededor de zonas lacustres o próximas a ellas”.[1] La cuenca lacustre de Pátzcuaro es una de las cuatro áreas culturales de la región purhépecha y alberga en la actualidad lo que es muy probablemente el último núcleo de población indígena lacustre con una continuidad desde el periodo precolombino. Se reconoce la existencia de esta cultura en el área desde por lo menos el siglo XII, y la existencia de prácticas agrícolas desde hace por lo menos 3500 años.



Fig. 1: Crónica de la Provincia de los Santos Apóstoles de San Pedro y San Pablo de Michoacán.

1.1.- Marco físico-geográfico.

Esta región se encuentra ubicada al centro norte del Estado de Michoacán. Se sitúa entre los 101° 27´ y los 101° 46´ de longitud Oeste y a los 19°27´ y 19° 45´ de latitud Norte. Conforma una cuenca cerrada, es decir sin ríos que la alimenten, las entradas de agua al vaso lacustre se derivan exclusivamente de la lluvia estacional y de la infiltración, por lo que las variaciones de nivel son continuas. Estructuralmente la cuenca está constituida por elevaciones de tipo ígneo, cuyos escurrimientos subterráneos y arroyos superficiales alimentan el lago. Los fenómenos de redistribución y reajustes de la corteza terrestre originados por las fallas continentales, las mismas que penetran el Sistema Volcánico Transversal, hacen de la región una zona de actividad sísmica y volcánica.

La extensión de la cuenca es de 1,000 km2 con la presencia de una alta diversidad ecológica. Esto ha provocado que en un espacio relativamente pequeño exista un mosaico de recursos evidenciado por la variedad de su vegetación, pisos altitudinales, paisajes morfoedafológicos, clases de climas y tipos de suelos.



Fig. 2: Emplazamiento Geográfico de la Cuenca Lacustre de Pátzcuaro. (Fuente: SEMARNAT,1999)

La ubicación de los asentamientos en la región, tanto en la época prehispánica como en el período colonial tuvo una estrecha relación con las características de los distintos nichos y con el tipo de explotación que se realizaba en ellos. En la zona de la ribera se ubicaban el

69% de los asentamientos de la cuenca, mientras en la sierra baja el 25% y 9% en la sierra alta. La tendencia de ubicación de asentamientos entre los 2050 y 2300 m.s.n.m. se relaciona con la explotación agrícola en estas zonas. La agricultura en la cuenca se basaba en el cultivo del maíz, frijol, chile y calabaza tanto en terrazas como en laderas de los cerros y en tierras planas de la ribera.

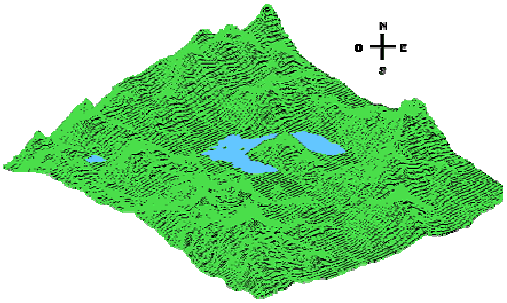


Fig. 3: Conformación tridimensional Cuenca de Pátzcuaro. (Fuente: SEMARNAT,1999)

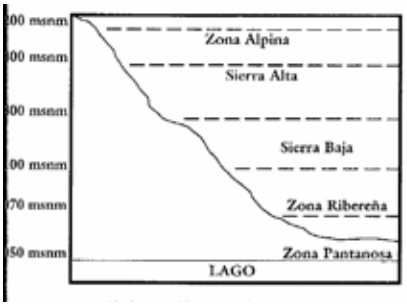


Fig. 4: Nichos Ecológicos según Pollard (1994)

El clima predominante es templado con lluvias en verano, el mes más cálido es mayor a 22° C antes del solsticio de verano y la temperatura promedio en invierno es de 10° C. El promedio anual de lluvias fluctúa entre los 1000 y 1200 m., propia de relieves altos. El índice de aridez corresponde a sub-húmedo, propio de las zonas situadas en el Sistema Volcánico.
Los vientos predominantes se generan en el sur de la cuenca y fluyen desde el sureste o suroeste por la región del pueblo de San Pedro Pareo hacia el noreste para salir de la cuenca entre las poblaciones de Chupícuaro y Quiroga. El promedio de velocidad de los vientos es de 7.7 m/seg. La velocidad máxima se alcanza en el cuello del lago produciéndose una aceleración de hasta 18.7 m/seg. debido a las obstrucciones de los cerros.
Por consiguiente, en la región el viento era un elemento que se tenía que tomar en consideración tanto en el diseño arquitectónico como en el de asentamientos humanos, sobre todo en las islas. Posiblemente algunos criterios de orientación, en el caso de la traza reticular, se relacionen con la intención de proteger a las calles de los vientos, girando la traza a 15 grados del norte. Esta solución se presenta en varias poblaciones de la cuenca.[2]

1.2.- Población nativa.
En torno al lago de Pátzcuaro se asentaba la capital del señorío purhépecha, actualmente conocida como Tzintzuntzan, en donde se concentraba el poder político y militar más importante del occidente de Mesoamérica.
Se reconoce la existencia de esta cultura en el área desde por lo menos el s. XII, y se tiene registro de prácticas agrícolas desde hace por lo menos 3,500 años.
La cultura purhépecha conservó su autonomía hasta el siglo XVI, fue una frontera que contuvo la expansión mexica.
Se establece como centro de colonización y expansión. Se estima que a principios del s. XVI había en la cuenca entre 60.000 a 100.000 habitantes distribuidos en 92 asentamientos, la mayoría de los cuales todavía existen.

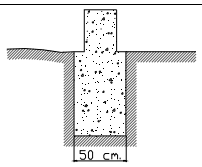
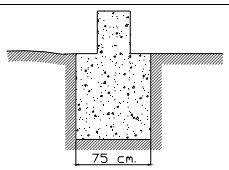
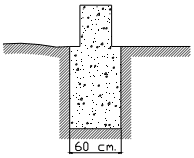
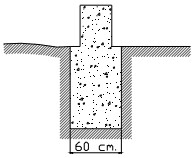
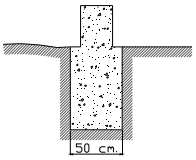
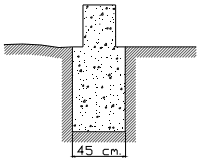
1.3.- Antecedentes de habitación prehispánica.
La vivienda se construía de materiales perecederos, generalmente de bahareque (quincha) o adobe, por lo que en la actualidad se registran escasos restos arqueológicos. Los basamentos que subsisten en Tzintzuntzan e Ihuatzio no permiten reconocer disposiciones generales y las relaciones espaciales entre una vivienda y otra, ni entre éstas y los cerros ceremoniales.
Sin embargo, en torno a los centros monumentales se agrupaban los *barrios*[3] donde radicaba la gente común, *los macehuales*. En Tzintzuntzan encontramos evidencia de la existencia de barrios internos que probablemente estarían agrupados según las actividades

económicas específicas. Estos barrios tuvieron funciones reguladoras del matrimonio, así como religiosas y ceremoniales y agrupaban a la población según su status social.
La planificación de los espacios abiertos se realizaba conjuntamente con la de los elementos arquitectónicos que los definían. En la disposición de los monumentos dentro de los conjuntos ceremoniales de Tzintzuntzan e Ihuatzio existe una clara tendencia hacia el diseño ortogonal.
Es importante destacar que en la cuenca lacustre de Pátzcuaro existía un sistema de asentamientos integrados, organizados y planificados, por lo menos en sus áreas ceremoniales, funcionando como un sistema económico y político, y no como una serie de aldeas aisladas. A su vez, existían en toda la región redes de caminos, al igual que otros tipos de infraestructura como acueductos, y las extensas zonas habitacionales contaban con calles peatonales, una lotificación y la dotación de grandes espacios abiertos que conformaban una traza.[4]

2.- Materiales y sistemas constructivos empleados en la cuenca lacustre.
Durante siglos los campesinos han requerido construir sus moradas e instalaciones rurales con los recursos materiales que encuentran a mano y utilizando su propio esfuerzo. Por ello, el empleo de cualquier material parte de su abundancia en la misma zona, de la factibilidad de extracción y transporte y de su experiencia para utilizarlo.
La naturaleza ofrece todos los materiales que la gente del campo necesita para la autoconstrucción de sus viviendas, es pródiga en cuanto a la variedad y calidad de los mismos. Estos materiales son fáciles de obtener y preparar, por lo que sólo se requiere trabajo personal para recogerlos y emplearlos.
Como veremos a continuación, es evidente que los indígenas y campesinos han aprovechado en forma bastante inteligente los materiales naturales que se encuentran en la región que habitan. Escogiendo en forma empírica y con gran acierto aquellos materiales que rinden los mejores resultados, han transmitido por generaciones su saber popular.
La tierra es el material constructivo más difundido y empleado a lo largo de la historia de la humanidad. Desde tiempos remotos, ha ido sufriendo múltiples adaptaciones tecnológicas y estéticas en búsqueda de la optimización de sus propiedades, adaptación a la disponibilidad de recursos y adecuación al medio ambiente.
A pesar de que cada comunidad ha adoptado una serie de rasgos específicos para las construcciones que realizan, reflejada en una amplia diversidad tipológica como respuesta a la adaptación de su medio natural, a las necesidades, a su historia y tradición constructiva, se ha planteado a continuación una descripción del sistema constructivo tradicional de uso más difundido en la construcción de viviendas en la región de la Cuenca Lacustre de Pátzcuaro: el adobe.

2.1.- Cimientos
La cimentación de pilares y muros portantes tiene la finalidad de conseguir la estabilidad del edificio y evitar que la humedad del suelo transmitida por capilaridad pueda dañar el resto de la obra. Por su proximidad al lago y mantos freáticos, desde épocas ancestrales los pobladores de la cuenca lacustre han empleado ventajosamente los materiales con los que contaban para evitar la ascensión capilar.
Otra de las razones por las cuales se construye el sobrecimiento es para poder escalonar los cimientos cuando por razones de desnivel del terreno así lo requiera, permitiendo de este modo un correcto desplante de los bloques de adobe empleados para la mampostería.
Estos cimientos presentan dimensiones variables en función de los materiales en que se realiza, el peso de la edificación y el terreno en que se emplaza. En nuestra región, de acuerdo a la calidad de construcción las obras presentan un rodapié de piedra basáltica asentada simplemente con barro, en mortero de cal (el más resistente a la humedad) o en época posterior en cemento portland que se elevaba como mínimo a 0,30 m sobre el nivel del suelo y con un ancho mínimo igual al del muro.
Lamentablemente, por carencia de documentación y estudios técnicos efectuados en las viviendas analizadas, no hemos podido determinar las dimensiones y materiales

componentes de las fundaciones como tampoco los tipos de suelos para determinar su comportamiento.

CALIDAD DEL SUELO	EXCAVACIÓN PARA CIMIENTO CORRIDO	
	Muros interiores	Muros exteriores
Blando		
Medio		
Duro		

Tab. 1: Anchos mínimos recomendados para la cimentación de las viviendas de un piso. (Fuente: Armani – Tittarelli, 1997)

Sin embargo, hemos podido analizar los sobrecimientos que presentan las viviendas, en una altura promedio de 0,40 m, que favorece al buen comportamiento del muro de tierra ante acciones climáticas. Sobre el coronamiento de éste, se construye una barrera para impedir la ascensión capilar de pequeñas rajuelas o tabletas de basalto de 0.05 x 0.08 x 0.015 m. aproximadamente colocadas horizontalmente con mortero de barro en varias capas hasta una altura que varía entre los 0.10 y 0.20 m, dejando la parte superior horizontal para desplantar luego el muro de adobe. La anchura del sobrecimiento coincide con la del muro que lo sustenta y mediante un sobresaliente se adapta al espesor del muro terminado.



Fig. 5: Sistema de construcción tradicional de los sobrecimientos de piedra volcánica que varían entre los 30 y 50 cm. (Armani, 2002)

2.2.- Pilares y Columnas

La arquitectura virreinal construida en tierra en la región lacustre de Pátzcuaro se sustenta tanto de recintos delimitados por muros de carga de adobe como estructuras portantes complementas con columnas de madera o pilastras de adobe –interiores o insertas en el muro- para cumplir la misma función permitiendo un mejor aprovechamiento del espacio.

Sin embargo, cabe señalar que en las edificaciones del siglo XIX se introduce el uso de refuerzos de ladrillo cocido en jambas y encuentros de muros, a fin de propiciar la traba de encuentro y permitir mayores dimensiones de vanos.

En los casos de estudio analizados estas columnas de madera o adobe aparecen en el exterior de las edificaciones para sostener las cubiertas de los particulares portales para atenuar la incidencia solar. Este pórtico se da cuando la casa tiene un tapanco, que se observa en la mayoría de las casas de este tipo.

Estas columnas que enmarcan el pórtico de acceso pueden ser de varias maneras:

a) Simples Troncos Descortezados. En la parte inferior, estos pueden apoyarse directamente sobre el terreno, algunas veces tienen una base (zapata), que puede ser de madera, de tabique e incluso de concreto. En la parte superior, dichas columnas sostienen una viga apoyada directamente sobre éstas y en la que descansa la estructura. En algunas ocasiones, tienen un capitel de madera, sobre éstos se apoya esa viga en la que descansa finalmente la estructura del techo.

b) Columnas Labradas de Madera. En la parte inferior existe una zapata de madera, tabique o concreto; en la parte superior casi siempre cuentan con un capitel sobre el que se apoya una viga transversal para finalmente descansar sobre ésta, toda la estructura. Los puntales de madera tienen un diámetro mínimo de 6” por 2,50 m de altura y distanciados entre 3,00 a 3,50 m, con sus respectivas zapatas y pies de gallo.

c) Tubos de Albañal de 20 cm de diámetro. Estos son colados con concreto, que hacen las veces de columnas, se apoyan directamente sobre el terreno; en la parte superior se coloca la viga transversal que a veces es sustituida por una cadena de concreto; en cualquiera de los dos casos, la estructura se apoya sobre este elemento.

Podemos encontrar una variante más, y es cuando se amplía el techo del pórtico, en el que estas columnas son troncos apoyados directamente sobre el terreno natural y en la parte superior tienen una horqueta para que se apoye en ella otro tronco transversal, que finalmente soporta la estructura.

Respecto de las columnas interiores, en pocas viviendas advertimos la presencia de pilares de adobe, cuyo espesor es de 0,60 m aproximadamente logrado por la traba del bloque dispuesto de cabeza y soga en forma alternada, cuya altura no supera en ninguno de los casos los 4 m.

Del mismo modo, la presencia de pilares de adobe insertos en las estructuras de los muros, permite ofrecer mayor resistencia del mismo siendo que trabaja a modo de contrafuerte para contrarrestar los efectos de pandeo de los muros longitudinales que superan los 5 m sin arriostramiento.



Fig. 6: Detalle de columnas y viguerías de madera de pórticos y galerías. (Armani, 2000)

2.3.- Muros y Refuerzos

El adobe es sin duda el material de construcción tradicional más generalizado en la región, denotándose que el 90% de los casos de estudio presentan este elemento en la construcción de los muros de carga y tabiques divisorios. Asimismo podemos advertir que las medidas y composición del adobe difieren de un lugar a otro, como así también dentro de un mismo edificio, debido al empleo de tierras provenientes de diferentes canteras, al tipo de molde empleado y a la falta de control en las proporciones de la mezcla de tierra como también los contenidos de paja o estiércol, empleados para garantizar una mejor estabilidad estructural de las partículas.

Se emplearon para la construcción de antiguos muros portantes de edificaciones de grandes envergaduras, bloques de adobes dispuestos de cabeza y soga en forma alternada, logrando un espesor total del muro terminado entre 0.70 a 0.85 m dependiendo de las dimensiones del bloque y espesores de la capa vertical del mortero de barro y de los aplanados empleados. Las dimensiones de los bloques varían entre los 53 x 32 x 11 cm y 40 x 20 x 10 cm.

Para la ejecución de los muros portantes de construcciones de menores proporciones se han empleado en todos los casos bloques de adobes dispuestos de cabeza logrando un espesor de 0.60 m aproximadamente. En algunos mampuestos se advierten con mayor frecuencia carencia de la junta de mortero vertical y fallas en la traba y encuentros de muros, facilitando el destrabe de las uniones del aparejo y la aparición de profundas grietas.

Teniendo en cuenta que las viviendas están emplazadas en suelos con actividad sísmica media, cabe mencionar que cuando los muros cumplen funciones estructurales transmiten las cargas verticales y laterales a la cimentación. La ligazón entre las hiladas es de importancia crítica para la resistencia de las cargas laterales. A su vez, las principales causas de las fallas:

- En general, las fallas de los muros portantes se deben a su baja capacidad de resistencia al corte.
- Las posibilidades de falla se incrementa y depende del número y tamaño de los vanos.
- Las conexiones pobres e inadecuadas, causan que la edificación actúe como una unidad desarticulada en condiciones de refuerzo.
- Se debe evitar la construcción de muros muy esbeltos.

Como las construcciones de tierra tienen poca flexibilidad, los sismos pueden causar movimientos considerables de los componentes del muro y dislocación de las uniones. Por ello, el empleo de refuerzos -verticales: varillas de hierro o caña; horizontales: tablas de madera, armaduras metálicas, caña- duplica la resistencia correspondiente a un muro sin reforzamiento.[5]

En las viviendas analizadas frecuentemente se observa el empleo de refuerzos horizontales. Al llegar al cerramiento del muro se coloca una viga solera de madera en todo el perímetro del muro que sirve de arrastre y apoyo de la cubierta, cuya función es absorber las cargas de la cubierta y distribuirlas en forma continua sobre los muros.



Fig. 7: Viga de cerramiento colocada a modo de refuerzo de la estructura del muro a fin de evitar su deslizamiento en la base del astial.



Fig. 8: En edificaciones antiguas de mayor altura y espesor de muros, se observa el empleo de refuerzos horizontales ubicados en forma discontinuos.



Fig. 9: Llaves de madera empleadas como refuerzo a nivel del entrepiso de madera. (Armani, 2002)

El desplante de los muros se realiza colocando en hiladas horizontales siguiendo el contorno total de la vivienda, de modo que la construcción avance a nivel. Se debe humedecer superficialmente tanto el sobrecimiento como las áreas de contacto de los adobes con el barro de pega para lograr una mejor unión. Se emplean reglas verticales en los extremos de los paños de muros, generalmente con marcas a 10 cm.
Es importante destacar que para evitar el aplastamiento del muro por su peso propio, la altura máxima por día no debe ser mayor a 1 metro, esperando 24 horas para colocar las siguientes. Los adobes se colocar de soga perfectamente trabados con un traslape de medio adobe.
El junteo del adobe se realiza con mortero de barro y cal, en proporción 1:3 de uno a tres centímetros de espesor, tanto para juntas verticales como horizontales, permitiendo una eficiente adhesión de los bloques de barro.
Respecto de los revestimientos, es aconsejable el empleo de la tierra igual que la del adobe o más arcillosa para producir mayores microfisuraciones que mejoran la posterior adherencia del afinado a la cal, en un 10%. El espesor es de unos 2 cm y se aplica con fratacho.[6]
En toda la región lacustre se emplean como terminación de las fachadas exteriores pinturas a la cal de color blanco sobre los muros y color cobrizo sobre guardapolvos y carpintería (disposición oficial de finales del siglo XIX) que permiten proteger la superficie recubierta, mejorar la apariencia de la edificación y proporcionar superficies lavables que sean más fáciles de mantener. Además incrementan la reflexión de las superficies de los muros, contribuyendo a mantener temperaturas más frescas en el interior.
Otro modo de reforzamiento comúnmente empleado en estas edificaciones es el amarre sismorresistente en las esquinas de muros. Tales refuerzos consisten en el empotramiento de una pieza entera o muros de mampostería de piedra, que uniendo éstos a ambos lados forman una esquina que se desplanta desde el centro hacia las orillas. Se forma un triángulo rectángulo conformando así una cuña piramidal en donde la mampostería se cuatrapea y amarra uniendo ambos elementos del muro de adobe.[7]



Fig. 10: Amarres sismorresistentes en piedra sobre las esquinas de muros de adobe. (Armani, 2002)

2.4.- Estructura de techos

La construcción de techos es problema delicado y de solución difícil, sin embargo, los habitantes de la región lacustre de Pátzcuaro lo han resuelto por medio de procedimientos de construcción originales, aprovechando principalmente los recursos naturales.
En este escaso de estudio los techos se dan de dos formas: a dos aguas y a cuatro aguas. Esto se considera debido a que el agua escurre con mayor rapidez por las dos pendientes; la inclinación del techo varía en relación al material del que está hecho y a la lluvia que tiene que enfrentar.
La forma más sencilla de construir un techo a dos aguas, es a base de un triángulo compuesto por dos vigas o cabrios que forman las aguas y una viga horizontal que funciona

como tirante que los une por su base. Otra variante es colocando un soporte vertical al centro del triángulo. Los nudos donde se unen las diversas piezas de madera de la estructura van amarrados, ensamblados o clavados, aunque lo más común es la combinación de estos tres sistemas.
El sistema más notable es a través de una ménsula que proporciona un alero; las vigas horizontales del techo sobresalen del muro de 0.80 a 1.00 metro, y en un extremo, una viga madrina recibe la viguería. Sobre los muros longitudinales se apoyan los extremos bajo los cabrios de la viguería y sobre los muros transversales descansa la cumbrera, dando lugar al hastial del muro.
En el muro piñón o hastial, el vértice o punta del triángulo recibe y carga a su vez la viga cumbrera y cuando los muros son de adobe o ladrillo, el remate del triángulo se hace con hileras corridas, dentadas o diagonales, mientras que el tímpano ocurre cuando la cumbrera carga la estructura de vigas, siendo la pared dentro del triángulo sólo de relleno.
Bajo un techo de dos aguas, se pueden colocar varias habitaciones con muros divisorios internos, se puede aprovechar la viguería horizontal para tapancos y desvanes que funcionan como trojes o bodegas. El tapanco, se hace descansar sobre los elementos horizontales de la estructura, formando un entrepiso de troncos, tablas o tablones que, simultáneamente es el plafón de la casa y el piso de dicho tapanco; para subir a él, se usa una escalera de madera, o se disponen troncos con muescas, cuyas salientes hacen de peldaños.
El otro tipo de techo que se da en nuestro estudio es el de cuatro aguas, en el que, por un lado, el agua escurre con una mayor rapidez, y por otro, en el se emplea una gran variedad de materiales para cubrirlo, tales como la teja de barro, la lámina de asbesto e incluso la lámina negra de cartón.
El techo a cuatro aguas está armado de tal manera que es independiente de los muros sobre los que descansa y que reciben la carga en forma continua a lo largo de los cuatro lados.
Se construyen con un marco horizontal del que parten unas tijeras cuyas hojas se componen de dos cabrios o vigas inclinadas que abarcan desde el caballete hasta el alero.
El número de tijeras que deben colocarse para sostener un techo, varía según su longitud y el peso que vaya a soportar. La última tijera termina antes de llegar al extremo de los aleros laterales, para dar lugar a la colocación de los cabrios que forman estas dos aguas que integran la techumbre.
En estos techos hay elementos exclusivos como las vigas diagonales cuya función consiste en lograr un contraventeo que asegure la indeformabilidad de la estructura; los marcos intermedios, de sección cada vez más pequeña, se colocan entre el marco soportante de la estructura, la cumbrera, los tirantes y travesaños horizontales que se ponen cerca del vértice de las tijeras para mantenerlas fijas.



Fig. 11: Vivienda de adobe con techo inclinado a cuatro aguas y cubierta de teja de barro. (Armani, 2002)



Fig. 12: Casa con techumbre a cuatro aguas de teja que se comunica con el portal en torno a la plaza de Santa Fe de la Laguna.

2.5.- Techumbre o cubierta

La cubierta más común en una casa de adobe de la región de estudio, es la teja de barro, ya sea la tradicional en forma de curva o plana, pero en menores ejemplos.
En la práctica, esta teja se coloca con la media caña hacia arriba y luego se coloca de manera cuatrapeada con la media caña, sólo la teja que va en la cumbrera y la primera hilera que es la parte más baja de la pendiente, o el inicio de la teja, de abajo hacia arriba se juntea con mezcla de cemento-arena, para que no se mueva y quede fija. Lo mismo sucedería en el caso de las cuatro aguas, es decir en donde cambia de dirección cada agua o techo, es una especie de cumbrera, por lo que se juntea con mezcla también esa hilera de tejas, sobresaliendo de las demás hileras de esta teja.

2.6.- Pisos

Se puede considerar al piso original de una vivienda de adobe, la misma tierra apisonada, sólo que ahora al modificar este tipo de casas, los podemos encontrar de concreto (firme), de madera o de piedra e incluso hasta de mosaico, cambiando con ello dicha particularidad. Los suelos estabilizados con cemento, cal o asfalto proporcionan pisos bastante resistentes a la abrasión y aptos de ser mantenidos.

2.7.- Vanos

Por último, mencionaremos los elementos complementarios de las viviendas de adobe como son las puertas y ventanas, acerca de las cuales podemos decir lo siguiente:
En el caso de las puertas, son de madera en la mayoría de los casos. Cabe decir que, cuando la casa de adobe es solamente de una habitación, cuenta con una única puerta, casi siempre al centro de la misma, en la que tiene un cerramiento y polines a cada lado de ella, para que pueda fijarse y a su vez abatir tanto hacia el exterior como interior. Cuando se presenta este caso, la vivienda no presenta ventanas hacia su muro frontal, sino ya lateral o posterior, según su disposición respecto del terreno.
La puerta de una vivienda de adobe puede ser de una o dos hojas de madera simple, entablerada y a veces incluso labrada. En el caso de las casas que son de mayores dimensiones y están en el centro de la población, éstas tienen varias puertas y ventanas, debido a que algunas de ellas son utilizadas para el comercio, lo que hace que tengan cierta independencia con respecto de la puerta principal de acceso.
Actualmente y en algunos casos, estas puertas y ventanas han sido cambiadas por elementos de herrería en color, modificaciones en concreto o tapiadas, rompiendo con esto toda una tradición e imagen.



Fig. 13: Mosaico de imágenes de aberturas en viviendas de adobe de la región de estudio. Los marcos en piedra se emplean para proporcionarle mayor jerarquía a la vivienda, generalmente éstas se encuentran en los centros de población. (Armani, 2002)

3.- Reflexiones finales

La arquitectura tradicional recurre casi siempre a la utilización racional de materia prima mineral o vegetal que la naturaleza le provee, aplicada ya sea en bruto o mediante distintos grados de elaboración, que presentan formas manufacturadas y artesanales donde predomina el trabajo a mano combinado con rudimentarios elementos, que han sido empleados dentro de una lógica de aprovechamiento tendientes a lograr mayor eficacia y economía y a mantener su continuidad de uso para futuras generaciones.

A través del estudio de los materiales utilizados en la construcción tradicional en la región lacustre hemos conocido con mayor profundidad su origen, características, modos de obtención y usos más frecuentes, que nos ha permitido poder establecer a través del estudio de las obras pautas de diseño que representan imágenes culturales propias de una sabiduría milenaria, que es producto de ensayos y errores en un esfuerzo de adaptación a su medio físico.

Esta gran variedad de materiales, utilizados con propiedad y eficiencia, garantizan la comodidad, estabilidad y economía de las viviendas indígenas, pues desde los tiempos precolombinos los han empleado en forma rudimentaria, predominando el uso de materiales pétreos y vegetales. Esto nos ha llevado a examinar con detenimiento el uso actual de los materiales de construcción en la región de la Cuenca Lacustre de Pátzcuaro. De este modo, podremos tener conocimiento a través del tiempo de las diferencias que se han dado en la utilización de dichos materiales.

Es por ello que insistimos en la necesidad de preservar en estas regiones, tanto para la construcción nueva como para la restauración y conservación, las técnicas de construcción en tierra que le dieron vida desde épocas milenarias. Tanto el adobe, como el tapial o el bajareque, entre otras, han demostrado ser resistentes, económicas, fáciles de elaborar y colocar. Científicos y profesionales de diferentes lugares del planeta se han interesado en redescubrir los valores de este material tan noble y milenario y en desarrollar sus propiedades, por su bajo costo, disponibilidad, ahorro energético frente a otros materiales, por su condición de ser reciclable, y por los valores estéticos que posee en lo expresivo, que apuntan a propiciar este material para la construcción de un hábitat ecológicamente apto.[8]

Notas y Citas

[1] Beltrán, Ulises. *Estado y Sociedad Tarascos en la Época Prehispánica.* Citado por Ettinger McEnulty, *La transformación de los asentamientos de la cuenca lacustre de Pátzcuaro*, p. 33.

[2] Ettinger McEnulty, Catherine Rose, op. cit., p. 37.

[3] Conjunto de manzanas que dan albergue a moradores, que además de los conceptos culturales tienen particularidades en el oficio u obtención de satisfactores o en la producción de los mismos. Medina López, Ramón Salvador, *Arquitectura popular en las poblaciones ribereñas al lago de Pátzcuaro,* Tesis de Doctorado, UNAM, México, 1999, p. 30.

[4] Es importante denotar que no se puede considerar “traza” únicamente a aquello planeado o impuesto por grupos de poder; si así fuera ni la ciudad medieval, ni un gran número de asentamientos contemporáneos de crecimiento espontáneo tendrían una traza. La traza de un asentamiento, como cualquier otro satisfactor cultural, no puede responder más que a las necesidades de una población.

[5] Medina López, Ramón Salvador. Arquitectura popular en las poblaciones ribereñas al lago de Pátzcuaro, Tesis de Doctorado Unam, 1999, p. 148.

[6] Debido a que el asentamiento y estabilización de los muros, según la humedad ambiental, puede continuar en proceso se recomienda revocar no antes de los 60 días.

[7] Este sistema fue ampliamente utilizado en las regiones sísmicamente activas desde la época virreinal, como en las ciudades de Cuzco, Lima y Antigua, entre otras.

[8] En varios países, este material de construcción ha sido sometido a diferentes experimentos y experiencias, y como resultado, hoy se puede contar con ciertos adelantos de la tecnología moderna al servicio del empleo de sistemas de construcción con tierra, principalmente en vivienda social. Son destacables los trabajos realizados tanto por organizaciones internacionales (UNESCO, ICCROM, e ICOMOS), como también de aquellos centros nacionales como CRAterre, de Grenoble, Francia, y de otros numerosos institutos que, dedicados a otras tareas, tienen una sección especializada en arquitectura en tierra. Por ejemplo las de Nuevo México (Alburquerque) y el centro Getty, ambos en EE.UU; la Universidad Católica de Lima, la Nacional de Cusco, en el Perú; la Universidad Católica y Nacional de Santiago de Chile, entre otras.

Bibliografía

Armani, María Gabriela. “Construir con Sistemas Tradicionales y Tecnologías Actualizadas en Tierra”. En: Revista Construcciones - Órgano Oficial de Difusión de la Cámara Argentina de la Construcción - Nº 1222. La Plata, Buenos Aires, pp. 46-48, diciembre de 1998.

Azevedo Salomao, Eugenia María. *Michoacán: Arquitectura y Urbanismo. Temas Selectos.* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, 1999, pp. 383, ISBN 968-7376-98-8.

Boehm de Lameiras, Brigitte – Sánchez Díaz, Gerardo – Moreno García, Heriberto. *Michoacán desde afuera. Visto por algunos de sus ilustres visitantes extranjeros. Siglos XVI al XX.* Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán, Instituto de Investigaciones Históricas. México, 1995, pp. 469, ISBN 968-6959-37-8

Ettinger McEnulty, Catherine Rose. *La transformación de los asentamientos de la cuenca lacustre de Pátzcuaro.* Serie Regional: Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicano. Universidad Nacional Autónoma de México - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1999, pp. 196, ISBN 970-9056-27-1

Ramírez Romero, Esperanza. *Catálogo de monumentos y sitios de Pátzcuaro y región lacustre.* Tomos I y II. Colección: Monumentos y sitios de Michoacán. Gobierno del Estado de Michoacán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México, 1986, pp. 330 y 555.ISBN 968-6670-38-6

Reyes Vayssade, Martín – Ruíz Naufal, Víctor Manuel. *Joyas de la cartografía mexicana*. Roche – SYNTEX. Distrito Federal, México, 1995, pp. 113.

Maria Gabriela Armani

Arquitecta.Universidad de Mendoza. 1997.
Maestría en Restauración de Monumentos, Facultad de Arquitectura, Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México. Tema de Tesis: “Conservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano Construido en Tierra del Pueblo Histórico de Santa Fe de la Laguna (Michoacán, México)”.
Participo en numerosos proyectos de restauracion, entre ellos: Proyecto Integral de la Fachada Norte de la “Academia de San Carlos”, Calle de la Academia esq. Emiliano Zapata, Centro Histórico de la Ciudad de México, junio de 2003. Propietario: UNAM.
Proyecto de Restauración de las “Fachadas del Palacio de la Autonomía”, Ex Palacio de Odontología de la UNAM, calle Primo Verdad # 2 esq. Guatemala, Centro Histórico de la Ciudad de México, marzo-abril de 2003. Propietario: UNAM.
Proyecto y Dirección Técnica de la Rehabilitación de la “Ex Casa del Arquitecto Daniel Ramos Correas” para estudio jurídico, ubicada en calle Espejo 708, Ciudad, Mendoza, desde el mes de abril a julio de 2000. Propietarios: Dr. José Luis Ramón y Dr. Mario Vadillo.
Algunas publicaciones:
“Tipología de los sistemas constructivos en tierra en la región andina del centro-oeste argentino”. Ponencia publicada en el IV SIACOT “Seminário ibero-americano de construção com terra” e III SEMINÁRIO “Arquitectura de terra em Portugal”. Monsaraz, Portugal, del 7 al 12 de octubre de 2005.
“El adobe como patrimonio y futuro”. En: diario Los Andes, Sección A, pág. 10, 1° de noviembre de 2003.
“Hábitat, Cultura y Arquitectura. El pueblo histórico de las Lagunas del Rosario, Huanacache, Mendoza, Argentina”. Editado en el Atlas de la Vivienda del II° Seminario y Taller Iberoamericano sobre Vivienda Rural y Calidad de Vida en los Asentamientos Rurales, formato CD, Capítulo 4. San Luis Potosí, México, noviembre de 2000.

5.3

ANÁLISIS PATOLÓGICO DE LOS PARAMENTOS DE LA MURALLA ALMOHADE DE SEVILLA
TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA PUERTA DE LA MACARENA Y EL JARDÍN DEL VALLE

José María Calama – Jacinto Canivell
Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Sevilla; Avda de Reina Mercedes, 4B; 41012 – Sevilla (España).

Palabras clave: tapial - patologías - restauración

Resumen
En la presente ponencia se sintetiza un trabajo de investigación que se realiza en el seno del Grupo de Investigación: Construcción Patrimonial, adscrito al Departamento de Construcciones Arquitectónicas 2 de la Universidad de Sevilla, y en el que se analiza la patología causal de lesiones presentes en el tramo de la muralla almorávide-almohade de Sevilla, construida en tapial, y que se extiende desde la Puerta de la Macarena hasta el Jardín del Valle.
El estudio se considera un paso previo al conocimiento y sistematización de la patología que afecta a las fábricas de tapial y con el fin de determinar una metodología sintomática. Aunque para ello se haya iniciado el estudio a partir de una localización física concreta, consideramos que la entidad del estudio y la singularidad de la construcción, van a permitir extraer conclusiones de carácter general, válidas para las fábricas de tierra en un sentido más amplio.
Este tipo de construcciones fortificadas con técnicas de tapial poseen características específicas que las hacen singulares, entre ellas podemos destacar:
- El gran espesor de sus paños, que hace que las tradicionales técnicas se adapten[1].
- La masa del muro está formada por una mezcla de tierra, cal, y cantos, lo que lo convierte casi en un hormigón y lo hace menos homogéneo que los tradicionales de tierra.
- Los muros no suelen estar protegidos en la parte superior, bien por que nunca la hayan tenido o por que haya desaparecido. Esto suele ser uno de los factores que agravan las patologías y aceleran el deterioro progresivo. Aunque gracias a ello se pueden observar un amplio abanico de sintomatologías.

Se trata, por tanto, de un proceso que es el inicio de una serie de estudios de investigación, cuya finalidad se orienta a la búsqueda de conclusiones que puedan servir de base a los proyectos de mantenimiento y de restauración de las construcciones de tapial y, en todo caso, plantear avances en el conocimiento de los comportamientos físico-constructivos de este singular sistema constructivo, que puede ser considerado fundamental, desde el punto de vista histórico y tradicional, en nuestras construcciones.

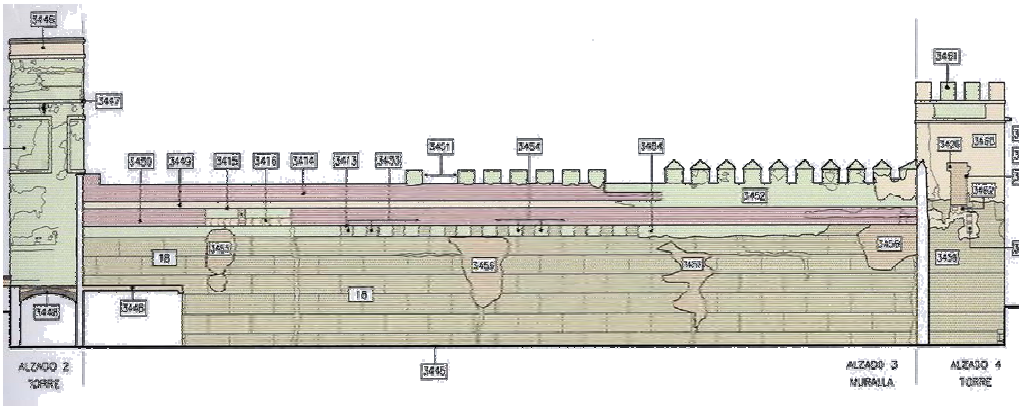
Consideraciones previas
Los restos de la muralla de Sevilla que comprende nuestro análisis, corresponden a dos tramos, prácticamente exentos en todo su recorrido. El primero se extiende desde la Puerta de la Macarena hasta la Puerta de Córdoba (es el tramo de la muralla conocida como “de la Macarena”) y el segundo desde la Puerta del Sol a la Puerta del Osario (también conocido como “muralla del jardín del Valle”).

Se trata de parte de la cerca mandada construir por el sultán almorávide Alí Ibn.Yusuf, que gobernara e Sevilla desde 1109 a 1143. Y aunque fueron precisamente los almorávides los que generalizaron en *Al Andalus* el uso del tapial para la construcción de las fortificaciones[2], este sistema constructivo ya venia siendo utilizado en muchos tipos de edificaciones desde la época romana, e incluso tenemos excelentes construcciones de la época Califal mandadas levantar por ´Abd al-Rahmân III o al-Hakam II, como la fortaleza de El Vacar, en Córdoba, o la de Baños de la Encina en Jaén[3].

Hasta ahora se ha demostrado por medio de dataciones arqueológicas que el uso del tapial se generalizó, sobre todo para la realización de grandes obras, a partir del siglo XI, coincidiendo con al desmembración del Califato de Córdoba y la llegada de oleadas de bereberes procedentes del norte de África. La gran ventaja de este sistema constructivo consiste en la fácil y rápida puesta en obra en comparación con una fábrica de sillería. Esto fue aprovechado por distintas formaciones sociales, ya sea dentro del territorio musulmán (por las facciones que se enfrentaban al gobierno establecido), como por los mismos señores feudales. Así cada uno de los reinos Taifa que se generaron tuvieron la necesidad de defenderse tanto de los invasores del norte África como de las incursiones cristianas.
El tapial de la muralla que comprende nuestro estudio no es el clásico de "tierra", usado en muchas de las construcciones de nuestros pueblos, sino el que se conoce como "tapial de argamasa" ya que está conformado por cal, arena y guijarros. Los cajones (también denominados "hormas") son de un tamaño bastante uniforme. Habiéndose comprobado que su longitud oscila entre los 2,00 y los 2,25 metros de largo y la altura entre los 0,79 y 0,85 metros.
El tramo que nos ocupa contiene diez torres (contando como tales la puerta de la Macarena y la de Córdoba) que son macizas hasta la altura del camino de ronda y a partir de aquí disponen de cámaras. En esta zona superior de las torres, cambia el sistema constructivo predominando la fábrica de ladrillo. De hecho, las cubiertas de las cámaras son bóvedas de diversos tipos (cañón, esquifadas, vaídas, etc.).

La mayor parte de la zona de muralla que comprende nuestro análisis conserva los merlones del almenado del muro, incluyendo la coronación piramidal, pero al haber perdido el revestimiento de protección se puede observar claramente como se trata de adosados superpuestos, aunque todo parece indicar que se han realizado con materiales similares a los primitivos, macizando los huecos del almenado[4].

Toma de datos
Para realizar el análisis patológico, sobre todos los paramentos de la cerca y de la barbacana se han ido identificando las diferentes lesiones o sintomatología patológica observada y se han reflejado en un alzado murario a partir de una serie de grafismos. Este primer análisis permite visualizar la sintomatología del paramento en una primera y elemental aproximación, para proceder a posteriori a una profundización y estudio pormenorizado de los análisis específicos de cada caso.
También se ha realizado una ficha en la



que se explica la lesión, origen y circunstancias, como pueden ser la ubicación, la orientación, el nivel de exposición, etc., de manera que pueda disponerse del mayor número de datos posible para su posterior estudio.
La toma de datos se ha realizado con el apoyo de unas fichas de diagnóstico. La elaboración de las fichas se engloba dentro de la estrategia general del proyecto de investigación BIA2004-01092, por la que se trata de generar una catálogo de edificaciones construidas con técnica de tapial en la provincia de Sevilla.

En ellas se reflejan una serie de datos organizados en cuatro bloques temáticos, respondiendo cada uno a una ficha-diagnóstico diferente.

- Ficha nº 1. Corresponde a datos de carácter general que sirvan para clasificar el edificio y su entorno desde un punto de vista tipológico e histórico. Así mismo hace referencia a documentos gráficos adjuntos (fotografías, planimetría y ensayos de laboratorio). Cada ficha corresponde a un ejemplo edificado concreto y se identifica con unos códigos atendiendo a la localización geográfica y al tipo de edificio.
- Ficha nº 2. Analizamos aquí las características físicas de la fábrica de tapial como pueden ser dimensiones de los cajones, altura y grosor de muro y en caso tener ensayos, una descripción de la composición química, proporciones de materiales o granulometrías. Así mismo se clasifica el tipo de técnica constructiva de tapial utilizado.
- Ficha nº 3. Está destinada a las patologías y las lesiones de la fábrica. Siguen un patrón similar a las lesiones descritas en este artículo. Cada grupo de lesión identificado se relaciona con un documento fotográfico igualmente codificado.
- Ficha nº 4. Se describen propuestas de intervención y conservación propuestas, en caso de requerirlas.

FICHA DE DIAGNÓSTICO 3/4

DATOS GENERALES

Denominación | Código: SEMA 1

PATOLOGÍAS - LESIONES

LESIÓN	TIPO	FACTORES	FOTOGRAFÍAS
Humedades ☐	Absorción ☐ Filtración ☐ Condensación ☐		
	Comentarios:		
LESIÓN	**FACTORES**		**FOTOGRAFÍAS**
Pérdida masa ☐	Antigüedad ☐ Orientación ☐ Exposición ☐		
	Comentarios:		
LESIÓN	**TIPO**	**FACTORES**	**FOTOGRAFÍAS**
Erosiones ☐	Físicas ☐	Viento ☐ Agua ☐ Sol ☐	
	Químicas ☐	CO_2 ☐ Otros ☐	
	Comentarios:		
LESIÓN	**TIPO**		**FOTOGRAFÍAS**
Grietas (apertura > 1mm) ☐	Superficiales ☐ Muertas ☐ Estructurales ☐ Vivas ☐		
Fisuras (apertura > 1mm) ☐	Superficiales ☐ Muertas ☐ Estructurales ☐ Vivas ☐		
	Comentarios:		
LESIÓN	**TIPO**		**FOTOGRAFÍAS**
Eflorescencias ☐	Superficiales ☐ Internas ☐		
	Comentarios:		
LESIÓN	**TIPO**		**FOTOGRAFÍAS**
Suciedades ☐	Uniforme ☐ Adherida ☐ Localizada ☐ Costra ☐		
	Comentarios:		
LESIÓN	**TIPO**		**FOTOGRAFÍAS**
Biológicas ☐	Vegetales ☐ Animales ☐ Hongos ☐ ☐		
	Comentarios:		

Lesiones

Para realizar el análisis hemos considerado una acepción amplia del concepto de "lesión", partiendo de la base de que se trata de un síntoma patológico, en el que cabe cualquier tipo de alteración o pérdida, ya sea de tipo local o general, de las funciones propias del sistema constructivo, en sus diversos conceptos: estructural, de cerramiento y protección, decorativos, etc.

Por ello, en lo que a los síntomas patológicos se refiere, se ha decidido adoptar un grupo de lesiones genérico de los sistemas constructivos murarios y de cerramiento. Aunque lógicamente, hemos tenido en consideración los materiales elementales y los procedimientos de construcción usuales del tapial. También se ha decidido optar por plantear definiciones claras y diferenciadas, para facilitar el análisis.

En este sentido hemos estimado los siguientes tipos de lesiones:

- Las causadas por la humedad (de distinto origen)
- La pérdidas de masa y desprendimientos de materia
- Las erosiones
- Las grietas y fisuras
- Las eflorescencias
- Las causadas por la suciedad (de origen diverso)
- Las de causas biológicas
- Intervenciones posteriores.

1.- La humedad como origen de lesiones

Aunque la humedad en sí misma no puede ser considerada propiamente como una lesión, si es un síntoma importante de una presencia anómala de agua que puede suponer un riesgo potencial de deterioro del elemento constructivo y, sobre todo, esa agua que origina la humedad puede ser el origen de otras patologías.

En este sentido, para considerar la humedad como causa de alguna lesión en las fábricas de tapial, partimos de la base de que la presencia de agua es indeseada en ciertas zonas, épocas y períodos variables. Lógicamente nos referimos a agua en estado líquido, ya que en estado gaseoso no puede hablarse propiamente de humedad.

La aparición de la humedad en un paramento puede llevarnos, en general, a diversos estados patológicos como:

a) Ambiente inapropiado para cohesión de los materiales del tapial, especialmente en los casos de pérdidas de la protección de cal.

b) Alteraciones de las cualidades del paramento, al producirse disgregaciones, disociaciones y descomposiciones físicas, químicas y biológicas del tapial.

c) Efectos antiestéticos en los paramentos a causa de la aparición de manchas, abombamientos, cambios en textura y color, etc.

La aparición de manchas de humedad en un paramento de tapial es, con mucha frecuencia, causa de riesgo de deterioro potencial, al tratarse de un sistema constructivo basado en el proceso de fabricación de "tierra" compactada "in situ". En este aspecto es muy importante el contenido de cal, ya que a falta de esta y el aumento de la humedad, se puede originar la descomposición de la mezcla de tierra y árido y, consecuentemente, acelerar el proceso de deterioro. De ahí, como indicamos, la importancia del contenido de cal en la composición del tapial, especialmente, para hacer frente a daños cuyo origen está en cualquier tipo de humedad.

Aunque en la práctica, la persistencia de la humedad sobre las fábricas de tapial, es origen de otras lesiones incluso más graves, al comportar riesgos mayores para la fábrica, por la alteración de los componentes, los desprendimientos de material o los daños que puedan producirse en periodos de heladas.

Por ello, la protección frente a las inclemencias climatológicas es uno de los principales conceptos definidores del paramento usado como cerramiento. Por ejemplo, en el caso del análisis del sistema constructivo que estamos analizando, al tratarse de un muro de cerca defensiva que expone a los agentes atmosféricos ambos paramentos e incluso su coronación, el ataque del agua puede ser causa de lesiones que pueden llegar a deteriorar todo el sistema constructivo, especialmente en los casos en que se pierde su principal protección: el revestimiento de los paramentos.

En nuestro análisis, y teniendo como base la variedad de características que concurren en las fábricas de tapial, como pueden ser la capacidad de absorción de agua, la procedencia o la forma de extenderse el agua en la unidad constructiva, hemos distinguido los siguientes tipos de humedades por su origen:

A. Humedad por filtración.

Cuando el agua el agua pasa a través de los intersticios macroscópicos de un modo directo (por ejemplo fisuras o pérdidas de material en el paramento). Favorecen este paso, la acción de la gravedad y del viento. Como ejemplo podemos citar la entrada de agua de lluvia en el núcleo del tapial, por los espacios entre fisuras, o en zonas donde haya desaparecido la protección superficial. (Foto 1).



(Foto 1)

B. Humedad por absorción.

Se trata del agua que pasa a través de intersticios microscópicos del material. A este paso colabora la acción conjunta de fuerzas internas de tensión superficial y es independiente de la acción del viento o de la gravedad. Siendo determinante, sin embargo la capilaridad del material y la humedad exterior (foto 2). Un ejemplo de este fenómeno es la ascensión del agua desde la base de los muros en contacto con zonas húmedas (capilaridad).



(Foto 2)

C. Humedad por condensación

No es un tipo de humedad corriente en paramentos exteriores, ya que este tipo de humedad se produce al alcanzar el aire la temperatura de rocío, generalmente, sobre superficies frías, en las que se forman gotas de agua que se depositan sobre estas superficies y que debido a la adhesión mutua y a la gravedad se van agregando hasta formar mayores extensiones de humedad.

Sin embargo hemos considerado importante incluir esta tipología de humedad en los análisis, por tratarse de una patología compleja de analizar, especialmente en aquellos casos en los que la fábrica de tapial se emplea como elemento de cerramiento de la edificación. Es el caso, por ejemplo, de las cámaras localizadas en la torres de la muralla y en las que se han cerrado los vanos, aumentando las posibilidades de condensación.

Hemos de dejar constancia que en este tipo de humedad no existe una penetración o un transporte de agua, como en los casos anteriores, si no que se trata de un cambio de estado físico. Por eso, este tipo de humedad -por condensación- puede ser una causa de deterioro del paramento, ya que no afecta sólo a su superficie, sino que se puede dar en los intersticios de los elementos si en éstos se alcanza la temperatura de rocío.

1.1. Análisis metodológico

Para analizar el fenómeno de la humedad en los paramentos de tapial, hemos de tener presente que estos tipos descritos anteriormente, no siempre son fáciles de determinar, al menos con una claridad sintomática que permita su rápida identificación. Más bien podríamos decir lo contrario, ya que frecuentemente se dan varias causas a la vez y, por ejemplo, una humedad que tiene su origen en una filtración, es seguida de una absorción por los distintos materiales, con lo que, a su vez, puede enfriar el elemento constructivo en el que se localiza, con lo que se favorece una posible condensación.

Por ello hemos de prestar gran atención a la investigación sintomática y científica que permita llegar al origen de la lesión. Esta sería la causa que precisa de reparación, como primer paso, aunque también fuese necesario reparar las lesiones originadas en el paramento, por el resto de las causas. Para ello es indispensable seguir procesos de análisis lógicos, en los que conviene tener en cuenta la mayor cantidad de datos posibles, como por ejemplo:

a) En los casos de humedad por filtraciones, se debe establecer, del mejor modo posible, la relación causa-efecto, a partir de la investigación de los hechos o las circunstancias concurrentes, tanto antes como después de la aparición de la lesión. Establecer el carácter periódico o permanente; la relación con fenómenos naturales o no naturales. Las filtraciones en las zonas bajas de los edificios tienen su origen más común en pérdidas de conducciones (tanto de redes de agua limpia a presión como redes potables, zonas de riegos, etc.), como de agua limpia sin presión (recogidas de pluviales, depósitos...) y, por supuesto agua sucia (alcantarillado). No hay que olvidar que aunque las filtraciones de agua tienen, en general, un carácter muy localizado, no es extraño que se produzcan difusiones.

b) En los casos de humedad por absorción, lo más común es que tenga su origen en un foco húmedo o que proceda de una filtración anterior. En este caso es necesario analizar su extensión y su trayectoria, ya que estas dependerán de la capilaridad de los componentes del tapial, pudiendo admitir más cantidad de agua según la superficie expuesta y de la posibilidad que tenga de secarse desde el interior.

En estos casos, el agua que aparece en la superficie, se encuentra retenida entre los gránulos y la posibilidad de su paso al interior del muro dependerá de la facilidad de penetración a causa de la superficie específica de gránulos del tapial o por los sucesivos estados de humedad y sequedad del muro.

Este tipo de humedades aparece con bastante frecuencia en las zonas bajas de los muro y, sobre todo, cuando el nivel freático afecta a los cimientos. La extensión y trayectoria de la lesión no es arbitraria ya que guarda relación con la porosidad de las fábricas, con la ventilación de los paramentos y, como hemos indicado, con los niveles freáticos del suelo.

El ascenso del agua por capilaridad depende de la estructura celular de la “tierra” compone el tapial, ya que esta puede ser abierta (capilares), cerrada (burbujas) o mixta, siendo la primera la más desfavorable. El agua asciende hasta que el incremento de peso de las micro-columnas es capaz de contrarrestar la resultante activa de las fuerzas intersticiales. Para hacernos una idea, damos como referencia los siguientes datos:

Para 1 mm. de diámetro el agua sube 15 mm.
Para 0,01 mm. de diámetro el agua sube 15.000 mm.
Para 0,0001 mm. de diámetro el agua sube 150.000 mm.

El entorno urbano inmediato puede ser también un factor a tener en cuenta. Las murallas se construyeron rodeadas de una escasa o nula pavimentación, y en cualquier caso era bastante permeable al vapor. Con la llegada de los pavimento con base asfáltica (mucho más impermeables) se varían las rutas de intercambio de humedad, haciendo que la vía con menos resistencia al paso del vapor sea la propia masa del muro, lo que evidentemente ayuda a la aparición de nuevas sintomatologías.

c) Y en cuanto a lo que se refiere a la humedad por condensación, ya hemos avanzado que se trata de una lesión poco usual en los paramentos como el que se estudia en el presente análisis, pero no por ello pierde su carácter de patología a considerar.
En el aire del ambiente hay siempre una proporción de vapor de agua variable. Las cámaras que se pueden localizar en la muralla se encuentra por lo general cerradas entre paredes de tapial, y pueden verse afectadas por la evaporación natural del ambiente a causa de estos intercambios de humedad que hacen variar estos niveles de humedad relativa. La producción de vapor dependerá lógicamente de las estancias (p.e. de las condiciones de su interior, etc.), que harán variable la disipación del vapor en su volumen de aire. En cualquier caso, una condensación en el interior de los muros de tapial puede dar origen al entumecimiento de los materiales, produciendo variaciones dimensionales.
Así pues, es importante tener presente que para el control de las condensaciones habrá que tener en cuenta las posibles fuentes de humedad. En los casos de estancias habitadas es especialmente importante: la ventilación adecuada (continua y suave, o brusca y rápida, manteniendo la inercia del cerramiento), la temperatura adecuada para el interior, y la estanquidad y el aislamiento del tapial.
No obstante lo anterior, también conviene tener presente que el vapor de agua se difunde a través de los materiales, entre sus capas, ofreciendo mayor riesgo los cerramientos en contactos con ambientes más fríos. Por esta causa, cuando el cerramiento de tapial se utiliza con función de aislamiento térmico –o de control de la temperatura- es muy importante, para que no pierda su función, controlar la diferencia de presiones de vapor, interponiendo barreras que mantengan el vapor de agua en las caras que no han alcanzado la temperatura de rocío.

1.2. Prevención y reparación

Lógicamente cada caso analizado requerirá su estudio y, por consiguiente, requerirá una solución particular. No obstante, se puede llegar a generalizar una serie de reparaciones de algunas lesiones, también de carácter más general, originadas por la humedad.

Clase de humedad	Causas probables	Posibles reparaciones
Filtración generalizada en planos horizontales	Materiales de coronación del muro disgregados	Reparar sus juntas o impermeabilizar la superficie
	Insuficiente pendiente	Mayoral la pendiente. Impermeabilización bajo la capa de protección
Filtración generalizada en planos horizontales	Materiales excesivamente permeables o porosos	Revestimiento continuo impermeable aunque transpirable
Filtración generalizada en planos verticales	Pérdida del revestimiento de protección	Sustituirlo con un revestimiento permeable pero transpirable
Filtración lineal	Por fisuras y/o grietas	Revisar la estructura y sus juntas. Recubrir las uniones
Absorción generalizada y/o localizada	Excesiva permeabilidad de la fábrica	Protección con revestimiento superficial
	Excesiva porosidad de la fábrica	Protecciones en el seno de la masa (aditivos hidrófugos) Creación de barreras capilares
	Imbibición permanente de la fábrica	Sistemas de desecación continua

2. Pérdidas de masa y desprendimiento de material

En esta ocasión se trata de una lesión bastante frecuente en las fábricas de tapial, consistente en la separación de los componentes que conforman la masa de "tierra, árido y cal" compactada en los cajones.

La consecuencia de esta lesión es doble; por un lado el detrimento estético del paramento y por otro el deterioro de la fábrica con efectos estructurales y de pérdida de resistencia y protección.

Los desprendimientos de la masa de tapial suelen ser consecuencia de una mala ejecución. Bien por el empleo de materiales de baja calidad, bien por defectos del proceso constructivo. Aunque en la época actual en la que los muros de tapial están expuestos a mayores agresiones de tipo ambiental, también influye la falta de mantenimiento (foto 3).

Como datos de interés para el análisis de la lesión, además de los reseñados, es interesante hacer referencia a otras circunstancias, como son:

- la antigüedad de la fábrica
- la orientación del paramento lesionado
- la exposición

La antigüedad es un factor a considerar porque está muy relacionado con la pérdida de las características intrínsecas de los materiales. La cohesión entre la tierra, la cal y los áridos, va disminuyendo, en gran parte debido a procesos de erosión causada por diversos agentes, entre los que cabe destacar los atmosféricos.



(Foto 3)

La orientación es importante por su relación con estos agentes atmosféricos mencionados anteriormente, lo que puede influir en cambios bruscos de la temperatura del paramento, la mayor incidencia del agua de la lluvia… Aunque ya hemos hablado de que el agua de lluvia puede producir lesiones sobre la fábrica de tapial por su acumulación en ciertas zonas, en pequeñas cantidades va debilitando la adherencia entre los materiales y si a esto le añadimos el efecto de la helada, tendremos un factor muy importante de cara a la lesión de desprendimiento de masa.

Y en cuanto a la exposición, va muy ligada a la propia orientación, pero puede afectar a todo el paramento de la fábrica de tapial o solo a parte de ella; cuanto mayor sea el grado de exposición menos protegido quedará el paramento del ataque de los agentes externos.

Así, tenemos, que en el grado de exposición pueden influir varios factores. Desde la proximidad de otras edificaciones debido al ancho de las calles o bien a la altura de la zona afectada. En este sentido las zonas de las fábricas de tapial situadas al ras del suelo suelen estar sometidas a agresiones de tipo mecánico, originadas por factores humanos, salpicaduras del agua de la calzada, etc. Otros factores son la ubicación de la fábrica de tapial en la edificación: en el centro de la fachada, en las esquinas, protegido por otros elementos de tipo arquitectónico, etc.

La solución constructiva para reparar este tipo de lesiones pasa necesariamente por eliminar la capa de tapial en contacto con el exterior hasta llegar a encontrar parte de la masa de árido, la limpieza de este manteniendo rugosa la superficie para facilitar la adherencia del material de reparación y reparar con un hormigón de similares características al existente.

La recuperación de la masa interesa aplicarla en varias capas, a modo de revoco, de manera que en las primeras predomine el árido grueso y en las finales el fino. Hay que tener presente que el proceso constructivo de la reparación no puede ser similar al de la ejecución del tapial, salvo que la perdida de masa sea tal que permita la compactación por tongadas. Aunque en este caso más que de perdida de masa, estaríamos hablando de recrecido o recuperación del muro.

También hay que tener presente el contenido de cal del tapial a reparar, ya que un a riqueza excesiva de cal en el mortero de reparación puede ser contraproducente al ser más fuerte el revestimiento que la base. En algunos casos, bien por deficiencias del material o por tratarse de grandes pérdidas de masa, suele optarse también por el empleo de armaduras de fibra para el anclaje.

3.- Erosiones

A diferencia de la pérdida de masa o desprendimiento de material, la erosión se considera una lesión que está originada por agentes externos, consistente en el arrastre o la destrucción de los materiales del muro, provocando la desaparición progresiva de los mismos.

En este caso, por tanto, se trata de un proceso de alteración natural debido a los agentes atmosféricos, de manera que la alteración se produce de manera lenta. No obstante o anterior, en los últimos tiempos se ha comprobado como ciertos muros, expuestos al exterior, han sufrido alteraciones de manera más rápida de lo habitual. Esta aceleración es debida al aumento de agresividad de las atmósferas urbanas e industriales, cada vez más contaminadas.

Generalmente, para analizar esta lesión, es necesario tener en cuenta dos tipos de factores:

- Los intrínsecos del material; es decir las características físicas y químicas del mismo. En este sentido es corriente encontrar marcas de erosiones en franjas horizontales cuando el espesor de las tongadas es excesivo (superior a 10 cm) y provocando poca compactación en las capa inferiores (Maldonado, 1997) (fotos 4 y 5).



(Foto 4)



(Foto 5)

- Los ambientales. Por lo general agentes naturales como: el agua, sol, viento y organismos vivos, y la contaminación de la atmósfera de la zona donde se ubica el muro.

Además de lo anterior, también es corriente considerar como lesión por erosión en los muros, la desaparición del material a causa de: la fuerza de la gravedad, la originada por el desgaste del agua o el viento y la erosión biológica, originada por organismos vivos. En nuestro análisis, trataremos este tipo de erosión por separado.

Es de destacar que cuando se observe este tipo de lesiones en los muros habrá que determinar si la causa es simplemente física; es decir, si se han producido cambios en la forma paro no alteraciones en la composición química de los elementos. O si en cambio se han producido reacciones en la composición mineralógica de os materiales.

En el caso de las erosiones que producen alteraciones físicas tenemos: el agua, el viento y el sol. La diferencia entre una lesión ligada a la humedad (analizada en el punto 1) de una lesión por erosión causada por el agua, es que en esta última deben observarse los efectos mecánicos del agua de lluvia sobre el paramento, desprendiendo y arrastrando las partículas de material (foto 6).

También se considera erosión si se trata de un efecto disolvente, como ocurre cuando las sales solubles originan tensiones internas en el material, pudiendo llegar a la destrucción del mismo (alteración física y química).

En el caso del viento, su acción es puramente mecánica. El viento puede transportar partículas que lanza contra el paramento, desgastando la superficie, o arrastrar las partículas ya disgregadas por una acción anterior.



(Foto 6)

Y en cuanto al sol, el calentamiento de los muros produce cambios térmicos y, como veremos más adelante, estos cambios se traducen en alteraciones de volumen que originan tensiones internas y las consiguientes fisuras, que facilitan una posterior erosión. También conviene señalar que el sol, al elevar la temperatura en el paramento, modifica la humedad de los poros de la masa contribuyendo a acelerar ciertas reacciones químicas.

En cuanto a las erosiones por alteraciones químicas, la más común que se da en la zona de la ciudad donde se ubica la muralla, es la producida por el dióxido de carbono (CO_2) procedente del tráfico rodado. Como es sabido el dióxido de carbono convierte en ácida el agua de lluvia, lo que incrementa la velocidad de disolución de cierto tipo de rocas (calizas, calcáreas, etc.). Si el tapial contiene este tipo de material como árido y se encuentra en el exterior del paramento, podremos comprobar que se han convertido en piedras sumamente porosas y en malas condiciones para seguir resistiendo la agresividad exterior. Otras veces la evaporación del agua, en el exterior, da lugar a concreciones al depositarse el carbonato de calcio. Estas acciones están limitadas a los muros que están construidos con materiales que contienen carbonato cálcico y carbonato magnésico.

4.- Grietas y fisuras

Nos referimos a grietas y fisuras cuando se trata de aberturas de tipo longitudinal en el paramento, que ponen de manifiesto un comportamiento inadecuado del elemento constructivo. Se habla de fisuras cuando el ancho de su abertura es inferior al milímetro y de grietas cuando supera esta dimensión.

Tanto las fisuras (foto 7) como las grietas tienen su origen en patología relacionada con el funcionamiento estructural de la fábrica. Las fisuras pueden incluso subdividirse, en función de su movilidad, en: fisuras “muertas”, que son aquellas que no suelen afectar a la integridad del elemento constructivo, y fisuras “vivas”, cuando van aumentando o disminuyendo su anchura por efectos de las acciones a que está sometido el muro (térmicas, por asiento, por acciones gravitatorias, etc.). Mientras que las grietas son causa de patología que afecta estructuralmente al muro, al fallar la respuesta del mismo a las exigencias de resistencia o



(Foto 7)

elasticidad a que se encuentra sometido, llegando a dañar elementos constructivos e incuso provocando pérdidas de su integridad.
Sin embargo, a pesar de la simplicidad de la definición de fisuras y grietas, su análisis patológico puede resulta complejo, ya que la falta de respuesta de un muro a las acciones a las que está sometido, no siempre tiene un claro origen. En este sentido, para analizar las fisuras y las grietas que aparecen en una fábrica de tapial conviene tener presente que estas pueden tener su origen en:

a) Acciones durante el proceso constructivo
b) Acciones gravitatorias
c) Acciones horizontales
d) Acciones térmicas

a) Acciones durante el proceso constructivo

Durante el proceso de ejecución del tapial, este puede verse sometido a acciones externas no previstas, como golpes en el desencofrado de los cajones, apareciendo fisuras que, inicialmente son ocultadas por el revestimiento de cal pero que persisten en la masa interior, “dando la cara” con la pérdida del revestimiento. También durante el proceso una mala ejecución, por la desecación acelerada del agua de la masa o juntas defectuosas, puede quedar como fisuras en el paramento.

b) Acciones gravitatorias

En general todas las cargas verticales suelen ser consideradas en el cálculo del muro. Sin embargo alguna sobrecarga imprevista o la propia incapacidad del muro de tapial para asumir los esfuerzos previstos en el proyecto, someterá a los materiales a tensiones que provoquen distintos esfuerzos.
Sin pretender entraren un análisis exhaustivo de este tipo de fisuras, vamos a indicar unos criterios generales de conformación de las fisuras por cargas gravitatorias en función de las tensiones que las originan:

- Las tensiones de tracción suelen provocar fisuras perpendiculares al esfuerzo
- Las tensiones de compresión provocan fisuras paralelas al esfuerzo, que puede llegar a ser curvas si existe un momento flector
- Las tensiones de flexión originan fisuras perpendiculares e inclinadas, según la proximidad de la carga al apoyo. Suelen disminuir al acercarse a la fibra neutra.
- Las de cortante aparecen en número importante cerca de los apoyos y, generalmente, según diagonales.
- También pueden aparecer en los muros fisuras originadas por pandeo, que puede decirse que es un caso particular de flexión. Estas fisuras pueden confundirse con las de tracción, al ser horizontales, pero se dan en mayor número y cerca de los huecos.

Una acción que puede provocar fisuras y que podemos incluir dentro de las acciones verticales, aunque tiene su propia identidad es el “asiento diferencial”. En este caso no se trata de incapacidad del muro, sino del descenso del nivel de la capa del terreno en que este asienta, como consecuencia de la diferente compresión de los materiales que lo componen. La estabilidad del terreno pierde su resistencia al corte y, en función de la naturaleza de las partículas de los materiales que lo componen, puede variar la cohesión de las mismas y verse modificado su rozamiento (foto 8).



(Foto 8)

Cuando se analice una fisura que se sospeche que su origen es el asiento diferencial, debe tenerse presente que la fisura es más ancha en la parte superior del muro, ya que está originada por un desplazamiento del nivel de los cimientos a través de un mecanismo que distorsiona, con esfuerzos de tracción, la cabecera de los muros. Además, siguiendo el punto (o en su caso la línea) de descenso de la cimentación, la fisura se desarrolla en forma de parábola, al haber perdido su apoyo los elementos flexionados, con lo que se produce una pérdida del monolitismo de la masa material que conforma el muro. Por esta razón, estas fisuras se hacen más patentes en las zonas donde existen vanos. Cuando el giro es importante, se produce un desplazamiento de la resultante de las masas y se redistribuyen las cargas verticales, pudiendo incluso causar el aplastamiento de las zonas más solicitadas.

c) Acciones horizontales

Estas acciones son debidas principalmente a los efectos del viento, el sismo y, ocasionalmente, impactos.

En las estructuras entramadas se encomienda a los muros de fachada la absorción de los empujes originados por el viento de manera que puedan trasladarlos a la estructura que se encargará de llevarlos hasta la cimentación. Sin embargo, en el caso de las construcciones de tapial, son estos elementos los que deben hacer frente a este tipo de esfuerzos.

Lógicamente la presión, debida al viento, que debe soportar un muro de tapial es función de la altura del mismo, del grado de exposición según su situación geográfica y de la configuración de su superficie.

El caso del sismo, es un factor a tener presente en algunas zonas de España, ya que las construcciones de tapial no tienen un carácter monolítico.

Y en lo referente a “choques” considerados como otro tipo de esfuerzo horizontal, es claro que gran parte de los deterioros de los muros, relacionados con desconchones y desprendimientos de materia en zonas bajas, son debidos a choques violentos.

d) Acciones térmicas

En este caso se trata de movimientos propios del muro de tapial originados por las dilataciones y contracciones, bien a causa de la temperatura, por el humedecimiento, la retracción, etc.

Las construcciones de tapial no suelen ir provistas de juntas de dilatación o retracción y, por lo general, su masa suele absorber las tensiones interiores de compresión y tracción. Sin embargo, en los casos de “hormigones” de gran compacidad, demasiada finura de la tierra o vínculos que impidan el libre movimiento, podemos encontrarnos con ciertas tensiones que comenzarán produciendo figuraciones en el muro, facilitando las infiltraciones de agua y, en definitiva, deterioros mayores.

Para hacernos una idea de la situación en que nos encontramos en estos casos con los muros de tapial, podemos indicar la dilatación térmica ($x10^{-6}$/ºC) de algunos materiales:

- áridos de grava 11,7
- áridos de caliza 6,0
- ladrillo-arcilla entre 4,0 y 8,0
- piedra caliza entre 3,0 a 4,0
- piedra arenisca entre 5,0 a 12,0

Aunque tal vez más interesante sea el estudio de los efectos de las retracciones en los muros de tapial. Ya que la pérdida de agua de su masa, puede originar variación en las tensiones superficiales de los componentes. También el agua puede originar reacciones químicas en la masa de tapial, que modifique la estructura cristalina de la materia, siendo el origen de variaciones dimensionales, en muchos casos reversibles. Así, por ejemplo, los tapiales que abusan de materiales cerámicos en su masa, pueden sufrir un aumento de volumen diferido. La pérdida de impermeabilización de las superficies de los muros de tapial, puede acelerar estos efectos patológicos.

Podemos realizar una aproximación al comportamiento del tapial frente a las acciones higrotérmicas, aunque manejando conceptos muy generales.

En primer lugar, durante la fase de vida útil de un muro de tapial, las variaciones de la humedad se deben: al agua como componente básico en su construcción, al agua libre o capilar y al agua de absorción. Y las fisuras por retracción se originan por la pérdida de agua de su masa. De ahí que cuando un muro de tapial permanece en ambiente húmedo, puede sufrir ligeros hinchamientos o incluso valores sensiblemente importantes cuando su masa es muy porosa. Mientras que si el ambiente es muy seco, puede perder toda el agua capilar y absorbida.

5.- Eflorescencias

Las eflorescencias en un muro de fábrica se producen en la superficie del mismo, causadas por las sales que llegan en forma de disolución y se re-cristalizan, originando manchas, generalmente de tonalidades blancas.

Los síntomas patológicos son más propios en los muros construidos con materiales porosos como ladrillo, piedra, hormigón, morteros, etc. Además, para que aparezcan las eflorescencias es necesaria la presencia de sales en disolución. Aunque estas sales no necesariamente deben proceder de los mismos materiales, ya que pueden provenir de otros en contacto con ellos, del terreno, o bien haber sido producidas por reacciones químicas. Posteriormente son transportadas por el agua a través de los intersticios hasta que se produce la re-cristalización, lo que puede suceder en la superficie o en el interior de la masa, dependiendo de la naturaleza de las sales, de la porosidad de los materiales y de las condiciones de evaporación.

El resultado es la aparición de manchas que afean el aspecto exterior de los muros (foto 9), pudiendo incluso llagar a deteriorarlos si se produce el fenómeno en su interior. Es lo que se conoce con el nombre de “criptoflorescencias”.



(Foto 9)

Las eflorescencias (externas) son las más comunes y aparecen en la superficie del cerramiento donde re-cristalizan las sales, mientras que las segundas se originan en el interior de la masa del muro, aunque próximas a la superficie, teniendo como consecuencia el desprendimiento de las capas superficiales, debido al aumento de volumen de las sales al cristalizar.

En el caso de los muros de tapial no suele ser extraño encontrarse con este tipo de eflorescencias, ya que aunque si bien dependen del tipo de sal que se precipita sin contacto con el exterior, se suelen producir en oquedades internas del muro, cerca de la superficie, lo que facilita la evaporación del agua y la cristalización de la sal. Estas oquedades pueden ser debidas a defectos de ejecución del tapial, por inadecuados procesos de compactación de las tongadas.

Como hemos indicado, los agentes que producen esta lesión son, básicamente, el agua y las sales o, más exactamente, su disolución y el posterior arrastre de éstas hacia el exterior.

Al analizar la lesión de humedades, ya hemos hecho referencia a que la procedencia del agua puede ser muy variada, pudiendo distinguirse entre:

- *Agua de construcción,* o agua utilizada en el proceso de realización del tapial, que puede salir al exterior a medida que se seca el muro. En ocasiones este tipo de eflorescencias es inevitable y, naturalmente aparecen a las semanas de la construcción del muro, pero va desapareciendo con el tiempo o e sistema de revestimiento y no vuelve a aparecer.
- *Agua de lluvia,* infiltrada desde el exterior, como ya hemos indicado bien por absorción, debido a la porosidad de los materiales, bien por grietas y fisuras, siguiendo un recorrido de ida y vuelta según los períodos húmedos y secos. Este tipo de eflorescencias es difícil de solucionar al ser de carácter periódico.
- *Vapor de agua.* Ya hemos hecho referencia al tema del vapor de agua, por lo que solo se producen en casos de hémelo del tapial como muros de cerramiento de locales con dificultades de aislamiento térmico.
- *Agua accidental.* Llamamos así a la procedente de las roturas de canalizaciones. De producirse la eflorescencia suele detectarse el origen de la lesión con facilidad.

En cuanto a las sales, las más comunes en los problemas de eflorescencias son los sulfatos de calcio, de magnesio, de sodio y de potasio, aunque existen otras sales que actúan de forma más ocasional, dependiendo de su procedencia.

En el caso de los tapiales que emplean materiales cerámicos como áridos, podemos encontrarnos con sulfatos procedentes del ataque de los óxidos de azufre y del oxígeno. Según el tipo de árido que se emplee en la masa, pueden aparecer cloruros, sulfatos o carbonatos. Por ejemplo, en las piedras de tipo sedimentario pueden estar presentes ya las sales, pero generalmente proceden de la descomposición de las mismas y la lesión deriva hacia la erosión.

También es frecuente que las sales procedan del *terreno,* generalmente de sustancias orgánicas como los nitratos de sodio y potasio y, lógicamente de la atmósfera, como sucede cuando nos encontramos cerca de un ambiente marino donde la humedad puede transportar los cloruros, o en las ciudades con excesiva polución ambiental.

6.- Suciedades

La suciedad de los muros de fachada de una edificación, es la consecuencia de la acumulación de partículas de polvo de la atmósfera, o de otros elementos en suspensión en el aire que está en contacto, sobre la superficie de la misma.

Lógicamente esta acumulación de partículas se verá favorecida por la mayor cantidad de partículas en suspensión en la atmósfera y cuanto mayor sea la porosidad de la fachada. En consecuencia nos encontramos con una lesión que claramente puede afectar a los muros de tapial y, especialmente a los que son objeto de nuestro análisis, dada su ubicación y exposición.

Sin embargo, no son sólo estos los únicos factores que intervienen, por lo que vamos a profundizar algo más en el análisis de esta lesión.

A) Proceso de desarrollo

El proceso de ensuciamiento de un muro se produce cuando se van depositando sobre las superficies de sus paramentos las partículas en suspensión en el aire. Estas pueden ser de polvo atmosférico o de tipo mineral, generalmente provenientes de los óxidos de la combustión de diferentes productos. Una vez que se han depositado en la superficie de las fachadas, son retenidas sobre ellas gracias a la tensión superficial que se crea, o simplemente como consecuencia de la rugosidad del paramento, que establece plataformas horizontales microscópicas donde se pueden alojar las partículas. Esa tensión superficial crece con la humedad por lo que, cuanto mayor sea ésta, mayor será la acumulación de partículas. Pero si la humedad es intensa, como en el caso de que aparezca la lluvia, el

agua, por efecto de capilaridad, tiende a introducirse en los poros superficiales de la fachada, arrastrando consigo las partículas que se habían alojado en la superficie exterior, y lo hará tanto más cuanto mayor sea el efecto de capilaridad y mayor sea la presión de agua desde el exterior.

Cuando el agua se evapora, las partículas permanecen dentro de los poros, produciendo la suciedad aparente, que llega a hacerse visible cuando los poros se colmatan.

Ahora bien, cuando la fuerza de arrastre del agua por la superficie es importante, bien porque la intensidad de lluvia es mayor, bien porque la inclinación de la superficie de la fachada así lo facilita, se anula el efecto de capilaridad y las partículas son arrastradas por el agua que escurre hacia abajo, evitando el ensuciamiento y produciendo, incluso, el lavado de partes de la superficie por eliminación de partículas depositadas.

Una vez que se llega de nuevo al reposo, al disminuir la escorrentía del agua, la acumulación de partículas arrastradas y la permanencia del agua facilitan de nuevo el efecto de capilaridad con arrastre de gran cantidad de partículas al interior de los poros y, por lo tanto, un efecto de ensuciamiento localizado, formándose los conocidos “chorretones” (foto 10).



(Foto 10)

Como veremos, este cambio de velocidad del agua de arrastre no se produce sólo por efecto de variación de la intensidad de la lluvia, sino también por los cambios de inclinación de la superficie, obstáculos de fachada, etc.

B) Causas

Vamos a referirnos básicamente a las partículas contaminantes de la atmósfera como causas que originan la lesión, ya que las partículas de tipo orgánico que también pueden ser consideradas como un tipo de suciedad en las fachadas, nosotros las analizamos en el apartado de “patologías de origen biológico”. En el caso de una ciudad como Sevilla, las partículas contaminantes pueden proceder básicamente: del polvo atmosférico y del tráfico rodado. No es usual encontrar partículas procedentes de las calefacciones y tampoco, por la zona donde se encuentra ubicada la muralla, vamos a considerar las partículas contaminantes que puedan proceder de la industria.

a) Polvo de la atmósfera

Se trata de elementos sólidos, de forma, estructura y densidad variables, que se hayan dispersos en el aire con tamaños de partículas comprendidos entre 0,1 y 1000 um[5].

Suelen comprender, tanto constituyentes inorgánicos (arena, hollín, cenizas y otros) como orgánicos (semillas, polen, etc.).

b) Polvo procedente del tráfico rodado

Como consecuencia de la combustión de los motores de los vehículos (foto 11) se producen los siguientes compuestos, que pueden pasar a formar parte del polvo atmosférico y que varían según el tipo de carburante:

- Monóxido de Carbono (CO).
- Compuestos diversos del plomo.
- Hidrocarburos.

c) Polvo de la combustión de las calefacciones

Es de destacar que, en lagunas ciudades, los derivados de la combustión de calderas para calefacciones pueden llegar a constituir el 50% de los contaminantes atmosféricos en una zona urbana. Los más importantes son:

- Oxido de Carbono (CO).
- Compuestos Sulfurados.
- Compuestos Nitrogenados.
- Hidrocarburos.
- Hollines.
- Cenizas.



(Foto 11)

C) Agentes

Ya hemos hecho referencia a los agentes que intervienen en el proceso, básicamente el agua y el viento. Pero también influyen la composición del tapial y la rugosidad y la geometría del paramento. De ahí la importancia que tienen las reparaciones de los paramentos de tapial cuando este va perdiendo su revestimiento de protección.

Pero queremos hacer incidencia en la geometría del paramento, ya que la suciedad debida a la contaminación atmosférica no se puede evitar pero si podemos tratar de que el ensuciamiento del paramento sea lo más uniforme posible para que el aspecto no se vea alterado sustancialmente.

En primer lugar, en los paramentos horizontales o con una ligera inclinación, será más fácil el depósito de las partículas y más difícil el lavado producido por la lluvia.

En los paramentos verticales, el depósito de las partículas dependerá de su rugosidad, mientras que el producido por tensión superficial permanecerá constante. Por otro lado, sin embargo, el efecto del lavado del agua de lluvia es prácticamente inverso. En un plano inclinado hacia arriba las gotas inciden más perpendicularmente y, por tanto, el efecto de lavado por lluvia es mayor, mientras que en el inclinado hacia abajo, el agua de lluvia sólo llega por escorrentía del plano vertical superior y, por tanto, muy despacio, produciendo un lavado casi nulo.

En definitiva, en un plano inclinado hacia arriba el depósito de suciedad será mayor, por lo que en zonas de alta humedad relativa se podrá producir ensuciamiento con más facilidad y éste será uniforme. Sin embargo la lluvia producirá un lavado más enérgico arrastrando las partículas hacia el plano siguiente, que normalmente será vertical.

Un plano inclinado hacia abajo apenas recibirá depósito de partículas, pero tampoco sufrirá lavado por la lluvia, mientras que sí le llegará por escorrentía el agua cargada de partículas del plano superior. Como quiera que la velocidad del agua disminuye por efecto de la tensión superficial, las partículas encontrarán mayor facilidad para su entrada por arrastre en los poros del material y el ensuciamiento final será mayor. Pero el problema más grave no es sólo el ensuciamiento, sino su poca uniformidad, debido a que el agua tiende a caer en “chorretones” y la suciedad penetra con la misma forma, apareciendo finalmente dibujadas las líneas de suciedad que afean el paramento.

En cuanto al plano vertical, la acumulación de partículas es intermedia y el efecto de lavado suele ser bueno ya que la lluvia normalmente cae con cierta inclinación (suele aceptarse alrededor del 10 %). Además tenemos el efecto del viento que, cuanto más expuesta sea la fachada, más horizontalidad la da a la incidencia del agua y, por tanto, el efecto de lavado es más eficaz.

D) Prevención, corrección de las lesiones y mantenimiento
Ya hemos mencionado que la suciedad es, en principio, inevitable. Pero que debemos procurar que sea lo más uniforme posible para que afecte por igual a todo el paramento de fachada y evitar el aspecto de conjunto desagradable.

Y en lo que se refiere al mantenimiento ya hemos indicado de la necesidad de mantener apropiadamente protegidos los paramentos del tapial, especialmente si se encuentran en zonas urbanas. Una solución práctica puede ser acabar el tratamiento de protección con un inhibidor del polvo y suciedad. Se debe de tratar de hidrofugar, no de impermeabilizar o crear barrera de poros cerrados, ya que estos impedirán la respiración del muro.

Desde nuestro punto de vista es desaconsejable utilizar para los muros de tapial productos como resinas, ésteres de silicota, poliéster, clorocaucho, etc. Y utilizar productos ligados al carbonato cálcico, procurando, sobre todo mantener en la superficie los valores del pH de los materiales (generalmente entre 7 y 9).

7.- Biológicas
En este apartado no referimos básicamente a la suciedad de los paramentos del muro de tapial originada por partículas contaminantes de tipo orgánico. Se trata en realidad de la aparición de mohos y de hongos en las superficies de los paramentos de los muros, en condiciones de humedad continuada y con poco soleamiento, que conviene analizar aunque sea de manera breve, al afectar a zonas de la muralla de nuestro análisis.


(Foto 12)

Los mohos son organismos vivos microscópicos de origen vegetal que se agrupan en: mucus o líquenes y ascomicetes. Se adhieren a las superpies porosas y rugosas especialmente cuando ofrecen un grado de humedad apto ara su crecimiento. Por ello, la orientación y exposición son factores clave.

Puede presentar tonalidades variables en colores blanco, rosado, verdoso y pardo (foto 12) y cuando se originan en locales cerrados, además, presentan abundante producción de gases perceptible por el olfato.

Además de la rugosidad y los resaltos al exterior, favorece el establecimiento de este tipo de colonias la existencia de tierra acumulada en ciertas zonas del muro. Por otra parte, también el polvo atmosférico contienen suficientes microorganismos como para permitir la aparición de hongos en cuanto la humedad sea la adecuada.
Su efecto puede ser considerado como lesión de ensuciamiento ya que se originan manchas de color (verdoso o pardo) (foto 12) localizadas en las fachadas orientadas al norte o en rincones umbríos. De ahí que su prevención pase por el estudio de la orientación y el estudio del material para las fachadas que no puedan tener un adecuado soleamiento.

Su desaparición pasa por la necesidad de una limpieza profunda del paramento y la aplicación de productos funguicidas. Aunque estos tienen una duración limitada, por lo que deben aplicarse a partir de un programa de mantenimiento.



También son de origen biológico las lesiones provocadas por organismos vegetales o animales. La vegetación aprovecha zonas en las que la humedad es mayor, bien sea por que se ofrece una superficie

donde se acumula agua o por que el paramento, debido a su orientación o situación, se mantiene especialmente húmedo. Las grietas o fisuras, sobre todo en las zonas mencionadas suelen ser lugares apropiados para la aparición de plantas, agravando la situación, ya que la acción penetrante de las raíces beneficia la filtración de más agua, y la disolución de la masa interna del muro (foto 13). Para eliminarlos se pueden aplicar herbicidas totales para secar todo tipo de vegetación, teniendo en cuenta que son compuestos químicos muy contaminantes. Posteriormente limpiar la superficie y protegerla ante la acumulación incontrolada de agua.

La actividad de diversas especies animales como aves o roedores pueden perjudicar a largo plazo lesiones ya existentes como oquedades producidas por pérdidas de masa o propias de paramento.

Agradecimientos
Este trabajo se engloba dentro de las actividades marcadas por el Proyecto de Investigación denominado como BIA2004-01092, inscrito en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia de España.

CITAS Y NOTAS

1 En cuanto a los espesores, el muro tiene entorno a 1,70m y la barbacana 0,55m. En lo concerniente a las técnicas, las agujas no pueden ser pasantes y se usan medias agujas y los codales se sustituyeron seguramente por tirantes (López, 1999).

[2] Buen ejemplo de ello lo tenemos, además de en la cerca Sevillana, en la muralla de Niebla (1130), Almería, Córdoba, Écija y Jerez.

[3] La fortaleza de Baños de la Encina, fue mandada construir por Al-Hakam II, hijo de Abd-al-Rahmân III, en el año 968 y se trata de una excelente fábrica de tapial de argamasa con 15 torres claramente huecas.

[4] Este dato ya fue confirmado en la restauración realizada entre 1984 y 1998. Conviene dejar constancia que la última restauración de esta zona de la muralla fue llevada a cabo por la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, estando a cargo de la Dirección de las Obras el Arquitecto D. José García-Tapial y León y el Arquitecto Técnico D. José María Cabeza Méndez. Las obras se iniciaron, por la zona de la Macarena y la Puerta de Córdoba, en diciembre de 1984, dándose por concluidas en junio de 1986. La restauración de la zona del Jardín del Valle, se hizo en una segunda fase, que se dilató hasta marzo de 1988.

[5] Cuando las partículas sólidas o líquidas, tienen tamaños entre 0,0001 y 0,1 um. reciben el nombre de *aerosoles* (calima, niebla, humo de tabaco, etc.).

Bibliografía

*AZUAR RUIZ, Rafael.: “Las técnicas constructivas en Al-Andalus. El origen de la sillería y del hormigón de tapial”. (Actas V semana de estudios medievales, Nájera, agosto 1994, págs. 125-142).
*CABEZA MÉNDEZ, J.M.: ”Las murallas de la Macarena” (En Revista Aparejadores, nº 10, marzo 1983) Sevilla
*CABEZA MÉNDEZ, J.M. y García-Tapial y León, J.: ”Restauración de las murallas de la Macarena” (En Revista Aparejadores, nº 20, Sevilla, diciembre 1986. pgs. 23-27)
*CABEZA MÉNDEZ, J.M. y García-Tapial y León, J.: ”Restauración de las murallas del Jardín del Valle” (En Revista Aparejadores, nº 26, Sevilla; junio 1988. págs. 26-31)
*CHUECA GOTILLA, F. “Historia de la Arquitectura Española. Edad Antigua y edad Media.
*COLLANTES DE TERÁN, F. La Sevilla que vio Guzmán el Bueno (1977).
*LÓPEZ MARTÍNEZ, Fco. Javier.: “Tapias y tapiales”. Revista Loggia, nº8, 1999, págs. 74-89.
*MALDONADO RAMOS, Luis, CASTILLA, F. J. y VELA, F. “La técnica del tapial en la Comunidad Autónoma de Madrid. Aplicación de nuevos materiales para la consolidación de muro de tapia”. En: Informes de la Construcción. Instituto Eduardo Torroja. nº 49, 1997, págs. 27-39.
*TORRES BALBÁS, L.: “Ciudades hispano-musulmanas”. Instituto Hispano-Arabe de Cultura, Madrid 1985.
*VALOR PIECHOTTA, M. “Las defensas urbanas y palatinas”. En “Las edades de Sevilla”

José Mª Calama

Doctor Arquitecto.
Catedrático de Construcción en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas 2 de la Universidad de Sevilla (España). Grupo de Investigación: *Construcción Patrimonial*
Líneas de Investigación: Arquitectura y Construcción Patrimonial.
Proyecto de Investigación: BIA 2004-01092. Inscrito en el Plan Nacional de Investigación Científica, desarrollo e Innovación Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia de España.
Otros Proyectos de Interés: - ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO DE LA MURALLA DE TARIFA (Cádiz. España)
PUBLICACIONES relacionadas con el Patrimonio Arquitectónico:
AUTORES*: CALAMA, José María; GRACIANI, Amparo*
Título*: LA RESTAURACIÓN DECIMONÓNICA EN ESPAÑA*
Dep.Legal: SE-2376-98; I.S.B.N. 84-472-0492-8
Clave: Libro - Ed. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. (1998).
AUTORES: Varios
Título: *LA TÉCNICA DE LA ARQUITECTURA EN LA ANTIGÜEDAD*
Dep.Legal: SE-1918-98; I.S.B.N. 84-472-0467-7;
Clave: Capítulo de Libro - Ed.: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. (1998)
AUTORES*: Varios*
Título: *LA TÉCNICA DE LA ARQUITECTURA MEDIEVAL*
Dep.Legal: M-7687-2000; I.S.B.N. 84-472-0573-8;
Clave: Capítulo de Libro. Ed.: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. (2000)
AUTORES: CALAMA, José María; GRACIANI, Amparo
Título*: LA RESTAURACIÓN ARQUITECTÓNICA EN ESPAÑA (1900 a 1936)*
Dep.Legal: M-47380-2000; I.S.B.N. 84-472-0638-6
Clave: Libro. Ed. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. (2000).

Jacinto Canivell
Arquitecto.
Becario de Investigación en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas 2 de la Universidad de Sevilla (España)
Grupo de Investigación: *Construcción Patrimonial*
Líneas de Investigación: Arquitectura y Construcción Patrimonial.
Proyecto de Investigación: BIA 2004-01092. Inscrito en el Plan Nacional de Investigación Científica, desarrollo e Innovación Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia de España.
Cursos recibidos:
Restauración Arquitectónica y Urbana. Impartido en el Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción, dentro de los Cursos de Doctorado de la Universidad de Sevilla.

5.4

LAS PAREDES DE TAPIAL CON MACHONES DE LADRILLO O PIEDRA Y VERDUGADAS DE LADRILLO, EN LA ARQUITECTURA RELIGIOSA DE VALLADOLID

Soledad Camino - Félix Jové* - Alfredo Llorente
Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del terreno y Mecánica de Medios Continuos y Teoría de las Estructuras, E.T.S. de Arquitectura de la Universidad de Valladolid, Avda. de Salamanca, s/n, 47014 Valladolid, ESPAÑA
Teléfono 34 983 423442
emails: mcamino@arq.uva.es, fjove@arq.uva.es, llorente@arq.uva.es

Palabras clave: tapial - tierra -ladrillo

Resumen
Los grandes muros de los conventos, de las tapias de cerramiento de las huertas de los mismos, se han construido durante siglos con tapiales mixtos ejecutados con tapias de tierra apisonada entre machones de ladrillo y separadas por verdugadas de una o varias hiladas, también de ladrillo.

Estos machones suelen ser los que reciben la carga principal del sistema estructural del edificio, aunque el conjunto suele trabajar como un muro de carga homogéneo. Este sistema constructivo mejora la resistencia y rigidez de la tapia pero mantiene el bajo coste de la construcción con tierra. Estas características son las que han hecho que gran parte de la Arquitectura religiosa esté construida con este sistema constructivo.

El muro mixto de ladrillo y tierra tiene una técnica de ejecución específica en la que en primer lugar se ejecutaban las rafas de ladrillos y posteriormente las tapias de tierra. De esta forma el encofrado para el tapial no era necesario que dispusiese de cabeceros, ya que la fábrica de ladrillo hacia de encofrado.

La trabazón entre los dos tipos de fábrica es fundamental para que el sistema funcione como una unidad constructiva. Los sistemas localizados son variados pero el mas habitual es aquel en que los machones o rafas de ladrillo presenta unas hojas exterior de mayor dimensión que el núcleo central, de manera que se forma una caja en la que se introduce la tierra en la unión entre los dos materiales, de esta forma se consigue que trabajen en común: ladrillo y tierra.

Otra cuestión a resolver es el diferente asentamiento y retracción de la tierra apisonada y de una fábrica de ladrillo. En los tratados manuales antiguos siempre se señala que la obra se ha de ejecutar en horizontal, esperando el tiempo preciso para el asentamiento antes de proseguir la obra. Y posiblemente, este sea el sistema empleado para que estas fábricas mixtas sean tan resistentes y no presenten problemas por el diferente comportamiento de los materiales.

Este sistema constructivo se ha seguido ejecutando hasta las primeras décadas del siglo XX y gran parte de los edificios siguen en pie, no han sido demolidos o sustituidos, como la mayor parte de las obras de tierra.

Introducción

En la ciudad de Valladolid, desde su fundación por el Conde Ansúrez, han sido numerosas las Órdenes Religiosas que han establecido sus conventos ocupando gran parte del suelo urbano de la ciudad.

Cada convento contaba con su iglesia y dependencias en torno a uno o varios claustros y huertas de considerable extensión cercadas por grandes tapias. La mayoría de los conventos eran de clausura lo que hacía que al exterior, a las calles circundantes, presentasen muros ciegos con muy pocos huecos y las huertas estuvieran cerradas por altas tapias que impedían la visión desde el exterior. Estos muros se ejecutaron con fábricas mixtas de ladrillo, piedra y cajones de tapial, una técnica muy adecuada para levantar paredes ciegas de gran espesor. Las ordenanzas de algunas ciudades precisaban estas cuestiones así en las de Madrid publicadas en 1760 se leía:

"*Es de la obligación de Religiosos que levanten sus cercas, siete tapias en alto con el cimiento; que asi labradas, no serán de los seculares registrados; y el albardilla de mas á mas, con que vienen á ser siete tapias, y media de alto: y asi, ningún vecino pueda labrar en perjuicio, registrando, ni quitando el Sol*" [1].

Los conventos no abrían huecos al exterior y la costumbre era que los edificios colindantes tampoco abriesen huecos con vistas a los claustros y huertas de los conventos, de forma que se respetase su forma de vida apartada y de recogimiento.



Imagen 1. Fragmento del Plano de Valladolid de Ventura Seco de 1738 en el que figuran los conventos mencionados

En una zona situada entre la Plaza Mayor y el Puente Mayor de Valladolid (imagen 1), aún podemos encontrar varios de estos conventos, o los restos de los mismos, como son: el convento de San Benito el Real, rehabilitado para dependencias del Archivo Municipal y para el Museo Patio Herreriano, la iglesia del antiguo convento de San Agustín, hoy rehabilitada para Archivo Municipal, el convento de Santa Catalina de Sena, el convento de Santa Isabel, el convento de San Quirce y Santa Julita, que mantienen su uso conventual, la iglesia de San Nicolás que formaba parte del antiguo convento de Trinitarios y la iglesia de San Miguel y San Julián, que conservan su uso religioso. En la construcción de estos edificios se emplearon las tapias de tierra. Así :

El convento de San Benito el Real presenta una iglesia con trazas góticas y un imponente pórtico de acceso así como un claustro de piedra conocido como Patio Herreriano, por ser

del Arquitecto Herrera y que da nombre al museo. Este edificio conserva algunas fachadas, como la norte, de tapial entre machones de ladrillo de 1,70m de ancho, sobre un muro de mampostería de espesor considerable. El muro ha sido restaurado y puesto en valor en la rehabilitación del edificio para el Museo Patio Herreriano.

La iglesia del antiguo convento de San Agustín presenta el muro exterior de las capillas laterales (imagen 2) construido con cajones de tapia con verdugadas de ladrillo, entre los contrafuertes que separan las capillas, ejecutados con mampostería de piedra caliza, sobre un zócalo de piedra. Los cajones tienen una longitud media de 5,60m y un alto de 1,05m, mientras que el ancho de los machones es 1,70m. En la rehabilitación del edificio se ha mantenido esta fachada del edificio, respetando su imagen constructiva dejando vistos la piedra y el ladrillo y revocando el tapial.



Imagen 2. Lateral de la antigua iglesia de San Agustín restaurada para su utilización como Archivo Municipal de Valladolid. En la imagen se puede apreciar la construcción de esta fachada: zócalo de mampostería, machones de mampostería y tapiales entre verdugadas de ladrillo revocados en color gris.

Otro de los conventos es el de Santa Catalina de Sena. Presenta al exterior unas altas tapias ya que todavía hoy sigue conservando una gran parte de su huerta. En ellas puede apreciarse un zócalo de mampostería y machones de mampostería y ladrillo entre los que se intercalan los cajones de tapial, en aquellas zonas en las que un desafortunado enfoscado de mortero se ha desprendido y permite ver la obra antigua.

El convento de Santa Isabel, situado entre los de San Benito el Real y Santa Catalina de Sena, presenta también altas tapias y muros ciegos con machones de ladrillo y zonas revocadas, aunque su aspecto está muy trasformado con nuevas edificaciones levantadas en los últimos años.

El convento de San Quirce y Santa Julita es, después del monasterio de Las Huelgas, el más antiguo de Valladolid. En 1620 el arquitecto Francisco de Praves, aceptaba realizar las obras del convento: "*El convento con el cuerpo de la iglesia mayor, sacristía, capítulo, escalera, claustro y sobreclaustro, el Pasadizo de Su Majestad y una capilla de Doña María de Colón, se comprometía a construirlo con trazas propias en 1620 y 1621 el arquitecto Francisco de Praves*". [2]

Desgraciadamente una parte del convento en la calle de San Quirce fue demolido para construir un edificio nuevo, pero aún se conserva gran parte del edificio antiguo en la zona

que da a la plaza de la Trinidad. En el se aprecia la construcción de machones y verdugadas de ladrillo con cajones de tapial que, aunque restaurado, conserva bastante fielmente el aspecto original, incluso se aprecian claramente los *agujales* de la construcción de los cajones de tierra (imagen 3). Los cajones presentan 7 agujales, tienen una longitud media de 4,90m y un alto de 1,10m, mientras que el ancho de los machones de ladrillo es 1,90m.

La iglesia de San Nicolás, con fachada a la plaza de la Trinidad, está muy transformada, aunque en la fachada lateral que está orientada hacia el río se puede apreciar claramente la construcción de ladrillo en machones y verdugadas y cajones de tierra, en bastante mal estado de conservación. En los agujales abiertos anidan las palomas.

Finalmente se encuentra la iglesia de San Miguel y San Julián. Ha sufrido diversas restauraciones por lo que su fachada presenta una imagen en la que es difícil adivinar los cajones de tierra entre machones de piedra y ladrillo. El convento fue construida por los Jesuitas, primero estuvo bajo la advocación de San Antonio de Padua, después de San Ignacio de Loyola y desde 1775 en que se expulsó a la Compañía de Jesús, bajo la advocación de San Miguel y San Julián, al trasladarse aquí estas parroquias del lugar que ocupaban en la plaza actual del mismo nombre. El edificio actual se comenzó hacia 1579 estando prácticamente concluido en 1591. Los planos debieron ser obra de Juan de Nantes, a quién se atribuye la autoría del conjunto.

Sistema constructivo:
Los grandes muros de estos conventos e iglesias, así como las tapias de cerramiento de las huertas de los mismos, fueron construidos con muros mixtos ejecutados con tapias de tierra apisonada entre machones de ladrillo o piedra y separadas por verdugadas de dos hiladas, también de ladrillo, técnicas muy adecuadas para muros ciegos de gran espesor que se debieron de ejecutar, en la mayoría de los casos, con gran economía de medios.

Los machones de ladrillo o piedra, suelen ser los que reciben la carga principal del sistema estructural del edificio, aunque el conjunto trabaja como un muro de carga homogéneo. Este sistema constructivo mejora la resistencia y rigidez de la tapia pero manteniendo el bajo coste de la misma. A los machones de ladrillo se les denomina "*machos*", mientras que cuando estos están construidos mediante piedra sin concertar, "*cascote y yeso ó padernal*", se les denomina "*rafas*".

La ejecución de los muros de tapial nos la describen en el "Manual de Construcción de Albañilería" del año 1859:

"*Para construir las paredes… es preciso encajonarlas hasta que adquiera consistencia el material. Para verificarlo se colocan postes verticales llamados costales á menos de un metro de distancia entre sí, y separados unos 20 á 25 centímetros del paramento del muro. Se colocan después los tableros ó tapiales… Estos tapiales están formados de tablones unidos de canto algunas veces á ranura y lengüeta, y otras al tope, sujetos con barrotes clavados en ellas por la parte esterior. Estos tableros tienen generalmente dos metros de longitud y 0,*^{m}*8 de altura. Los costales se sujetan con piezas horizontales llamadas agujas, que son de madera ó de hierro; á la combinación de piezas horizontales y verticales de cada bastidor se nombra cárceles. Los tableros se apoyan en su parte inferior en dos muescas sobre dos agujas en cuyos extremos se atraviesan clavos, Después pasando una cuerda por la parte superior de los costales, se da garrote á estas como se hace con las sierras, para hacer aproximar los tapiales lo necesario. y se atraviesan las agujas superiores por los costales, pasando los extremos con un clavo para que no desvíen, pudiendo luego quitar la cuerda; de este modo, puede ya llenarse el cajón*." [3]

Esta descripción de la construcción de los cajones de tierra es la que se adoptó para la construcción de estos muros mixtos. Se debieron de ejecutar los machones de ladrillo o de

piedra de la altura de los cajones o tapias, de forma que no hiciese falta colocar los tableros laterales, y después ejecutaban los tapiales, unas hiladas de ladrillo trabadas con los machones, que se ejecutaban discontinuas para dejar los agujales, en los que se situaban las agujas de forma que no era necesario rozar el tapial y se seguía levantando los machones, las tapias, y así sucesivamente.

Una descripción mas precisa de las tapias mixtas es la que nos ofrece Ricardo Marcos y Bausá en su "Manual del Albañil" del año 1879:

"*Las tapias o tapiales, que estos dos nombres reciben las construcciones de tierra apisonada, pueden hacerse con éste sólo material…/…ó también entre machones de fábrica de ladrillo, de ancho variable, distantes entre si unos 2 a 3 metros, que será la longitud del cajón de tierra, disposición que aumenta considerablemente la duración y solidez del tapial. Con el objeto de regularizar los asientos de la fábrica y darla trabazón, puede también colocarse encima de cada hilada de cajones, una ó dos de ladrillos, sentados con mortero y á nivel, que se llaman verdugos y verdugada la construcción…/…construyendo los machones de toda la altura de la tapia, pero con distinto ancho en cada hilada o cajón, que se dice de mayor y menor*"[4].

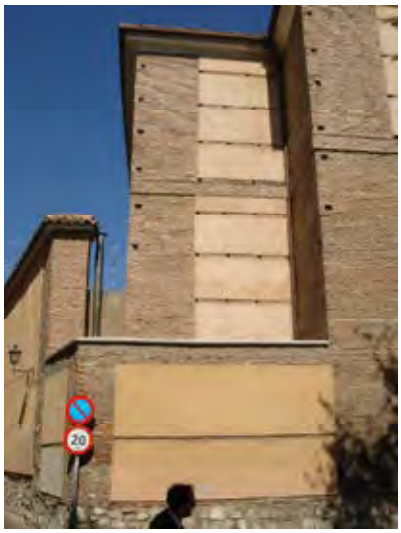


Imagen 3. Muros del convento de San Quirce con zócalo de mampostería, machones y verdugadas de ladrillo y tapias revocadas.

El muro se remataba con hiladas de ladrillo que en ocasiones volaban fuera del mismo formando una cornisa sobre la que se disponían: el alero del tejado de los muros de fachada o un tejadillo a dos agua en el caso de las tapias de cerramiento.

El problema constructivo de emplear varios materiales: tierra, ladrillo y piedra, cada uno de ellos diferentes características y diferentes sistemas constructivos, es conseguir que el conjunto esté trabado y funcione de manera solidaria. Dos son los problemas constructivos principales que debieron de resolver: evitar el asentamiento diferencial y trabar las distintas unidades de obra.

"*Toda la razón de edificar, dice Alberti está y se fenece en esta sola cosa, que juntas en orden muchas cosas, y compuestas con arte, hora sean piedras cuadradas, ó mampostería, ó madera, ó cualquiera otra cosa, la composición de ellas se lleve al cabo maciza, y, quanto se pudiere, entera y unida… como ley fundamental de la buena construcción el que entre las partes de una pared haya unión y trabazón perfectas*…" [5]

La piedra de sillería sin juntas de argamasa no presenta asiento, mientras que la mampostería, las fábricas de ladrillo con tendeles gruesos de argamasa y las tapias de tierra presentan grandes asientos por lo que las tres fábricas hay que ejecutarlas por niveles horizontales y respetando los tiempos de ejecución, como ya ha quedado dicho, y no iniciando la ejecución de las siguientes hiladas de tapias hasta que no haya asentado la anterior. De esta forma se debió de resolver uno de los principales problemas de estos muros mixtos; el asentamiento diferencial.

Por otro lado, era necesario trabar las distintas fábricas de forma que trabajaran de forma conjunta y no se produjeran grietas, desplomes u otras lesiones. Los sistemas localizados son variados, pero siempre basados en el mismo principio: en conseguir que las juntas entre los materiales no abarcaran todo el ancho del muro.

El zócalo de piedra sobre el que se levantaban los machones y cajones de tierra se ejecutaba generalmente continuo y nivelado en su plano superior, aunque en ocasiones, se dejaba una caja central para trabar el zócalo con la tapia que se ejecutaba por encima. Los machones de ladrillos presentaban generalmente un ancho exterior de mayor dimensión que el núcleo central, de manera que se formaba una caja en la que se introducía la tierra en la unión entre los dos materiales (imagen 4). De esta forma se consigue que trabajen en común: ladrillo y tapia. Las tapias, una vez ejecutadas, se rozaban en vertical en su cara lateral para unir dos tapias de la misma hilada, así mismo se rozaban horizontalmente en la parte superior para unir los cajones de diferentes hiladas.



Imagen 4. Cajeado de la obra de ladrillo para ejecutar la tapia de tierra trabada con la de ladrillo, que se puede ver en la demolición parcial de la tapia del convento de las Salesas.

El sistema es así descrito por Marcos y Bausá: *"…pero siempre es necesario formar unas especies de cajas en el grueso de los machos, llamadas enjarges, para que la tierra se introduzca y se sujeten los cajones*". Más adelante describe el sistema para garantizar la unión entre dos cajones de tierra consecutivos *"…hay que tener la precaución de rozar con una alcotana aquella superficie, y aún hacer una caja en toda la altura para que la tierra del segundo cajón se incorpore con la del primero y haya trabazón entre ambos…/…otro tanto debe efectuarse con el cajón inferior de tierra al macizar encima otro"*[6].

Por otra parte, cuando entre machón y machón se ejecutaban varios cajones, las tapias de diferentes hiladas se ejecutan a juntas encontradas. Se puede decir que se utiliza el sistema tradicional de enjarjes de todas las fábricas, pero en estas obras, entre las diferentes unidades constructivas

Este sistema constructivo se ha seguido ejecutando hasta las primeras décadas del siglo XX y gran parte de los edificios así construidos siguen en pie y no han sido demolidos como otros muchos construidos con las mismas técnicas constructivas pero ejecutados para otros usos.

Citas y Notas

1. Torija. Tratado de las Ordenanzas de Madrid. España. 1760
2. Martín González, Juan José y Plaza Santiago, Francisco Javier de la. Catálogo Monumental. Monumentos religiosos de la ciudad de Valladolid. España. 1987.
3. Espinosa P. C.. Manual de Construcciones de Albañilería. España. 1859
4. Marcos y Bausá. Ricardo. Manual del Albañil. Biblioteca Enciclopédica Ilustrada. Madrid. 1879
5. Bails, Benito. Arquitectura Civil. España. 1796
6. Marcos y Bausá. Ricardo. Manual del Albañil. Biblioteca Enciclopédica Ilustrada. Madrid. 1879

Bibliografía

*ARNUNCIO PASTOR, Juan Carlos y otros. Guía de Arquitectura de Valladolid. Sever Cuesta. España. 1996.
*BAILS, Benito. Arquitectura Civil. España. 1796.
*ESPINOSA P. C.. Manual de Construcciones de Albañilería. Imprenta a cargo de Severiano Baz. España. 1859.
*FERNÁNDEZ DEL HOYO, María Antonia. Patrimonio perdido. Conventos desaparecidos de Valladolid. Ayuntamiento de Valladolid. España. 1998.
*FORNÉS Y GURREA. Práctica del arte de edificar. España. 1841.
*GER LOBEZ, Florencio. Tratado de Construcción Civil. Establecimiento tipográfico La Minerva Extremeña. España. 1898.
*MARCOS Y BAUSÁ. R. Manuel del Albañil. Biblioteca Enciclopédica Ilustrada. Madrid. 1879.
*MARTÍN GONZÁLEZ, Juan José y Plaza Santiago, Francisco Javier de la. Catalogo Monumental. Monumentos religiosos de la ciudad de Valladolid. Diputación Provincial de Valladolid. España. 1987.
*TORIJA J. de. Tratado de las Ordenanzas de Madrid. España. 1760

Soledad Camino

Dra. Arquitecto, Profesora Titular de la Universidad de Valladolid, que imparte docencia en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura en las asignaturas de Construcción IV y Construcción de la Arquitectura Popular. Profesor invitado del Master de Restauración del DCTA de la Universidad Politécnica de Madrid. Miembro del Subcomité nº 8 "Conservación, Restauración y Rehabilitación de Edificios" de AENOR
Las líneas de investigación principales se refieren a los cerramientos de edificios: construcción, rehabilitación, análisis históricos, tanto de sistemas de la Arquitectura tradicional como de los nuevos materiales y tipologías de cerramientos. Otra línea de investigación es el estudio del Léxico de Arquitectura tanto en España como en los Países de habla española que ha dado lugar a la publicación del Diccionario de Arquitectura y Construcción BANTE.

Félix Jové

Dr. Arquitecto. Profesor de Construcciones Arquitectónicas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Valladolid. Profesor del Programa MASTER "Restauración Arquitectónica". Profesor del Curso de DOCTORADO "Tecnologías Constructivas". Codirector del GRUPO TIERRA de la UVA. Subdirector de la Cátedra UNESCO "Patrimonio, Restauración y Hábitat". Organizador del Congreso ARQUITECTURA DE TIERRA "Construcción e Innovación". Miembro del subcomité Nº 10 "Edificación con tierra Cruda" de AENOR, para la Normalización de la construcción con tierra.
Sus principales trabajos de investigación se refieren a la Tecnología y Desarrollo de la Construcción con Tierra y al estudio de la arquitectura tradicional y la arquitectura excavada desde sus aspectos constructivos, bioclimáticos y de edificación sostenible.

Alfredo Llorente

Arquitecto, Profesor Colaborador de la Universidad de Valladolid, que imparte docencia en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura en las asignaturas de Introducción a la Construcción, Construcción I y Construcción IV.
Investiga sobre los sistemas constructivos tradicionales: estructuras de entramado de madera y bóvedas de ladrillo y piedra. Otra línea de investigación es el estudio del Léxico de Arquitectura tanto en España como en los Países de habla española que ha dado lugar a la publicación del Diccionario de Arquitectura y Construcción BANTE.

5.5

CONSOLIDACIÓN DE UNA VIVIENDA DE ADOBE EN LA PROVINCIA DE SALTA

Roberto Adolfo Caro
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Salta
Secretaría de Obras Públicas de la Provincia de Salta
rcaro@gobiernosalta.gov.ar

Palabras clave: consolidación - adobe - Salta

Resumen
Se presenta un estudio y resolución constructiva de una vivienda antigua construída en adobe, con un elevado grado de daño, que se necesitaba preservar, modificando su destino, de vivienda a consultorios psicopedagógicos para niños.

Se presenta un seguimiento fotográfico de las distintas etapas de los trabajos realizados, desde el estado original, con los daños y deterioro propios de la construcción hasta el estado final de restauración y mejoramiento.

Por estar la construcción en una zona de alta sismicidad (Zona Sísmica 3 según la reglamentación del INPRES), se utilizó la técnica de refuerzo con tensores de acero, a nivel de los techos, combinando con elementos verticales de hormigón armado. También se realizaron trabajos de submuración en los sectores en donde la fundación existente había sufrido asentamientos importantes.

Toda le estructura de refuerzos metálicos queda a la vista y puede observarse que la misma no interfiere con la resolución arquitectónica final.

Características y comportamiento sísmico de la vivienda de adobe

Tipos de vivienda de adobe:

La tipología de las viviendas de adobe es muy amplia y existen variaciones importantes de una a otra región. Desde el punto de vista de su resistencia a los efectos sísmicos, interesa fundamentalmente la disposición y la calidad del material con el que están construídos los elementos verticales que tienen la función de tomar las cargas laterales.

El adobe ha sido el material más empleado para los muros de la vivienda rural, debido a la economía y facilidad de su fabricación y a sus excelentes características de aislamiento térmico. Hay una gran cantidad de viviendas construídas con este material en zonas sísmicas, por lo cual merece especial atención el estudio de las técnicas de refuerzo de las mencionadas viviendas.

La frecuencia de colapsos en casas de adobe a causa de los sismos es atribuible no solo a las pobres propiedades mecánicas del material y a su deterioro por el tiempo, sino también a que las viviendas de este material suelen exhibir graves defectos de estructuración: altura considerable, pesos excesivos de los techos, muros muy largos sin refuerzo y sin unión entre ellos ni con el techo.

Comportamiento sísmico y modos de falla:

Los movimientos del suelo durante un sismo provocan vibraciones en la estructura, en la cual se generan fuerzas de inercia proporcionales a la masa de las distintas partes de la construcción, y que son resistidas y transmitidas a la cimentación y al suelo. Los elementos más adecuados para soportar esas cargas laterales son los muros que están alineados en la dirección del movimiento del terreno y que tienen gran rigidez y resistencia en su plano. Para que estos elementos puedan cumplir su función, las fuerzas de inercia generadas en otras partes de la construcción tienen que ser transmitidas hacia ellos. La condición para que esto se cumpla es que los techos (o entrepisos) actúen como una unidad rígida en su plano y transmitan sus fuerzas a los muros alineados en la dirección del movimiento y

provoquen empujes mínimos normales a dicha dirección, en la cual los muros estarían sujetos prácticamente a las fuerzas de inercia generadas por su propia masa y actuarían como losas apoyadas en su perímetro. Otra condición para que la transmisión de carga se efectúe apropiadamente es que exista una conexión adecuada entre el techo y los muros.
De no cumplirse la condición de techo rígido en su plano, las fuerzas generadas en cada franja del techo se transmiten al muro frontal, generando en él empujes normales a su plano, los cuales tienden a producir el volteamiento de dicho muro. De esta forma la mayor parte de las fuerzas de inercia son transmitidas a los elementos menos rígidos y aptos para resistirlas.
La mayoría de las viviendas de adobe existentes, se caracterizan por la escasa densidad de muros, la apreciable altura y longitud sin refuerzo de los mismos y por la poca o nula restricción que el techo proporciona a los extremos superiores de los muros. Todo ello hace que el comportamiento ante sismos esté regido por la flexión de los muros en la dirección normal a su plano.
En estudios teóricos y experimentales realizados en la Universidad Nacional de México, se analizó con detalle el comportamiento dinámico de las construcciones de adobe. El modo fundamental de vibración se relaciona con la deformación en flexión de los muros largos; las vibraciones inducen momentos flexionantes críticos en las esquinas superiores de los muros, los cuales se agrietan progresivamente hacia abajo, por lo que el muro frontal comienza a vibrar como un voladizo, ocurriendo el vuelco cuando la altura agrietada del muro es suficiente para que la resultante de las fuerzas caiga fuera de la sección del muro. Este modo de falla es el que se ha observado con mayor frecuencia como consecuencia de los sismos.
En viviendas donde la longitud de los muros es pequeña o los techos proporcionan restricción a la flexión, o en las de más de un piso, la falla suele ocurrir por cortante a través de grietas diagonales. Este modo de falla frecuentemente aparece por la existencia de aberturas importantes en los muros.
Se han observado indicios de que el colapso se ha iniciado en ocasiones por la caída del techo, ya sea por fallas locales en las conexiones o en la madera misma por encontrarse muy deteriorada, o por deslizamientos de los elementos del techo sobre los muros a los que están fijados en forma muy precaria. Una falla parcial, que ocurre con frecuencia aun en sismos moderados, se debe a que las tejas se deslizan por efectos de las aceleraciones verticales y horizontales, y caen a veces dentro de la misma vivienda.

Procedimientos de refuerzo:
Es común recomendar como requisito mínimo de refuerzo la colocación de un elemento resistente en el perímetro superior de los muros, para que los una y les de continuidad, les proporcione cierta resistencia a flexión normal al plano del muro y permita fijar adecuadamente el techo a los muros. El elemento de refuerzo es en general una cadena de hormigón, un elemento de madera o de acero. Un problema con este tipo de refuerzo es el de lograr una liga adecuada entre el elemento de refuerzo y el muro de adobe; otros son la necesidad de remover parcial o totalmente el techo para efectuar el refuerzo, y la posibilidad de dañar los muros durante la colocación de la cadena.
Algunos procedimientos de refuerzo consisten en colocar elementos de hormigón verticales en las esquinas y en las aberturas, los cuales junto con la viga cadena de hormigón, forman pórticos que confinan el adobe. Este procedimiento es similar al utilizado para las construcciones de muros de mampostería de ladrillo cerámico macizo y bloques portantes, cuya eficiencia ha sido ampliamente comprobada. Sin embargo, para construcciones de adobe, debido a las dimensiones de los muros, estos elementos de hormigón resultan muy robustos y hacen que la solución resulte complicada y costosa. Es problemático lograr una liga adecuada entre el adobe y los elementos de hormigón; el adobe sufre cambios volumétricos importantes por variaciones de humedad, lo cual provoca que se vaya despegando de la estructura de hormigón.
Otras modalidades de refuerzo consisten en la colocación de elementos verticales y horizontales de madera dentro del adobe o adosados a los muros y unidos al techo.

También existen procedimientos de refuerzo que consiste en colocar mallas de acero que envuelven totalmente los muros de adobe y recubiertas por una capa de mortero. Anclando cuidadosamente la malla al adobe, se logra una sección compuesta en la que el adobe funciona como alma para tomar los esfuerzos cortantes, y el mortero con la malla absorben los esfuerzos de tracción y compresión debidos a la flexión normal al plano del muro. La malla es además un refuerzo por cortante que mantiene la resistencia del muro, en caso de que se exceda la capacidad del adobe y este se agriete diagonalmente.
Otro tipo de refuerzo es el de tensores de acero. La solución consta de dos barras de acero ubicadas en las dos caras del extremo superior del muro. Estas barras pueden ir alojadas en pequeñas ranuras preparadas en el muro o externamente. Estas barras se someten a una ligera tensión inicial mediante tuercas; la fuerza de los tensores se trasmite a los muros a través de placas de acero ubicadas en los extremos. Los tensores cumplen la función primordial de ligar los muros entre sí y a proporcionar resistencia en flexión en la parte superior de los muros.
Un refuerzo más efectivo se obtiene, si esta última solución se complementa con tensores verticales, también ligeramente postensados, en las esquinas y extremos de grandes huecos. Estos tensores tienen la función de tomar las tensiones debidas a momentos flexionantes en el plano del muro y a las concentraciones de esfuerzos en los extremos de los huecos. También incrementan la resistencia a corte de los muros por los esfuerzos de compresión generados por el postensado; sin embargo, la colocación de los tensores verticales es mucho más laboriosa que la de los horizontales: para anclarlos en la parte inferior del muro se requiere perforar la cimentación y en caso de no existir una cimentación sólida, es necesario ejecutar una base de hormigón.

Otra forma de mejorar la seguridad de las construcciones de adobe, es mediante modificaciones que reduzcan las fuerzas que las afectarían en caso de un sismo; por ejemplo, la disminución del peso del techo a través de emplear materiales más livianos, la reducción de la altura de los muros dentro de límites que no afecten la habitabilidad, el agregado de muros intermedios que rigidicen la construcción o el agregado de contrafuertes, son soluciones que pueden mejorar considerablemente la resistencia.

Al juzgar los distintos procedimientos de refuerzo, hay que considerar la eficiencia en aumentar la seguridad contra los sismos, la facilidad de ejecución en una vivienda ya terminada y el costo en cuanto a materiales y mano de obra.

Propiedades mecánicas de la mampostería de adobe
Para determinar las propiedades mecánicas del adobe, podemos referirnos a los estudios experimentales realizados en la Universidad Autónoma de México. Se estudiaron las propiedades de los adobes y posteriormente de la mampostería que con ellos se forma al unirlos con diferentes tipos de mortero.

En las distintas muestras de adobes se realizaron ensayos de compresión y tracción por flexión, dando resultados con una amplia gama de variación, pero dentro de los valores obtenidos para adobes de diferentes regiones.

También se realizaron ensayos de compresión, corte y flexión de muretes con distintos adobes y diferentes tipos de mortero: lodo, cal: arena y cemento: cal: arena.

De los ensayos realizados se demuestra que el tipo de mortero tiene muy poca influencia en la resistencia a compresión de los muretes. El tipo de mortero si tiene una influencia decisiva en la resistencia al corte, siendo máxima para morteros con cemento, reduciéndose drásticamente para morteros de lodo y es todavía menor cuando se utiliza mortero de cal. La resistencia a tracción por flexión de muretes de adobe es ligeramente inferior a la que se determina en los adobes solos.

Como valores orientativos, y del resultado de estas investigaciones, podemos adoptar, para muros de adobe:

Resistencia en compresión:	5.3 k/cm²
Resistencia en tracción por Flexión:	1.5 k/cm
Resistencia en cortante:	0.7 k/cm²

Estos valores son valores en estado último. Para obtener esfuerzos admisibles, debe aplicarse un coeficiente de seguridad, que se sugiere sea 2.5. No se han tomado en cuenta en los valores propuestos la reducción que puede presentarse por efectos de la humedad en el adobe, lo cual baja tremendamente la resistencia del muro.

Procedimiento de refuerzo en un caso concreto

Se mostrará el caso concreto de refuerzo de una construcción de adobe en la localidad de Villa San Lorenzo, próxima a la ciudad de Salta. Se presenta un cambio de destino, ya que de vivienda se pasaría a utilizar como consultorios psicopedagógicos para niños. El proyecto arquitectónico fue elaborado por el estudio de la Arquitecta María Inés Laconi y tenía como premisa mantener la tipología original de muros de adobe, techos de tirantería de madera, tejuela y chapa.

El estado de la construcción era de total abandono, muros agrietados, fisuras verticales en correspondencia a la unión entre muros, asentamientos puntuales, grietas de importancia en un sector de apoyo de varios tirantes en una esquina de muro y otras patologías que evidenciaban la necesidad de una intervención que pudiera restaurar las características originales de la construcción y que le diera una mínima reserva estructural frente a las acciones sísmicas.

Ante ello, se planteó la solución de utilizar la técnica de los tensores de acero a nivel de cubierta, acompañado de la ejecución de un elemento vertical de hormigón en el sector mencionado, en donde apoyaban varios tirantes del techo y que habían producido un efecto de punzonado en el muro de adobe. Este refuerzo vertical, consta de un tabique de hormigón armado en forma de L, de 0.15m de espesor (abarca una parte del espesor del muro) y en la cara opuesta se ejecutó, en correspondencia al tabique, una capa de 0.03m de mortero proyectado, sobre una malla de acero, la cual se vinculó por medio de pasadores al tabique de hormigón. Los tensores de acero se fijan en los extremos sobre una placa de acero, terminando con una rosca, que le permite darles tensión. Estos tensores se colocan a la par del muro, colocando unas grampas de fijación que impiden que el tensor se flexione pero que permite su deslizamiento sin inconvenientes.

También se ejecutaron en dos sectores unos trabajos de submuración, ya que se habían localizado en los mismos, asentamientos importantes. Para evitar futuros asentamientos, se cambió toda la instalación de agua y cloaca de la construcción, como así también se ejecutó una vereda en todo el perímetro, para evitar que el agua de lluvia de los techos produzca problemas en la cimentación de los muros.

Como complemento de los refuerzos mencionados, se cambiaron y/o colocaron en algunos sectores dinteles de madera dura.

En el plano adjunto pueden observarse los refuerzos mencionados, como así también las fotos evidencian los trabajos con mayor claridad.

También las fotos nos muestran las características de la construcción antes de la ejecución de los refuerzos, los trabajos realizados durante el proceso constructivo y la situación final de la obra. Podemos ver que la mayoría de los elementos utilizados para la consolidación están a la vista y mantienen una estrecha armonía con la arquitectura desarrollada.

Es importante comentar que no fue necesario remover ni los tirantes ni las tejuelas del techo, solamente se levantaron las chapas existentes, se colocó una membrana impermeable y se colocaron chapas nuevas. Esto fue posible debido al sistema de refuerzo elegido.

Bibliografía

*GAVARINI, Carlo - Costruzioni e Terremoto - E.S.A. Roma. Italia.
*BAZAN, Enrique; PADILLA Marciano; MELI Roberto – Seguridad de Casas de Adobe ante Sismos. Estudios Analíticos – Instituto de Ingeniería – UNAM – México.
*HERNANDEZ Oscar; MELI Roberto; PADILLA Marciano; VALENCIA Eduardo – Refuerzo de la Vivienda Económica en Zonas Sísmicas. Estudios Experimentales - Instituto de Ingeniería – UNAM – México.

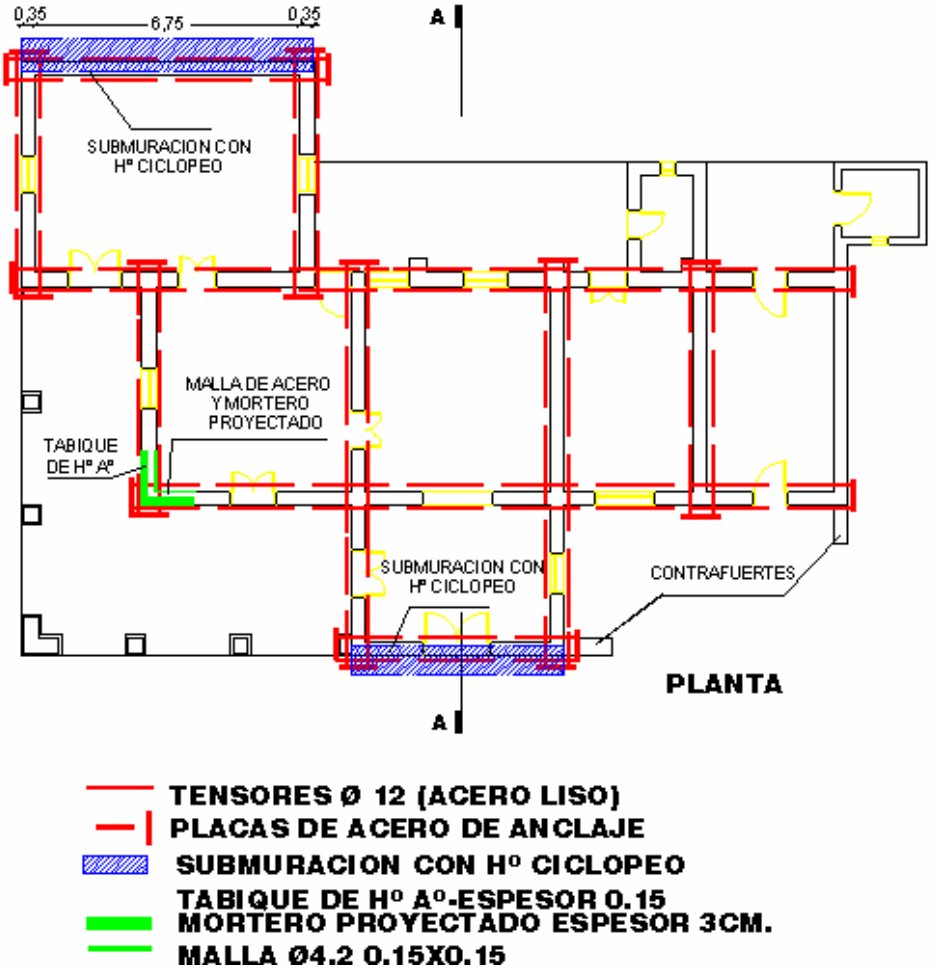




Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5



Imagen 6

Roberto Adolfo Caro

INGENIERO EN CONSTRUCCIONES (Universidad Nacional de Salta - Argentina - 1980).
Estudios Superiores en el Departamento de Estructuras (Universidad Nacional de Córdoba -Argentina - dirigidos por el Dr. Alfredo SCHEGG e Ing. Luis DECANINI - 1982 / 1983).
XII Curso Internacional de Ingeniería Sísmica (Universidad Autónoma de México - Julio -Agosto de 1986).
Pasantía en el Centro de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Escuela Politécnica del Ejército (Quito-Ecuador). Dirigido por el Dr. Roberto AGUIAR – (Agosto – Setiembre de 2004).

Profesor Asociado Regular (Materia: Hormigón Armado II) 01 de Setiembre de 2003 a la fecha (U.N.Sa).
Profesor Adjunto a Cargo (Interino) (Materia: Dinámica Estructural) 2do Semestre 1992 / 1993 / 1994 / 1995 / 1996 (Univ. Católica de Salta).
Jurado en el "1er Concurso Nacional de Diseño, Tecnología y Producción para Viviendas de Interés Social", organizado por la Subsecretaría de Vivienda, Secretaría de Desarrollo Social, Presidencia de la Nación. Bs. As. Abril de 1997.
Representante Suplente del Claustro de Profesores Regulares al Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta. Diciembre de 1997 hasta Abril de 2001.
Representante Titular del Claustro de Profesores Regulares al Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta. 2004 a la fecha.

Asistente Técnico en el Programa de Infraestructura de Edificios Públicos, dependiente de la Secretaría de Obras y Servicios Públicos - Ministerio de la Producción y El Empleo (actual Ministerio de Hacienda y Obras Públicas) - Salta (Marzo de 1996 a la fecha).
Desempeño en la Actividad Privada desde Marzo 1996 a la fecha, en Proyectos, Cálculos y Dirección Técnica de Estructuras, como así también Proyectos, Cálculos y Dirección Técnica de Refuerzos de Estructuras existentes.
Asesor y Responsable Principal de la Comisión de Asesoramiento Técnico del Monumento y sus Imágenes – Iglesia Catedral de Salta. 1997 a la fecha.
Representante Titular de la Universidad Nacional de Salta ante la Comisión Oficial de Actualización del Código de Edificación de la Ciudad de Salta. Enero de 1998 a Enero 1999.
Revisor suplente de las Normas Sismorresistentes de la Provincia de Salta (Ley 5556/80 y Dto 932/80) Consejo Prof. de Agrimensores, Ingenieros y Profesiones Afines de Salta (Noviembre de 2000 a la fecha).

Email: carolopez@uolsinectis.com.ar - rcaro@gobiernosalta.gov.ar

5.6

BARRIADA MINERA DE TIERRA Y CARBÓN.

Juana Font Arellano
Grupo Tierra Universidad de Valladolid
Calle La Puebla nº 15, 34002, Palencia, España
juanafont2@ hotmail.com

Palabras clave: carbón-residuos-paisaje

Resumen
El norte de la provincia castellana de Palencia, en la mitad septentrional de la Meseta Superior española, es rico en minas de carbón.
Desde el occidente, donde se encuentran los yacimientos de antracita, hasta el oriente, donde están los depósitos de hullas, toda la franja superior de esta provincia conoció un gran impulso minero como consecuencia de las dos Guerras Mundiales que afectaron a Europa, a la que suministraban mercancías variadas los países no beligerantes. Además, la autarquía a la que se vio sometida España tras el aislamiento internacional impuesto al gobierno del General Franco, también favoreció la continuidad de la minería española que empleaba a gran número de trabajadores para la extracción, casi totalmente manual, de los diferentes minerales.
La necesidad de proporcionar un hogar a esta enorme masa obrera era apremiante incluso para un país empobrecido como era España en la década de los 40.
La belleza de los parajes mineros es notable, entre bosques caducifolios, principalmente, en las estribaciones de la Cordillera Cantábrica.
En febrero de 1947 el arquitecto palentino Cándido García Germán recibe el encargo de redactar un proyecto para construir 24 viviendas destinadas a los mineros de Barruelo de Santullán.
Sea porque la Compañía propietaria de las minas consideró que era un número insuficiente o bien porque el arquitecto así se lo hiciera ver, lo siguiente que encontramos es, en el mes de diciembre de 1947, ya en colaboración con otro arquitecto y amigo, Antonio Font de Bedoya, un nuevo proyecto para realizar ahora toda una barriada minera de 226 viviendas.
En la Memoria del proyecto inicial se ven anotaciones del segundo arquitecto corrigiendo o sugiriendo cuestiones. En sus líneas ya podemos leer que las viviendas aunarán solidez y aislamiento del medio ambiente, asunto en el que insistirán siempre los dos arquitectos que conocen bien los helados inviernos de la montaña palentina.
Realizar esta barriada no era fácil. Es una zona a la que se accedía por carreteras que estaban muchos meses cubiertas de nieve. Los destinatarios eran personas de muy bajo poder adquisitivo y las viviendas tenían que colocarse en un maravilloso paraje que convenía recuperar y preservar, y que en ese momento se encontraba destrozado por los restos de las minas.
Se optó por colocar los bloques de modo escalonado y realizarlos de manera que tuvieran sólo dos plantas y ofrecieran sus fachadas a la orientación más soleada.
El centro del poblado se destinó a plaza porticada, con tiendas, plaza que serviría para enmarcar, como un pedestal, la zona más alta donde se ubicaría después un templo y un edifico para uso cultural.
Intentando solucionar el problema de los residuos mineros y evitar gastos a los futuros usuarios, ensayaron la realización de muros empleando los desechos que ahogaban el entorno de la barriada.
Con una mezcla de cal, arcilla, algo de cemento y carbón fueron llenando tapiales hasta dar con el tamaño más conveniente del molde y la mezcla más sólida.
Con esa misma masa se realizaron también unos adobes que se utilizaron para las separaciones interiores.
Ambos arquitectos conocían bien los textos de los grandes constructores que explican cómo aprovechar los restos de derribos u otros desechos para conseguir material constructivo.

Atendieron también a otras enseñanzas cercanas, las que evidenciaban las arquitecturas tradicionales de la zona, con sus zócalos de mampostería, ideales para evitar la humedad en los nuevos muros de tapia con los que alzaron esta barriada.
Años más tarde encontramos también un proyecto para completar este lugar. Es la iglesia parroquial, realizada en este caso sólo por Font, que remataría el gran espacio central, junto a la Plaza Mayor.

Desarrollo
Actualmente encontramos muchos proyectos que utilizan materiales reciclados para construir unos edificios que luego insertan armoniosamente en su entorno, tras ser éste recuperado. Pero lo que nos parece hoy habitual, no lo era en la dura postguerra española, cuando lo único que importaba era sobrevivir, a cualquier precio, aunque ello conllevara la destrucción de un paisaje o el abandono de las buenas prácticas constructivas.
Sin embargo, la formación de los arquitectos que actúan en la década de los 40 había pasado no sólo por analizar las corrientes académicas, o las racionalistas, que habían arraigado en España, sino también por el conocimiento de los textos escritos por los grandes constructores, como Juan de Villanueva, que explica claramente el modo de aprovechar los escombros para realizar con ellos material constructivo.
En efecto, era bastante frecuente encontrar en las bibliotecas de los técnicos los diferentes Tratados de Arquitectura y textos sobre construcción como puedan ser Vitruvio, Alberti, Caramuel, Fray Lorenzo de San Nicolás, López Arenas o el citado Villanueva. Aunque la tratadística en nuestro país no pueda remontarse hasta el siglo XII, como ocurre en China, donde encontramos el Ying Zao Faschi, en el 1100 d. C., no podemos olvidar que en nuestro suelo se escribieron tempranos compendios de varias disciplinas, la construcción entre ellas, como muestra la obra del siglo XII del sevillano Ibn Abdún. (1)
Hacia 1940 todavía se conocían bien los sistemas tradicionales de construcción de cada zona, esos sistemas que hoy vemos sin comprenderlos demasiado porque hemos olvidado cómo se hacían. Inmersos en una ola de inconsciente afán por utilizar materiales y modos innovadores, nos ocurre con la construcción lo mismo que nos pasa con la mitología, la heráldica o el arte religioso, que antes entendía cualquier analfabeto, pero que nosotros miramos sintiéndonos interpelados por algo que ignoramos.
El objeto de estas líneas es ayudar a recuperar estos saberes perdidos tan necesarios ahora, cuando tenemos que ofrecer viviendas dignas y asequibles a tantas personas. Diseñarlas de modo que ahorren calefacción, que eviten el acondicionador veraniego y el destrozo en los paisajes es un reto no muy fácil al que ayuda el empleo de la tierra como material constructivo.
Con la ilusión de que sirva para aportar una idea a quienes han de realizar los hogares actuales, pasamos a analizar este proyecto que se encuentra depositado en el Archivo Histórico Provincial de Palencia, España, con la signatura 33512, 8, clave 123.
El primer paso de este proyecto, que se remonta a febrero de 1947, fue el encargo que se le hizo al arquitecto palentino Cándido García Germán para que realizara un grupo de 24 viviendas protegidas en la localidad minera de Barruelo de Santullán. (2)
Como ya hemos visto en el resumen, la importancia del carbón era muy grande en la zona que nos ocupa, al norte de la provincia de Palencia.
Bajo la forma de hulla se obtenía en el oriente provincial, destinándose prácticamente en su totalidad a las locomotoras que la Compañía de Ferrocarriles del Norte producía para mover sus trenes. Todas las tardes un largo convoy compuesto sólo por vagones con carbón partía de Barruelo y tomaba la línea Palencia-Santander para ir dejando su carga en los depósitos que a lo largo de esta vía utilizaban las locomotoras del Norte. Lo mismo hacían los vagones que cargaban material en las minas de León, que transportaban su producción en el ferrocarril Bilbao-La Robla, hoy transformado en tren turístico que recorre los hermosos parajes norteños.
El carbón de La Pernía, en la zona central de la franja minera palentina, era de un tipo intermedio entre la hulla y la antracita y salía, en camiones, para embarcar, con destino a

Bilbao, donde generaba la energía necesaria para impulsar las florecientes industrias vizcaínas.
La zona occidental de la minería provincial producía antracita, ideal para cocinas y calefacciones.
Esta gran riqueza en carbones originaba una enorme concentración humana en las cuencas mineras, donde masas de campesinos empobrecidos buscaban trabajo y alojamiento.
Sus condiciones de vida eran terribles pues el clima de la zona es muy frío, dada su gran altura sobre el nivel del mar.
Sin embargo la belleza del paisaje es impresionante en esta parte, junto a la cadena montañosa que recorre el borde norte de la Península, desde Asturias a Navarra. Esta cordillera tiene sus cumbres más altas en la gigantesca mole de los Picos de Europa, así llamados porque sus cimas nevadas eran vistas desde alta mar por los navegantes que se acercaban a las costas peninsulares. Verdes praderas, inundadas de flores en la cortísima primavera, se ondulan en las colinas cubiertas de hayas, acebos y robles.
Hoy nos cautiva el contraste de sus formas, la armonía de sus texturas y lo sorprendente de su colorido pero en 1947 nadie podía gozar contemplando los bosques ennegrecidos que rodeaban los pueblos, casi sepultados en los residuos mineros.
Del proyecto inicial para construir 24 viviendas protegidas, fechado en febrero de 1947, punto de partida de la barriada que nos ocupa, se conservan la memoria, los planos de cimientos y saneamiento, las mediciones, los precios de los materiales y del transporte, el cuadro de jornales, los precios compuestos y descompuestos, un pliego de características, resumidas, en el que se dice que los muros serán de mampostería y un estudio económico. En éste se calcula lo que costará una vivienda de 3 dormitorios, 29.015,97 pesetas y lo que supondrá comprarla si tiene 4 dormitorios, 43.523,95 pesetas.
Los precios nos parecen hoy irrisorios pero no lo eran en la época que examinamos, aunque estas viviendas eran bastante asequibles pues estaban financiadas, en parte, por las empresas mineras o gozaban de ayudas oficiales. Hemos de recordar que España, entonces, tenía que producir todo lo que necesitaba, pues la llegada del general Franco al poder, después de la guerra civil, produjo el aislamiento internacional. Parecía razonable seguir extrayendo carbón de unas cuencas que ya habían establecido elementos de conexión entre ellas y de distribución aceptable, surgidas en las favorables circunstancias de las guerras europeas, que se surtían de los países neutrales.
El hecho es que en Barruelo trabajaba un número muy grande de mineros por lo que construir sólo 24 viviendas parecía insuficiente.
Sea como fuere, encontramos, ya en el mes de diciembre, el proyecto que analizamos, firmado ahora por dos arquitectos, Cándido García Germán y Antonio Font de Bedoya, con el que se pretendía realizar toda una barrida de 226 viviendas. (3)
También se conserva toda la documentación, completa, de esta segunda fase, entre la que hay planos de los diferentes tipos y el correspondiente estudio económico que ahora fija los precios en 27.000 pesetas para las 210 viviendas que tengan 3 dormitorios, 38.000 pts las 4 que posean 4 dormitorios y tienda y 44.000 pts las12 que, además de los 4 dormitorios, tengan la tienda bajo los porches comunales que delimitan la plaza central del poblado.
La preocupación de los dos arquitectos por conseguir unas viviendas confortables en una zona de clima tan duro se ve claramente en la forma de orientar los bloques, buscando la máxima exposición al sol en las fachadas, que miran al mediodía.
El deseo de insertarlas armoniosamente en un paisaje privilegiado se muestra en la manera de escalonar las viviendas, de sólo dos plantas, jugando con las curvas de nivel.
Además queda la constancia escrita de estas preocupaciones, así como la de conseguir que las nuevas viviendas resulten asequibles económicamente.
Podemos leerlo en la memoria que ya realizan ambos arquitectos: “Se ha procurado obtener, dentro de la economía en el uso de los materiales, una necesaria solidez unida a un aislamiento del medio ambiente “Incluso buscando que “Haya conformidad con el clima y con el carácter del terreno y de sus habitantes”
Aprobado por los comitentes el nuevo proyecto, que aprovecha, como es lógico, los estudios previos de transporte, suelo, etc., se procede a redactar la documentación oficial en la que el

Instituto Nacional de la Vivienda, el popular I.N.V. otorga poderes a los arquitectos para proceder a la iniciación del proyecto (4)
Los planos muestran que, además de los aspectos ya considerados de solidez, economía e inserción en el paisaje, también se tuvo en cuenta la construcción tradicional de la zona, con sus zócalos de piedra negra y sus pequeñas ventanas.
Todo estaba listo para realizar unos bloques de mampostería, revocada, salvo en las bases, pero lo realizado es totalmente diferente.
No hay mucha documentación sobre esta fase que parece surgir de un cambio, pactado entre los dos arquitectos, que conocen bien otras técnicas constructivas, y que saben podrá conseguir una disminución notable en el precio final, a la vez que recupera el paisaje.
Por las declaraciones de varios de los artesanos que trabajaron en esta obra sabemos que se hicieron tapiales, de diferentes dimensiones, que se rellenaron con cal, arcilla, algo de cemento y con el residuo del carbón que quedaba, como resto del picado, en el acarreo, ya en la superficie. Es lo que la gente de la mina conoce como *gandinga*, carbón desmenuzado, sin utilidad, que se arrojaba en el campo, colmatando los valles y ennegreciendo el paisaje.
Probada la resistencia de las tapias de carbón, se procedió a construir los tapiales con dimensiones adecuadas para esta mezcla y a realizar los muros exteriores.
Con los mismos componentes usados para hacer las tapias, pero en forma de adobe, se prepararon las piezas que, una vez secadas, fueron utilizadas para realizar toda la tabiquería interior.
Así, con el consiguiente ahorro en materiales, se fueron levantando los tres tipos de vivienda que son, básicamente, los mismos, salvo en el número de dormitorios.
Cada hogar se compone de un pequeño porche por el que se accede al zaguán, que antecede a la cocina-comedor. Luego están el aseo y uno de los dormitorios, así como el tramo de escaleras que lleva a la parte alta, con dos o tres dormitorios más, según la superficie de cada casa.
Si ésta tiene, además, una tienda, la parte baja se destina a comercio, almacén y un pequeño patio, y la zona alta a vivienda.
El novedoso sistema constructivo originó ciertas suspicacias entre los responsables municipales de Barruelo. A pesar de que era un barrio casi autónomo, en él vivían más de 1300 personas de las que se sentían responsables los miembros del Ayuntamiento.
Por ello envían, el 27 de julio de 1951, un escrito al Gobernador Civil de la provincia en el que hacen constar su preocupación “por el procedimiento constructivo, que generará problemas “, firmado por el Alcalde y por el Secretario del Ayuntamiento.
Sin embargo el Ministerio de Trabajo y el I.N.V reciben esta obra sin ninguna traba.
Desde entonces viven allí 226 familias, o los hijos de éstas, incluso algunas de las personas que ayudaron a construirlas permanecen allí todavía. Con su ayuda he podido reconstruir la fase final del proyecto, la construcción, que no se ciñe a lo contemplado en las memorias.
Las informaciones de Domingo Monteálvaro y de Rosario, su madre que llegó allí recién casada, han sido de particular ayuda pues me han hecho llegar a otros propietarios y artesanos que trabajaron en la obra.
Pocos años más tarde, tal como se tenía previsto, para cerrar la parte superior de la plaza que constituye el centro del poblado, encontramos el proyecto de la iglesia parroquial.
Esta vez es un trabajo de Font de Bedoya, en exclusiva, fechado en junio de 1958.
Se opta, en esta ocasión, por dar el aspecto de una casa más del barrio a la Iglesia de San José Artesano, construida de la misma manera, pero más grande. Como el resto tendrá su zócalo de piedra oscura y mampostería recercando los vanos y consolidando los ángulos y como las demás, sus muros irán encalados Su pórtico, en ángulo, con dos vanos de medio punto a cada lado, es como el porche que rodea la plaza. Pero su torre nos habla de que aquello es un templo.
El interior, con forma de cruz latina, era capaz para albergar a todos los fieles de la barriada.
Sin embargo este proyecto no fue el que finalmente se hizo, otro templo, también de Font de Bedoya, que es el que actualmente encontramos, fechado en abril de 1962.

De él también se conservan los planos que quizá se realizaron, cambiando totalmente el primer diseño, por un afán, muy de la época, de construir templos muy sobrios, ajustados más a las nuevas tendencias litúrgicas emanadas del Concilio Vaticano que a la idea de armonizar el recinto religioso con su entorno.

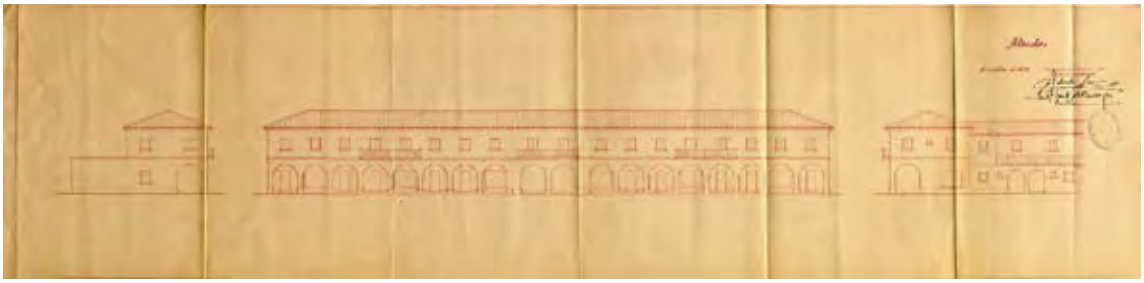
Notas

(1)Los duendes que se esconden en imprentas y ordenadores hicieron aparecer un error sobre esta obra en las Actas impresas del II Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra, celebrado en Madrid en septiembre del 2003.Allí se lee que el Ying Zao Faschi es del año 1090 *antes* de nuestra era cuando lo que tendría que poner es, junto al dato correcto, 1090 *después* de Cristo, que todavía recoge cuestiones constructivas utilizadas desde mil años antes de nuestra época.

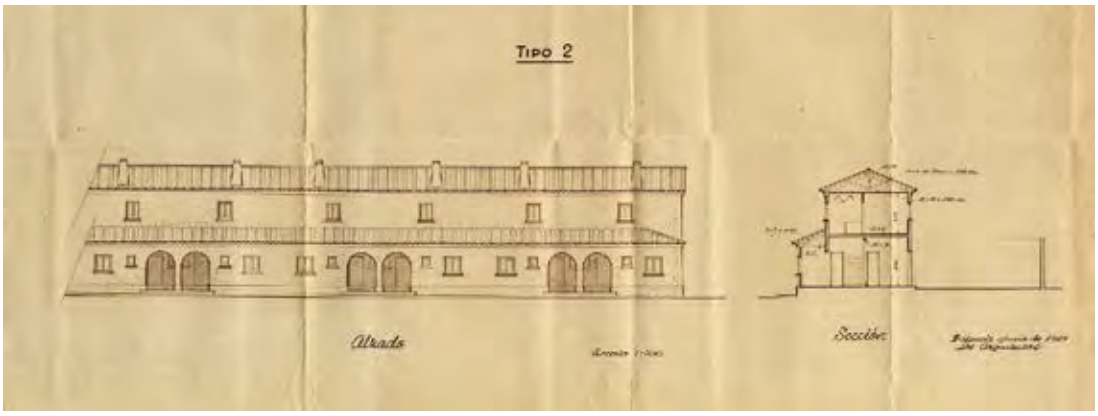
(2)Cándido García Germán nació en Palencia en junio de 1911.Cursó los estudios de Arquitectura en Madrid.

(3)Antonio Font de Bedoya nació en Palencia en julio de 1910.También realizó sus estudios de Arquitectura en Madrid

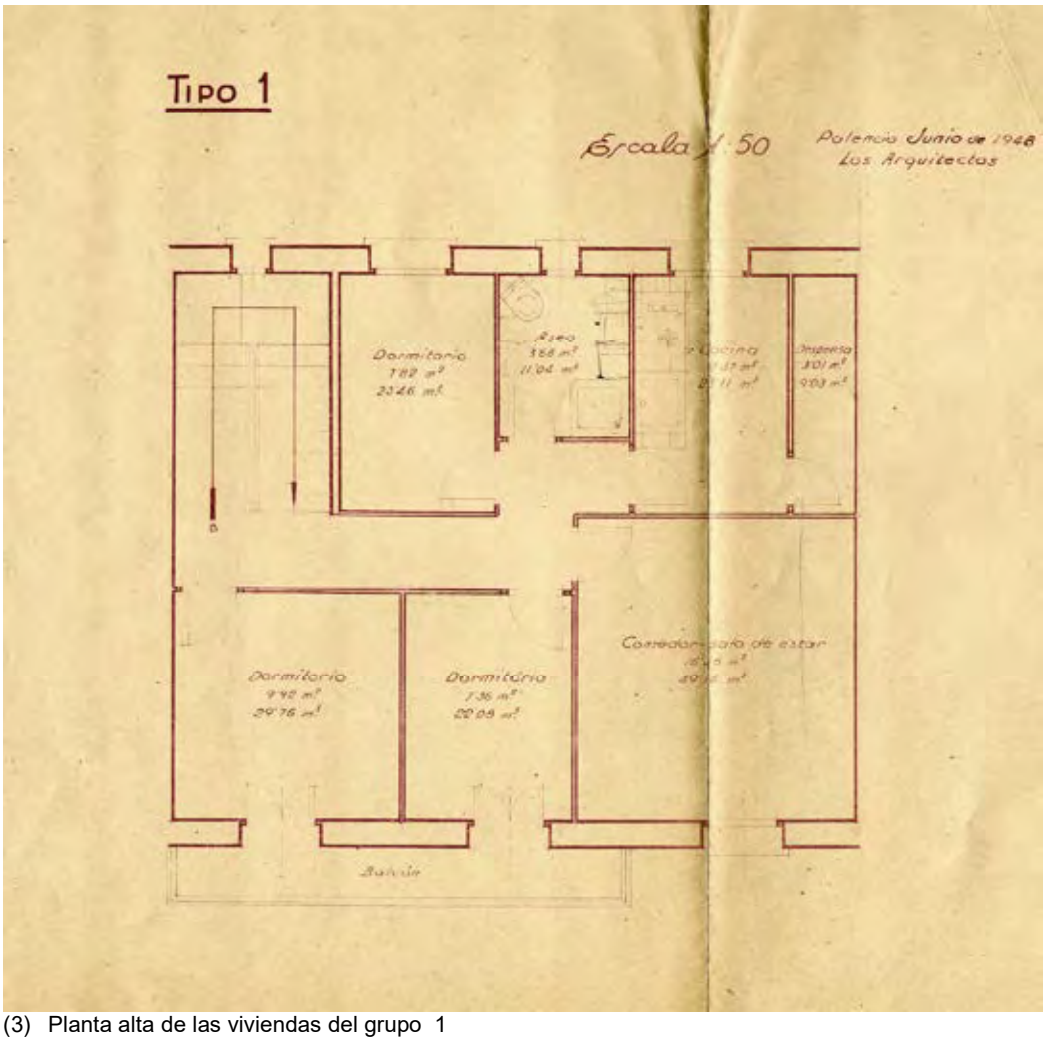
(4)El Instituto Nacional de Vivienda se creó en España tras la guerra civil, en 1939, con la intención de fomentar la construcción de viviendas para las clases más desfavorecidas, principalmente.



(1) Alzado de los bloques del tipo 1, que delimitan la Plaza Porticada. Construidos sobre locales dedicados a tienda, sus fachadas llevan balcones, que son exclusivos de esta zona.



(2) Fachadas del grupo de 210 viviendas. La entrada va retranqueada, cobijada por un pequeño porche



(3) Planta alta de las viviendas del grupo 1



(4) Alzado lateral de la Iglesia proyectada en 1958 con las mismas características constructivas que el resto de la barriada

Juana Font Orellano

Licenciada en Historia del Arte. Universidad de Valladolid
Cursos de Doctorado de los Departamentos de Historia del Arte y de Urbanismo de la Universidad de Valladolid
Master de Restauración y Recuperación de Patrimonio de la Escuela T. Superior de Arquitectura, Valladolid
Miembro del Grupo Tierra Universidad de Valladolid
Comunicación en II Seminario Iberoamericano de Construcción con tierra, Madrid, 2003:*La tierra en los Tratados y escritos sobre arquitectura*
.Comunicación en Congreso de Historia de la Construcción, Cádiz, 2005 *: De Cancho Roano a La Olmeda, mil años de construcción con tierra en la Hispania pre-islámica.*
Ponencia en Isle d, Abeau, Francia, 2005: *La tapia en los textos hispanos*
Comunicación en el Congreso sobre Patrimonio del Mediterráneo, Meknés, septiembre 2005 :*Le palais en terre du roi Pedro I*
Comunicación en Monsaraz, octubre 2005 : *Lo que aporta la construcción de tierra a la Arquitectura*
Comunicación en Cambridge 2006, The Second Congress on Construction History : *Earthen industrial buildings in the Canal of Castilla*
Ponencia, Universidad Oporto 2006: *Del Mundo Clásico al Islam*.
Autora de "Construçâo de terra em Espanha e Portugal", en *Arquitectura de terra em Portugal*. Argumentum .Portugal. 2005. Pgs.119-123

5.7

FUENTES DOCUMENTALES PARA LA INVESTIGACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA - APORTACIONES DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

Mercedes Ponce Ortiz de Insagurbe, Ana María González Serrano*
Departamento de Construcciones Arquitectónicas I
Escuela Técnica Superior de Arquitectura - Universidad de Sevilla
C/ Reina Mercedes, 2 - 41012 – Sevilla, España
Teléfono: 00-34-95 455 65 91 - Fax: 00-34-95 455 70 18
mponce@us.es - gserrano@us.es

Virtudes Azorín-Albiñana López
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja
C/ Serrano Galvache, 4 - 28033 – Madrid, España
Teléfono: 00-34-91 302 04 40
Fax: 00-34-91 302 07 00
E-mails: vazorin@csic.es

Palabras clave: fuentes - investigación- instrumentalización

Resumen
El presente trabajo nace como una propuesta integral de investigación. Parte de un objetivo principal: búsqueda y recopilación de la mayoría de las fuentes de información documental que pudieran establecerse durante los últimos 50 años del Siglo XX, específicamente en España y desde un centro de investigación español de la calidad que avala al CSIC, y el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Dicha búsqueda, a su vez, permite ampliar su ámbito de aplicación siempre que se establezcan de antemano los diferentes vínculos de conexión entre las áreas temáticas que pueden definirse.

La dispersión de los resultados de investigaciones y el desarrollo de programas específicos causan confusión a la hora de realizar búsquedas concretas de los textos publicados, de evaluaciones de resultados experimentales como son las pruebas de laboratorio, o datos de intervenciones cuyas experiencias aplicadas pueden contribuir a la transferencias de conocimientos, información, documentación y apreciación de nuevos campos de estudio e investigación.
Se viene realizando una base de datos, mediante la recopilación documental y catalogación de la información editada conocida y existente como instrumento de búsqueda de las publicaciones y sus contenidos, que constantemente se ve incrementada con nuevas aportaciones.

Específicamente, en lo que se refiere a la construcción con tierra cruda, la posibilidad de acceder a datos de estudios científicos, seriamente elaborados, se halla dispersa y en numerosos casos, cuando se conocen, el acceso es restringido. Las experiencias de aplicación de las técnicas constructivas tradicionales se localizan por zonas geográficas, pero existen puntos comunes que pueden ser compartidos con Latinoamerica, Europa y el Continente africano, que propician el intercambio de información y el estudio comparado entre las distintas soluciones constructivas y arquitectónicas. El vínculo de intercambio se realiza en encuentros como estos Seminarios o en Congresos que publican actas no siempre accesibles a nivel general.

Aplicando criterios de selección, clasificación e identificación de los documentos, se trata de crear diferentes vías de identificación de conexiones que permitan discriminar en la correspondiente búsqueda..
La posibilidad de que existan mecanismos de búsqueda de información que colaboren en la transferencia de investigaciones, el poder contar con un medio de intercambio de experiencias, un fondo documental que permita formar e informar y que a su vez, se sirva

de las nuevas tecnologías de la comunicación para crear una red temática virtual de consulta y de publicación documental, es el propósito con el cual podemos llegar a sumar voluntades y concretar objetivos dentro del amplio marco temático del fomento, análisis, investigación e intervención en las construcciones con tierra cruda. En esta comunicación se detalla la importancia que se le dio en el IETcc a la construcción con tierra cruda a través de la investigación sobre desarrollo y difusión de viviendas de bajo coste en la década de los 80. y la labor realizada desde la institución por el equipo de investigación que puso en marcha el proyecto: "Materiales, tecnologías y prototipos de viviendas de muy bajo coste" dentro del cuál fué parte muy importante los sistemas de construcción con tierra y las aportaciones al material y a la técnica coonstructiva realizado desde otros campos de la construcción.

Desarrollo

Las soluciones con tierra, consideradas a menudo como arquitecturas de un estrato socio cultural de nivel económico bajo resultan más habituales de lo que esperamos cuando observamos los buenos resultados obtenidos y la aplicación en grandes obras de arquitectura de muy diversa entidad. Desde fortificaciones a la arquitectura religiosa, de soluciones palaciegas a la arquitectura doméstica, en España es más frecuente localizar aportaciones con técnicas y materiales en los que interviene la tierra cuando exploramos y analizamos el patrimonio histórico construido. A pesar de su larga tradición e importante Patrimonio realizado con tierra cruda, son muy reducidas las líneas de investigación existentes sobre este material y las soluciones arquitectónicas resueltas con el mismo, pero no por ello sin falta de interés.

En España es necesario destacar la importante aportación llevada a cabo en los últimos años por el Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional (CIAT) de Segovia de Luis Maldonado Ramos y su equipo[1], o en el caso de la Universidad de Valladolid por José Luis Alonso Ponga, del área de la antropología, y sus estudios sobre la tradición en torno a la arquitectura de barro[2], o la profesora Soledad Camino Olea y su equipo[3] acerca de la arquitectura excavada; Y al Sur, los de la Universidad de Granada, y los de la Universidad de Sevilla del Proyecto de investigación I+D BIA2004-01092 al que pertenece la profesora Mercedes Ponce[4]. Más allá de estos grupos se contempla la difusión del conocimiento por organismos profesionales o cursos formativos del sector de la construcción con limitada difusión.[5]

La dispersión en el conocimiento de los documentos existentes sobre arquitectura y construcción en tierra cruda y la dificultad de localización de los mismos para su consulta, resultan un impedimento importante para profundizar en el conocimiento científico sobre el material, las técnicas constructivas, la normalización y las vías abiertas de investigación en un campo que, a pesar de haber sido calificado dentro de lo tradicional, vernáculo o artesano, cada día potencia su valor en determinados ámbitos donde la sostenibilidad, la ecoeficiencia, la economía o la falta de recursos reconocen la arquitectura de tierra como propuesta de mayor viabilidad. Una arquitectura que desde siempre ha tenido presencia tanto en el Patrimonio histórico como cultural, y que aún plantea vacíos legales para establecer programas de actuación, recuperación, consolidación, rehabilitación, y de ejecución, así como de difusión del conocimiento del material y la técnica coonstructiva, para la formación de operarios y técnicos capacitados.

Desde las actividades realizadas en torno a la tierra cabría destacar la desarrollada por centros de investigación, la celebración de seminarios, jornada y Congresos, tanto nacionales como internacionales, que no siempre están suficientemente anunciados y por tanto suelen escapar a nuestra información y posible consulta. A ello debemos añadir la dificultad de acceso a las actas y documentos facilitados en las mismas y que conscientes de ello, se viene soslayando en las actividades organizadas durante los últimos años, pero que no siempre ha sido así. Al menos en primera medida se hace necesaria su identificación, catalogación y localización y, en la medida de las autorizaciones disponibles, su difusión digital para facilitar la consulta.

Traemos en este caso las aportaciones que en el campo de la arquitectura de tierra se vienen realizando de forma científica y rigurosa por uno de los centros de investigación con mayor prestigio en construcción y de mayor antigüedad en España, con fuerte repercusión en el campo de la arquitectura e ingeniería, así como las posibilidades que ofrece tanto la consulta de sus fondos como la realización de propuestas de colaboración con la propia entidad.

Si retrocedemos en el tiempo la arquitectura de tierra en España tiene un interés investigador relativamente reciente y sus frutos más relevantes son recogidos en las revistas científicas del área de la construcción, con máxima repercusión en Iberoamérica.

Hasta la fundación en 1898 del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción[6], las aportaciones al conocimiento de los materiales en España venían realizándose por el Cuerpo de Ingenieros militares del Ejército[7]. La construcción en sí misma tendrá que esperar a 1934 a que, por iniciativa de un grupo de profesionales, se fundara el Instituto Técnico de la Construcción y la edificación. Su evolución como centro de investigación en un periodo de consolidación y recuperación de la Posguerra española pasará por su incorporación al Centro superior de investigaciones Científicas (CSIC). Desde entonces consolidará su sede y en 1953 quedará afincado definitivamente en su edificio de "Costillares" como cariñosamente denominamos al centro que lleva el nombre de su fundador: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.(ICCET)

El ICCET tiene entre sus objetivos el apoyo tecnológico a la industria desde los materiales, las técnicas de construcción, estudios teóricos y estudios económicos, la investigación y la difusión del conocimiento.

En el ámbito de la investigación con tierra cruda el grupo de investigación del Instituto coordinado por Julián Salas estableció diversas líneas de trabajo sobre el problema de la vivienda social en Iberoamérica bajo el título "Materiales, tecnologías y prototipos de viviendas de muy bajo coste" (V.M.B.C.) aprobado por el Consejo Técnico del Instituto el 13 de Diciembre de 1983. Entre las líneas de trabajo se contemplaba la evaluación del estado de la cuestión en ese momento y la recopilación bibliográfica; el estudio de materias primas y la cuantificación de especificaciones mínimas; el empleo de diversos materiales como árido en la composición de una masa heterogénea y la caracterización de algunas tierras utilizadas en soluciones arquitectónicas de tierra en España. Los resultados de este equipo de trabajo fueron publicados en sucesivas revistas y cursos promovidos por el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Dentro de las actividades del ICCET se establece la difusión del conocimiento y la formación de expertos profesionales vinculados a la arquitectura o ingeniería; Esta actividad es canalizada con la realización de los Cursos de Estudios Mayores de la Construcción (CEMCO) que vienen impartiéndose desde 1956, de carácter teórico-práctico, internacional y pluridisciplinar del profesorado.

Los trabajos que se desarrollaron en el Seminario 9 del Curso CEMCO de 1988 fueron consecuencia de la reunión en Madrid del Comité del Proyecto XIV.1 "Tecnología para viviendas de interés social en Iberoamérica" del programa Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Vº Centenario (CYTED-D), así como de la exposición de los resultados del trabajo de investigación aplicada desarrollado en el trienio 1985-87 por el equipo de investigación "Viviendas de muy bajo coste" (V.M.B.C.)
El objetivo de este Seminario CEMCO fue constituir un mesa de debate sobre aspectos tecnológicos del problema de la vivienda social en Iberoamérica y en la cual tuviesen un papel destacado en la discusión de los resultados, los técnicos latinoamericanos que informaron de la gravedad del problema en estos países, en un intento de hacer vigente la Declaración de Vancouver (HABITAT-76) sobre los asentamientos humanos[8].

Entre las materias previstas en este Seminario destaca para nuestro estudio el de Materiales, donde se analizan los hormigones a base de desechos agroindustriales, aspectos específicos de la tierra como material de construcción y la viabilidad de la madera en la realización de viviendas de muy bajo coste. Para ello era prioritario el estudio de soluciones autóctonas inmersas en la problemática local y el estudio en el campo de la vivienda de interés social para poder llevar a cabo un intercambio de ideas y proyectos que superase la cooperación internacional basada en un colonialismo mercantil.[9]

En el Campo de la difusión del conocimiento, el Instituto Eduardo Torroja tuvo su primera aportación con la creación del Servicio de Información bibliográfica que, dividido en tres secciones, Sección de Trabajo y Experimentación, Sección de Información bibliográfica de Información y Sección de Divulgación, tenía como propósito inicial informar a los sectores de la construcción sobre los avances producidos tanto en España como en el extranjero. De ellas, la Sección de Publicaciones será la encargada de llevar a cabo la edición de revistas, boletines y libros que edita el Instituto.

Aunque uno de los temas que centran la atención de la producción que en el se realiza es el hormigón en sus variadas líneas de trabajo, no es la única, y así, dentro de las actividades del Instituto, entre las labores de divulgación del conocimiento, la tierra también es objeto de formación para profesionales del sector de la construcción.
Dentro de la producción científica, el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), al que pertenece el Instituto, dispone una serie que, con el título MONOGRAFÍAS, recoge trabajos científicos de investigación de carácter temático desde 1945, y entre los cuales llegó a difundirse las aportaciones realizadas desde el grupo de investigación del profesor Salas.

Con el título "*La tierra material de construcción"*, la Monografía nº 385/386 se edita en el año 1987. En ella se recogen las ponencias presentadas en las jornadas técnicas de divulgación y debate "LA TIERRA, MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN" celebradas en el IETcc los días 5-6 de junio de 1986 y organizadas por el equipo de investigación de este Instituto del CSIC responsable del proyecto *"Materiales, tecnologías y prototipos de viviendas de muy bajo coste".*[10] En la presentación de la monografía Julián Salas defiende que la tierra como material de construcción puede ser una bandera de cooperación solidaria con Latinoamérica en el marco del V Centenario del Encuentro de dos Mundos y dentro del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. CYTED-D. Destacamos de esta monografía la visión global de la tierra como material de construcción y las repercusiones del mismo tanto en procesos de nueva construcción como en intervenciones sobre el Patrimonio construido, refrendadas por diversas intervenciones en España, Francia y países de Iberoamérica.

De la Sección de Publicaciones encargada de llevar a cabo la edición de revistas, boletines y libros que edita el Instituto, queremos destacar la aportación al conocimiento que realizan dos revistas con índices de calidad: la revista *Materiales de Construcción* y la revista *Informes de la Construcción*.

La primera, "Materiales de Construcción", orientada a la exposición de trabajos relacionados con las propiedades y el comportamiento de los materiales, así como a la difusión de las aportaciones sobre nuevos materiales y posibilidades de mejora del comportamiento de los existentes, tuvo en 1988 su aportación directa al campo de la construcción en tierra en el nº 210, vol. 38 de abril-junio con el título "*Análisis de resultados de ensayos de resistencia de probetas de tierra"* escrito por Julián Salas, María Jesús Guinea y Juan Diego Bernal. En él, partiendo de un suelo concreto, tierra roja de Soria, de la que se aportan datos para su caracterización físico-química, se realizan series de probetas de 4x4x16 cm, sobre las que se estudió la influencia del aumento de cemento sobre distintas proporciones tierra/arena; la repercusión del tipo de cemento y la trascendencia de la variación de la proporción de

cemento sobre relaciones concretas tierra / arena, presentando en todos los casos los valores a compresión, a flexotracción, así como la interrelación entre ellos.

Otra publicación periódica de especial interés para nuestro sector es la revista *Informes de la Construcción*. Como describe la página Web del Instituto ICCET, La revista *Informes de la Construcción* se considera "una publicación científico-técnica que desde su publicación en 1948 permanece como foro abierto y vivo de exposición y debate de todos los avances relacionados con la construcción" y que sintetiza en una función divulgativa, didáctica y de formación en todo lo relacionado con el proceso de materialización de un proyecto arquitectónico. Desde entonces esta publicación recoge en sus páginas los artículos más interesantes, de máxima actualidad, y de innovación, sobre aspectos relevantes que afectan fundamentalmente al campo de la ingeniería y de la arquitectura. Por tanto, por tratarse de ciencias aplicadas, recoge aspectos referentes a la física, a la química, a la matemática, a la mecánica o a la resistencia de materiales[11].

Pero aún añadiríamos a este marco de intenciones, que es la primera revista que con continuidad hasta nuestros días realiza una difusión del conocimiento constructivo tanto de las aportaciones españolas de la segunda mitad del siglo XX, como de las aportaciones más relevantes que a la construcción de la arquitectura se están llevando a cabo en Europa y en otros continentes con aportación tecnológica.

Vicente MAS, con motivo de la celebración del cuarenta Aniversario de la publicación llega a calificarla como edición Reina del Torroja[12], en la que además se descubren aportaciones sobre innovaciones técnicas desarrolladas en el campo de la construcción, y por tanto las investigaciones realizadas desde otras ciencias, como la Física, la Química o la Mecánica, aplicadas al campo de la Arquitectura y de la Ingeniería. A pesar de la variada difusión de publicaciones periódicas en estos momentos vinculadas al mundo de la arquitectura, Revista Nacional de Arquitectura, Domus, Casabella, o de carácter más constructivo como Anales de la Construcción y de la Industria, La construcción Moderna, o El Constructor, la continuidad de las mismas con una temática enfocada al campo específico de la construcción española, solo ha sido posible en los contenidos de Informes de la Construcción.[13]

De los trabajos recogidos en los números publicados destacaríamos las aportaciones de los números 361y 362 de 1984, con estudios de tierra como propuestas de sostenibilidad:

Díaz Gutiérrez, A.	Sistema constructivo "Quincha Prefabricada". Perú	Nº	361	Junio	1984
Quintana, L.	Soluciones actuales al problema de la vivienda en Iberoamérica. Venezuela	Nº	361	Junio	1984
Suárez Ibarra, S.; Oteiza, I. de	Viviendas de bajo costo Sistema SALVY. Maracaibo, Venezuela	Nº	361	Junio	1984
Berretta, H.; Mendizábal, M.	Soluciones actuales al problema de la vivienda en Iberoamérica	Nº	362	Julio	1984
Alva, A.	Sistema constructivo de tecnología intermedia como solución al problema de vivienda de las áreas marginales y socioeconómicamente deprimidas de una ciudad. Lima, Perú	Nº	362	Julio	1984

Y las exposiciones sobre sistemas constructivos de tierra de los números 362, 365 de 1984 y 377 y 382, de 1986,

Álvarez, M. (1); Guinea, M. J. (1);	Construcciones a base de tierra	Nº	365	Noviembre	1984

Nahoum, B.	El cooperativismo de ayuda mutua en el Uruguay: una alternativa popular y autogestionaria de solución al	Nº	362	Julio	1984
Pizzi, C. O.	Posibilidad de mejoramiento tecnológico de la vivienda rural en Latinoamérica. Córdoba, Argentina	Nº	362	Julio	1984
Sartorío, R.; Siniak, M.	Investigación sobre la vivienda rural en el nordeste de la República Argentina y propuesta para el déficit actual	Nº	361	Junio	1984
Galdieri, E.	Arquitectura de tierra -histórica y moderna- en Italia	Nº	377	Enero / Febrero	1986
Salas, J.; Moreno, R.	"Le domain de la terre", un conjunto de realizaciones-piloto a base de tierra, en L´Isle D´Abeau, Francia	Nº	377	Enero / Febrero	1986
Pereira, H.	Dos edificios públicos a base de tierra en Chile	Nº	377	Enero / Febrero	1986
Esteban Sáiz, J. L.	La arquitectura popular como base de una arquitectura Bioclimática. Aplicación al enfriamiento pasivo	Nº	385	Noviembre	1986
Instituto Nacional de Investigación y	Construcciones en adobe. Disposiciones especiales para diseño sismorresistente	Nº	377	Enero / Febrero	1986
Barrios, G.; Álvarez, L; Arcos, H;	Comportamiento de los suelos para la confección de adobes	Nº	377	Enero / Febrero	1986
Estrada, E.; Barbero, J. M.	Posibilidades estructurales de materiales a base de cal como conglomerante: primeros resultados	Nº	385	Noviembre	1986
Díaz Romeral, J.; Guinea, Mª J.;	Primeros resultados del trabajo de investigación sobre la tierra como material de construcción en el IETcc	Nº	377	Enero / Febrero	1986
Estrada, E.; Rohmer, E.	Comprobaciones resistentes de elementos constructivos de tierra	Nº	385	Noviembre	1986
Marussi, F.	Bóvedas a base de quincha en las edificaciones monumentales del Virreinato del Perú	Nº	377	Enero / Febrero	1986
Díaz Romeral	Maquinaria para la producción de construcciones en tierra	Nº	377	Enero / Febrero	1986
Aranfa, F.	La arquitectura del material único: Arquitectura subterránea excavada en Levante	Nº	397	Septiembre /	1988
Lewicki, B.	Evaluación de estructuras de muros resistentes	Nº	398	Noviembre /	1988
Montero, R.; Montero, G.	Adobe + behareque: "lo nuestro"	Nº	402	Julio / Agosto	1989
Borges, J.; Yáñez, A. (Venezuela)	"Tapia tradicional" hacia el rescate y mejora de una tecnología	Nº	402	Julio / Agosto	1989
Maldonado, L.; Castilla, F. J.; Vela,	La técnica del tapial en la comunidad autónoma de Madrid. Aplicación de nuevos materiales para la	Nº	452	Noviembre /	1997
Vázquez Espi, M.	Construcción e impacto sobre el ambiente: el caso de la tierra y otros materiales	Nº	471	Enero / Febrero	2001
Maldonado Ramos, L.; Castilla Pascual,	Rendimiento y coste energético en la construcción de cerramientos de fábrica de adobe y bloque de tierra	Nº	473	Mayo / Junio	2001
Olivares, M.; Salvador, R.	Utilización de ladrillos de Adobe estabilizados con cemento Portland al 6 y reformados con fibra de coco,	Nº	478	Marzo / Abril	2002
González, Mª. J.; Silva, J.; Valbuena,	La tierra y el sol como elementos básicos de la arquitectura: las diez viviendas de Amayuelas de Abajo,	Nº	486	Julio / Agosto	2003

Podemos observar que aunque muy puntual, la tierra ha sido y sigue siendo un tema de actualidad y de interés para la investigación y que por su desconocimiento se hace necesario difundir las aportaciones realizadas en todos sus campos, ya de forma directa como a través del estudio de materiales o soluciones constructivas que puedan modificar la solución finalmente ejecutada. En este aspecto debemos recoger también los artículos en los que de forma directa se recogen las investigaciones realizadas con otros materiales para la mejora de las propiedades y del comportamiento de la tierra:

Nadal, J.	El suelo estabilizado, material de construcción. 5.- Aplicaciones en edificación	Nº	140	Mayo	1962
Nadal, J.	El suelo estabilizado, material de construcción. 3.- La compactación de suelos	Nº	138	Marzo	1962
Nadal, J.	El suelo estabilizado, material de construcción. 4.- La compactación en carreteras	Nº	139	Abril	1962
Nadal, J.	El suelo estabilizado, material de construcción. 6.- Los conglomerantes como estabilizantes del suelo	Nº	141	Junio	1962
Nadal, J.	El suelo estabilizado, material de construcción. 7.- La cal, como adición para estabilizar suelos arcillosos	Nº	142	Julio	1962
Chinchilla, M.	Máquina ligera para la estabilización de suelos	Nº	143	Agosto / Septiem	1962
Alaman, A.	Necesidad del aislamiento térmico en la edificación actual	Nº	243	Agosto / Septiem	1972
Tobio, J. M.	Investigación de la construcción	Nº	253	Agosto / Septiem	1973
Peña Aznar, J. M. de la	Estudio sobre encofrados de madera modernos. Parte III	Nº	324	Octubre	1980
Peña Aznar, J. M. de la	Estudio sobre encofrados de madera modernos, partes IV, V y VI	Nº	325	Noviembre	1980
Guinea, J.; Díaz Romeral, P.	La construcción en yeso, ¿una solución para los países en vías de desarrollo?	Nº	382	Julio	1986
Guinea Díaz, M. J.	Construcciones en yeso proyectado sobre vegetales	Nº	382	Julio	1986
Mallart, J.	El yeso, un material apropiado para una construcción barata	Nº	382	Julio	1986

Si profundizamos en como se construye con tierra, las posibles técnicas constructivas y las consideraciones a tener en cuenta sobre los materiales que intervienen y su puesta en obra, la actualización de nuestro conocimiento y el planteamiento de propuestas innovadoras requiere la consulta de líneas de trabajo que no están contenidas en el concepto"tierra" pero que pueden llegar a ser afines y permitirnos extrapolar resultados. Por tanto, podremos realizar una segunda prospección en los contenidos de la revista en la que surgen una serie de temas en los que ya se han trabajado soluciones, posibilidades y alternativas de las que segura podemos recoger alguna aportación:

	Granulometría	Nº	005	Noviembre	1948
J.G.	Estudio del suelo por métodos sísmicos	Nº	007	Enero	1949
A.R.L.	Medidas in situ de la permeabilidad de los suelos y sus aplicaciones	Nº	010	Abril	1949
J.G.	Estructura y determinación de los minerales arcillosos	Nº	010	Abril	1949
J.G.S.	La vermiculita en la construcción	Nº	018	Febrero	1950
Blas, I. de	Maquina para inyectar a presión mortero y lechada	Nº	034	Octubre	1951
Calleja, J.	Nuevas técnicas para el estudio de los aglomerantes hidraúlicos	Nº	039	Marzo	1952
	Yeso	Nº	042	Junio / Julio	1952
	Las cenizas volantes como material de construcción	Nº	042	Junio / Julio	1952
	Estabilización con cementos de suelos con alto contenido en arcilla	Nº	048	Febrero	1953

	Estudio del yeso. IV impermeabilización	Nº	049	Marzo	1953
García de Paredes Gaibrois, P.	Cenizas volantes	Nº	096	Diciembre	1957
Campo, M. Del	El Yeso: su normalización internacional	Nº	147	Enero / Febrero	1963
Rocci, S.	Bases estabilizadas con cemento	Nº	160	Mayo	1964
Fernández Cánovas, M.	Las resinas epoxi en la construcción	Nº	159	Abril	1964
Fernández Cánovas, M.	Los cambios de temperatura en los revestimientos epoxi	Nº	189	Abril	1967
Vie, G.	Interesantes aplicaciones de las resinas sintéticas en obras de ingeniería civil	Nº	226	Diciembre	1970
Paez Balaca, A.	Nuevos usos del cemento	Nº	289	Abril	1977
Esteban, J. L.	Aportaciones al estudio de las características termofísicas de los materiales homogéneos	Nº	381	Junio	1986
Salas, J.; Gómez, G.; Veras, J.	Hormigones con ceniza de cáscara de arroz (RHA): influencia del curado y del agua de amasado	Nº	385	Noviembre	1986
García Santos, A.	Comportamiento mecánico de yeso reforzado con polímeros sintéticos	Nº	397	Septiembre /	1988
Chinchila, M.	Arenas normalizadas españolas. Su preparación (1ª parte)	Nº	394	Marzo / Abril	1988
Tabera, G.	La resistencia mecánica a compresión como paramento para el control y seguimiento de la arena normalizada (2ª	Nº	395	Mayo / Junio	1988
Frías, M.	Nuevas aplicaciones de técnicas instrumentales en la valoración de las características de los materiales	Nº	410	Noviembre /	1990
García de Paredes, P.	El agua del mar y los aglomerantes hidráulicos	Nº	044	Octubre	1952
	La arcilla, materia prima para materiales de construcción	Nº	062	Junio / Julio	1954
Vié, G.	Las utilizaciones de los esquistos carboníferos en la construcción	Nº	284	Octubre	1976

En la actualidad el Plan Nacional recoge tres aspectos fundamentales: investigación, desarrollo y el más reciente, Innovación. En esta combinación de tiempo pasado, presente y futuro, son los fondos documentales de IC, y del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, fuente de conocimiento para promover actuaciones y estudios innovadores al estado tecnológico de la construcción de la arquitectura y de la ingeniería civil con tierra en sus diversas posibilidades.

Para plantear posibles accesos a estos fondos orientados a distintas líneas de investigación, podríamos distinguir fundamentalmente: Investigaciones de carácter teórico e investigaciones de carácter práctico.
En lo referente a las posibles investigaciones de carácter teórico, cabe la posibilidad de realizar una investigación minuciosa sobre aspectos constructivos de la arquitectura de tierra cruda, no solamente de edificios, y no solamente de España, puesto que como publicación patrocinada por el Instituto técnico de la construcción primero, Instituto Eduardo Torroja posteriormente, recoge aportaciones del campo de la Ingeniería, puentes, edificios para la industria, grandes obras de infraestructura, y obras más significativas que coetáneamente se venían realizando en el resto del mundo.
Las investigaciones que en esta línea pueden realizarse estarían centradas en las soluciones arquitectónicas, bien por el programa de necesidades, bien por la tipología estructural, y su repercusión en nuevas propuestas tipológicas, en este caso no únicamente

para la arquitectura sino también con posibilidad de planteamientos investigadores en los materiales.

En la línea de estudios teóricos existe la posibilidad de plantear métodos de investigación con base en las soluciones constructivas que dan respuesta a las demandas de la arquitectura y la construcción. Las líneas específicas vendrían marcadas por el seguimiento de las condiciones de habitabilidad, condiciones de confort, la tipología estructural, la normalización del proyecto constructivo, la calidad de los procesos vinculados a la ejecución.

Puesto que tanto la arquitectura como la ingeniería no son nada, imágenes tal vez, si no son finalmente construidas existe una investigación práctica desde el Instituto ha sido seguida desde mediados del siglo XX. Desde la aportación de nuevos materiales por parte de la industria y el ensayo de sus posibilidades para aplicarlo en algún momento del proceso constructivo, las investigaciones sobre métodos que optimicen las técnicas constructivas y que minimicen el coste económico final del objeto materializado han supuesto y aún suponen un arduo trabajo de planteamientos sobre el conocimiento, caracterización y aplicación de los productos a la construcción de tierra.

La repercusión que un producto llega a tener en la industria de la construcción supone una adaptación, mejora, y a veces innovación, de los sistemas constructivos que han venido siendo utilizados como tradicionales.

En efecto, Informes de la construcción supondrá un hilo conductor de la construcción durante la segunda mitad del siglo XX, buena prueba de ello es su continuidad y la capacidad de adaptación a las materias de mayor interés demandadas por el lector. Pero a su vez, la vinculación con distintos sectores vinculados al proceso constructivo va a ofrecer la posibilidad de realizar una búsqueda de las innovaciones en medios auxiliares, en equipos de obra.

Las posibilidades del Servicio de Publicaciones del Instituto como fuente documental son innumerables. En la medida que durante el amplio periodo de su publicación han aparecido nuevos temas vinculados al proceso constructivo la institución se ha hecho eco de ellos. Podríamos decir que las posibles líneas de investigación son tantas como códigos utiliza en la identificación de sus artículos, y aún más, para ello y en el siglo de las comunicaciones debemos considerar un nuevo planteamiento de ofrecer esta información y relación entre el lector y la editorial y al menos mantener los indicios de calidad demostrados hasta el momento.

Citas y notas

1 MALDONADO RAMOS, L. Y otros: *"La Construcción con tierra en la arquitectura Contemporánea Española. La experiencia de la Dirección General de Regiones Devastadas*" en IV Seminario Iberoamericano de construcción con tierra.
MALDONADO RAMOS, Luis; VELA COSSIO, Fernando. *Curso de Construcción con Tierra (I) Técnicas y Sistemas Tradicionales*. Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, España. 1999.
MALDONADO RAMOS, Luis; VELA COSSIO, Fernando. *Curso de Construcción con Tierra (III) Nuevas aplicaciones de la Tierra como material de construcción.* Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, España. 1999.

[2]ALONSO PONGA, jose luis: "*Las Construcciones tradicionales en barro como patrimonio rural en la tierra de Campos*" en *IV Seminario Iberoamericano de construcción con tierra.*

3 BASTERRA, Alfonso y JOVÉ, Felix,: *"Comportamiento de bloques de tierra comprimida sometidos a diferentes condiciones de humedad"*. Actas II Seminario Iberoamericano de construcción con tierra.

4 GRACIANI, A.;TABALES,M.a.;PONCE,M y otros: "*Revisión crítica de las analíticas sobre las fábricas de Tapial en la Muralla Islámica de Sevilla*" en *I Jornadas de Investigación en Construcción.* Ed. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja y Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España 2005. pps 213-222

5 Destacaríamos las siguientes aportaciones de la profesora GONZÁLEZ SERRANO:

GONZÁLEZ SERRANO, A. y GURRIARÁN, P."*Excavando en la historia y arquitectura de nuestros pueblos*" en *Boletín FIDAS* Fundación para la Investigación y Difusión de la Arquitectura, Sevilla. Publicación mensual. Número 19, Mayo año 2000, Año 2, Época 2. p18

GONZÁLEZ SERRANO, A.: "*LAS FÁBRICAS DE TIERRA"* dentro del Curso "*Materiales y Técnicas de la Restauración arquitectónica: Obra de fábrica y madera*".Organizado por: ACRAM (Aula de Construcción y Rehabilitación de la Madera), Vicerrectorado de Relaciones Institucionales y Extensión Cultural de la Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica. Fecha: 19,20,21,26,27, 28 de marzo y 3 de abril de 1998.

GONZÁLEZ SERRANO, A.: "RESTAURACIÓN DE FÁBRICAS DE TIERRA" dentro del Curso "Restauración arquitectónica: Materiales y técnicas tradicionales y medioambientales".Curso organizado por: la Universidad Internacional de Andalucía. Noviembre de 1999.

GONZÁLEZ SERRANO, A.: "Patologías en muros de mampostería: Concepto de Análisis del edificio, Diagnóstico e Informe-Dictamen patológico". Curso organizado por el Consejo Profesional de Agrimensores, Ingenieros y Profesiones afines y Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta (Argentina). 2 de septiembre de 2003

GONZÁLEZ SERRANO, A.: "Patologías en muros de mampostería y ladrillo. Metodología de Trabajo en el Análisis Patológico" . Curso organizado por: Cátedra de Construcción III, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán (Argentina). septiembre de 2003

6 AZORÍN, V y otros: "El Instituto de la Construcción y del Cemento: De la Investigación científica a la innovación tecnológica" en Actas del cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Cadiz, España.2005. pps 111-120

7 PONCE, Mercedes. "*Las fuentes documentales para el estudio de la construcción militar de los siglos XVIII y XIX"* en *Actas del tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Sevilla, España.2005. pps 859-868

8 Declaración de Vancouver (HABITAT-76) sobre los asentamientos humanos: "Los gobiernos y la comunidad internacional deben facilitar la transferencia de tecnología y experiencia particulares, así como alentar y prestar asistencia en la creación de una tecnología local más adecuada a las características y patrones socio-culturales de las poblaciones, mediante acuerdos bilaterales o multilaterales, teniendo en cuenta la soberanía y los intereses de los Estados participantes. Los conocimientos y experiencias acumulados en materia de asentamientos humanos deben de estar a disposición de todos los países. Las instituciones de investigación y académicas deberían contribuir más plenamente a este esfuerzo, prestando mayor atención a los problemas de los asentamientos humanos.

9 El programa del Curso celebrado en Madrid, España del 3 al 6 de Mayo de 1988 bajo el título TECNOLOGÍA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN IBEROAMÉRICA estuvo coordinado por Julián Salas con el siguiente programa:

PRIMERA JORNADA:
POLÍTICAS Y PLANTEAMIENTOS
- Tecnologías para viviendas de interés social en Latinoamérica
Julián Salas-IETcc. VMBC
- América Latina: ciudades sin vivienda y vivienda sin ciudad
Carmen Gavira. ETSICCP
- La formación del profesorado y el problema de la vivienda en Latinoamérica
Luiz Gastao de Castro. Facultad de Sao Carlos, Brasil.

- Asentamientos espontáneos en Latinoamética
Edgardo Martínes I.H.S. Bowcenturm. Rótterdam. Holanda
- Políticas y soluciones actuales al problema de la vivienda en Latinoamérica
Ricardo Jordán. Jefe de la Unidad CEPAL-CNUAH

SEGUNDA JORNADA:
MATERIALES PARA VIVIENDAS DE MUY BAJO COSTE
- Conglomerantes, hormigones y componentes con desechos industriales.
Marina Álvarez y Julián Salas. IETcc-CSIC. VMBC
- La tierra y su estabilización
María Jesús Guinea.IETcc. VMBC
- Las construcciones de tierra frente al sismo
Gladis Villa-García. U.P.C. de Lima, Perú
- La tierra material de construcción en Latinoamérica
Gastón Barrios. U.C. Santiago de Chile
- La madera en la construcción de V.M.B.C.
Javier Piqué. VMBC

TERCERA JORNADA:
COMPONENTES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS
- Precisiones sobre la autoconstrucción en Latinoamérica
Julián Salas. IETcc-CSIC. VMBC
- Saneamiento y depuración de bajo coste: estado del arte
Luis Fernández. IETcc-CSIC. VMBC
- Cubiertas de bajo coste
Pablo Díaz Romeral. IETcc-CSIC. VMBC
- Investigación-acción: sistemas BENO y MAS
Horacio Berreta. Director CEVE, Córdoba. Argentina
- Cooperativismo de ayusa mútua: la experiencia urugaya
José Luis Livni. Centro Cooperativista Urugayo
- Prefabricación de viviendas: la experiencia cubana
Rene Saladrigas
- Prefabricación: enseñanza y problemas
Julián Salas. IETcc-CSIC. VMBC

CUARTA JORNADA
AUTOCONSTRUCCIÓN: CONSTRUCCIÓN PROGRESIVA Y PARTICIPATIVA
- Ciencia y tecnología para el desarrollo. V Centenario
Manuel Casero. Secretario General CYTED-D
- El subprograma: Tecnología para la vivienda de interés social
Julián Salas. IETcc-CSIC. VMBC. Coordinador del Subprograma XIV del CYTED-D
- Investigación al servicio de la autoconstrucción: experiencia brasileña
Rosa Mª Zenha. Sao Paulo
- Aportaciones del sector informal
Magda Peña. CETAL. Chile
- La experiencia mexicana del Fondod Nacional de Habitaciones Populares
Arturo Delgadillo. FONHPO. México

- Experiencias ecuatorianas a base de madera
Fernando Chaves. Director ALAHUA
- Sistemas constructivos para la autoconstrucción
Victor Saúl Pelli. Director I.I.D.Vi, Resistencia. Argentina

10 La Monografía contiene los siguientes trabajos:

CAPITULO I: LA TIERRA UN MATERIAL A INVESTIGAR
- La tierra, material de construcción en los centros de investigación. Pablo Díaz-Romeral Bringas. IETcc-CSIC.
- La tierra, un material a investigar. Antonio García Verduch. ICV-CSIC
- La tierra, material resistente al agua. Mª Jesús Guinea Díaz. IETcc-CSIC
- La tierra. ¿Material sismorresistente?. José I. Álvarez Baleriola. IETcc-CSIC

CAPITULO II: LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA. OBJETO DE RESTAURACIÓN
- La construcción en tierra objeto de restauración. Ignacio Garate Rojas. Ministerio de Cultura
- La torre de la sultana, de los adarves o de arriate en la Alambra de Granada. Francisco Javier Gallego Roca. Arquitecto

- Restauración de la muralla de Niebla en Huelva. Ismael Guarner González. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Rehabilitación de la casa-castillo de Betera. Valencia. Francisco Jurado Jiménez. Arquitecto

CAPÍTULO III: ASPECTOS TECNOLÓGICOS Y ECONÓMICOS DE LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA
- La construcción con tierra estabilizada. Utilización de la puzolana de síntesis. Joseph Tuset. I.N.S.A.
- Barro y cemento. Dos tecnologías conexas.Mariano Vázquez Espi. ETSAM
- Aspectos económicos de las construcciones con tierra. Julián Salas. IETcc-CSIC

CAPÍTULO IV: REALIZACIONES CON TIERRA
- Construyendo con tierra en los Andes peruanos. Alain Hays (Arquitecto, Silvia Matuk (Arquitecto) CRATERRE (América Latina)
- "Le domaine de la terre", un conjunto de realizaciones-piloto a base de tierra, en l'iisle d'Abeau (Francia). Julián Salas IETcc-CSIC

LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA, HOY. UNA VISIÓN DESDE LATINOAMÉRICA.
- Las construcciones con tierra, hoy. Una visión desde Latinoamérica. Julio Vargas Neumann. Viceministro de la Vivienda de Perú

[11] PONCE, Mercedes y SÁNCHEZ,J.: "*Informes de la Construcción. Fuente documental para la investigación de la construcción del Siglo XX"* en *Actas del Jornadas de Investigación en construcción.* Tomol. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España.2005. pps 223-228

[12] (MAS,V. 1988 Rv.Informes de la Construcción 40 aniversario, p.80)
[13] distinta consideración merece la Revista española El Memorial de Ingenieros por vincularse a un sector de la población muy concreto y recoger diversas actividades además de la propia de los ingenieros militares.



Fig. 1 – Portada Revista Informes Nº 377

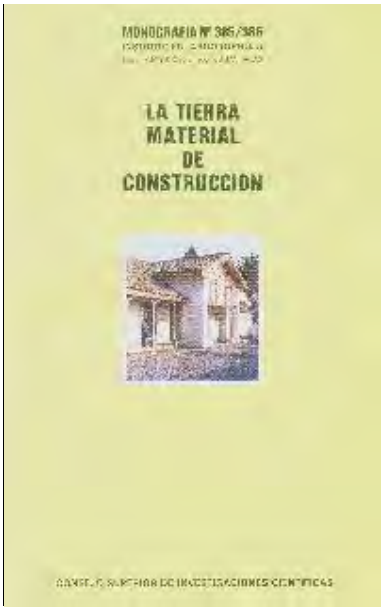


Fig. 2 - Portada Monografia Nº 385



Fig. 3 – Portada Revista Materiales Nº 210



Fig. 4 - Portada Curso CEMCO

Mercedes Ponce Ortiz de Insagurbe

Doctora Arquitecta.
Profesora del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Sevilla, España.
Profesora del Master: Peritación y Reparación de Edificios de la Fundación FIDAS (Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Arquitectura en Sevilla).
Profesora del Programa de Doctorado: Las Técnicas Constructivas en la Rehabilitación del IUCC de Sevilla.
E-mail: **mponce@us.es**

Ana Maria Gonzalez Serrano

Arquitecta.
Profesora del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universidad de Sevilla, España, desde 1996.
Miembro de ACRAM (Aula de Construccion y Rehabilitacion en Madera)
Doctoranda del Programa de Doctorado: Rehabilitación Arquitectónica y Urbana. Universidad de Sevilla.
Actualmente desarrolla Tesis doctoral sobre construcción en tierra.
E-mail: **gserrano@us.es**

Virtudes Azorín-Albiñana López

Historiadora.
Doctora en Geografia y Historia.
En la actualidad adscrita al Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja” del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) como Investigador Titular de Organismos Públicos de Investigación.
Jefa del Servicio de Documentación y Publicaciones.
Miembro del Subgrupo GT Nª8 (CTN-41) de AENOR. Técnicas de Intervención sobre Patrimonio Histórico Arquitectónico
Miembro fundador de la red temática de Conservación ReCoPaR (Red temática de Conservación, Restauración y Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico”)
E-mail: **vazorin@csic.es**

5.8

CASAS SEÑORIALES EN TAPIAL DE LA SEVILLA (ESPAÑA) DEL QUINIENTOS
CASAS DE MIGUEL DE MAÑARA Y DE CALLE SAN JOSÉ 3

Amparo Graciani García
Universidad de Sevilla. Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica.
Departamento Construcciones Arquitectónicas II
Avda. Reina Mercedes 4 - 41012 SEVILLA
Tfnos. 625391922-954557824
E mail: agracianig@us.es

Palabras clave: tapial - Sevilla - viviendas

Resumen
Coincidiendo con un impulso de la restauración arquitectónica y la arqueología urbana en Sevilla (España), desde la década de 1990 en algunas viviendas señoriales de la ciudad, tradicionalmente catalogadas en el siglo XVIII, se han acometido una serie de procesos de restauración y rehabilitación, algunos de los cuales, por sus altos presupuestos, la envergadura o el carácter emblemático de las edificaciones, generaron estudios integrales, excavaciones arqueológicas y lecturas paramentales. La revisión de estas lecturas, en las que ya se evidenció que las edificaciones se adscribían al siglo XVI, nos permite afirmar que la técnica de tapial, muy extendida en la España del XVI, también lo estuvo en la Ciudad a pesar de la que las fuentes bibliográficas sólo refieren un uso prioritario del ladrillo, papel que en este trabajo demostramos que correspondió realmente al tapial y a la construcción en tierra, que por su rapidez y facilidad de ejecución, posibilitaría la expansión urbana motivada por el establecimiento de la Casa de Contratación de Indias en 1503, el consiguiente enriquecimiento de la población y su amplio desarrollo demográfico. La técnica, de la larga tradición islámica en la Ciudad, aportaba además una mejor confortabilidad térmica que la hacía apta incluso para viviendas señoriales, cuyos paramentos posteriormente serían revestidos a la usanza de la época (yeserías, alicatados, cerámica de cuenca y de cuerda seca).

Dentro del marco del Proyecto I +D del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España BIA 2004-1092 *Propuestas de Mantenimiento, Conservación y Restauración de Fábricas Históricas e Infraestructuras Urbanas de Tapial en la Provincia de Sevilla,* en este trabajo se analizan las razones que motivaron el uso del tapial en la ciudad del quinientos en general y en la construcción señorial en particular; se establecen las características de los tapiales del XVI en estas viviendas respecto a las de otras tipologías constructivas coetáneas y previas, analizando su estructura, composición material y módulo del cajón. Tratándose de muros de tierra que, generalmente, con el paso de los siglos han sido recrecidos en ladrillos, es conveniente que el colectivo implicado en procesos de restauración en los que no se acometan tales estudios paramentales, conozca que la estructura de las viviendas es realmente de tapial y no latericia.

Desarrollo

1. Antecedentes

El estudio de la utilización de la técnica de la tapia (o del *tapial*, como se la conoce en el Sur de España) en la Provincia de Sevilla (España) está siendo objeto de un exhaustivo trabajo de investigación interdisciplinar por parte del Grupo de Investigación BIA 2004-1092 de la Universidad de Sevilla. En una primera aproximación hemos tenido la ocasión de comprobar cómo, a pesar del interés que el estudio de la construcción en tierra viene cobrando, para el caso sevillano, hasta la fecha éste se ha centrado en aquellas construcciones e infraestructuras urbanas de época almohade, momento en que la técnica, de tradición previa en la Ciudad, se vio impulsada por los nuevos invasores norteafricanos que, buenos conocedores de ella, la emplearon en la zona de nueva ocupación por las múltiples ventajas que ésta ofrecía, especialmente por la solidez de las fábricas resultantes, la rapidez de su ejecución y por no precisar para ello de mano de obra cualificada .

2. Estudios previos y estado de la cuestión

Pocas referencias bibliográficas en la historiografía local, incluso en la más reciente, abarcan el uso de la técnica en épocas posteriores al periodo islámico como son el Mudéjar (que en la Ciudad transcurre entre la reconquista cristiana, en noviembre de 1248, y el siglo XV) y la Edad Moderna (siglos XVI al XVIII). Para ambas épocas se insiste en la importancia de la fábrica de ladrillo y del predominio de éste como material de construcción.

La razón fundamental de estas elusiones es la dificultad que generalmente presenta la identificación de la técnica, en especial por dos razones. De una parte porque las fábricas de tapial de estos periodos aparecían frecuentemente revestidas con estucos, yeserías y, en otros casos, con arrimaderos y zócalos cerámicos –generalmente mediante la técnica conocida como *de arista* o *cuenca*-. De otra, por los procesos evolutivos a las que se ven sometidas estas construcciones, mayoritariamente las del casco histórico de la Ciudad, de modo que las fábricas originales en tapial se parchean parcialmente, o incluso de un modo más general se forran, en fábrica de ladrillo (en especial en el siglo XIX) en unos casos para reforzarlas o en otros simplemente para repararlas.

Esta carencia llama especialmente la atención con relación al siglo XVI. De hecho, los estudios más recientes sobre técnicas constructivas o tipologías edilicias en Sevilla durante el siglo XVI (Pleguezuelo 2000) apenas incluyen referencias al uso de la técnica del tapial en la Sevilla del Quinientos, centrándose fundamentalmente en el empleo del ladrillo, material de larga tradición en la Ciudad, y de la piedra –presente fundamentalmente en las fachadas de casas y monumentos y, de forma excepcional, como material exclusivo en los edificios urbanos más destacados. Concretamente, Pleguezuelo sólo refiere el uso de la herramienta utilizada para macizar la mezcla incluida en los cajones de encofrado (el *pizón*, comúnmente denominado *pisón)* y en la relación existente entre las dimensiones de las tablas de dichos cajones empleados y la tapia como unidad de medida equivalente a 40 o 50 pies (Pleguezuelo 2002, 104 y 91). Aunque sin prestar especial interés al tratar las técnicas y materiales de construcción en la Sevilla del Bajo Renacimiento, Recio Mir (2000, 891) menciona el uso de la técnica, precisando especialmente su uso en el cuarto de convalecientes del Hospital del Amor de Dios, para el que, indica, que según la documentación "*anduvieron haciendo tapias en la pared que sale al campo y echando verdugadas".*

Lo mismo sucede respecto a la construcción doméstica en general, en la que desde los primeros estudios al respecto (Guichot y Sierra, 1920), se elude cualquier consideración sobre el uso de esta técnica, manteniéndose esta carencia más recientemente. De hecho, ni Collantes de Terán y Gómez Estern, en su obra *Arquitectura Civil Sevillana* (1999), ni Vázquez Consuegra en su Guía de Arquitectura de Sevilla (1992), obras clásicas de la historiografía local, inciden en la importancia de esta técnica en la construcción doméstica.

Tampoco Falcón Márquez en sus últimos trabajos sobre las casas-palacio sevillanas (2003 y 2006) se detiene especialmente en ella.

En cualquier caso, para la construcción doméstica estas carencias bibliográficas son aún más comprensibles por las siguientes razones:

- En las viviendas, especialmente en las de categoría señorial, la ornamentación aplicada se hace más abundante y porque la calidad de los revestimientos ha impedido históricamente la lectura del paramento y por tanto la identificación de la técnica constructiva. Un ejemplo muy claro de ello es la Casa de los Pinelo (Falcón Márquez 2006).
- Por su emplazamiento en el casco urbano de Sevilla, caracterizado por una continuidad ocupacional a lo largo de la Historia, las viviendas han sido frecuentemente remozadas para adaptarlas a nuevos gustos, para ampliarlas o para transformarlas para los nuevos usos de promotores o inquilinos, de modo que en ellas se superponen diversas técnicas constructivas que en ocasiones enmascaran las fábricas primitivas que, cuando no eran eliminadas, quedaban ocultas en forros posteriores, generalmente de ladrillo, pasando así desapercibidas, a veces una simple superposición de parcheados.

3. Justificaciones al uso del tapial en la Sevilla del quinientos

Partimos, en cualquier caso, de que esta técnica constructiva debía estar muy extendida en la Ciudad del Quinientos, en base a los dos argumentos siguientes:

1. En general, fue de uso común en España en la Edad Moderna; su importancia, heredada de la Edad Media, continuó en los siglos XVI y XVII, por lo que se justifica el éxito de la tapia como unidad de medida, no sólo para calcular las dimensiones de los muros de carga construidos en tapial sino también las de los paramentos ejecutados con otras técnicas de construcción y las superficies de cubiertas y pavimentos, especialmente de los pétreos. El término tapia, pues, podía indicar o bien una unidad de medida o, como segunda acepción, la *"pared que se haze de tierra apisonada, que en algunas partes por la calidad della y el modo de hazer las tapias, viene a ser no menos fuerte y durable que si fuesse de piedra y cal"* (Covarrubias 1611), diferenciándose del tapial que era el *"molde o tablero con que se hacen los adobones de una tapia".*

2. Es imposible pensar que en Sevilla se olvidara esta técnica constructiva, dada su larga tradición que arrancaba de época taifa, que se había potenciado especialmente tras los almohades, y que había continuado en época mudéjar. Más aún por el impulso constructivo de la Ciudad dado el rápido proceso de expansión urbana que ésta experimentó en el XVI, cuando Sevilla se convirtió en la ciudad más importante de Occidente, como consecuencia de un boom demográfico y económico sin precedentes generado por el establecimiento del monopolio comercial con América, a raíz de que en 1503 se fundara en ella la *Casa de Contratación de Indias,* y sobre todo a partir del segundo tercio del siglo. De hecho, nada tiene que ver la despoblada ciudad visitada por Andrea Navagero en 1526 con la Sevilla de 1588 que había alcanzado los 150.000 habitantes, superando con creces la población de ciudades europeas como Roma y Amberes de 100.000 habitantes, de modo que la población sevillana se había triplicado respecto a finales del siglo XV. Aunque desde 1530, la Ciudad había iniciado un proceso de renovación estética de su caserío y de los edificios más emblemáticos, partimos de la hipótesis de que se mantendrían las técnicas constructivas como el tapial, que, en este contexto de amplia demanda constructiva, permitía:

- Agilizar los procesos de construcción
- Economizar costes, no sólo por la utilización de mano de obra no cualificada, y por el bajo precio de sus componentes, sino porque la mezcla a apisonar permitía el reciclaje de material de los numerosos derribos procedente de edificaciones previas,

en una época de general renovación urbana; nos referimos al material de machaqueo, generalmente cerámico, empleado en la mezcla como árido.
- Asegurar la calidad de la edificación. Para ello, la solidez estructural de la fábrica puntualmente se confiaba a tramos de fábrica de ladrillo que se combinaban con tramos de cajones de tapial, recurriendo, como tendremos ocasión de comprobar, a la variante más común en el momento de fábrica en esta técnica, el tapial encadenado. En segundo término, la introducción de verdugadas latericias entre los cajones, que ya en esta época no se solían superponer unos a otros directamente sino con hiladas intermedias (uno, dos o tres), facilitaba el correcto asiento y nivelación de los tapiales.
- Mejorar las condiciones de habitabilidad de las viviendas, en una ciudad de altas temperaturas veraniegas.

Estas ideas nos han llevado recientemente a iniciar un análisis de las particularidades de las fábricas de tapial en la Ciudad en el Siglo XVI, incidiendo en sus diferencias respecto a períodos precedentes y consecuentes. En este sentido hemos ya ofrecido una reciente aproximación sobre el tema (Graciani 2006), basándonos en diversos procesos de lectura paramental que en los últimos años se han acometido en algunos edificios de la época como estudios previos a consecuencia de obras de restauración y rehabilitación para nuevos usos que se han llevado a cabo en algunos de los edificios civiles y religiosos más importantes del siglo XVI en la Ciudad. Tales estudios, cuando se han realizado, han puesto de evidencia la frecuencia de uso del tapial en diferentes tipologías constructivas del momento: casas palacios (como la Casa de Almansa, también llamada Casa de Mañara (Falcón 2003, 33-34; VVAA 2003), hospitales (como el Hospital de las Cinco Llagas (VVAA 2003) o el del Amor de Dios (Recio 2000), conventos (como el del Carmen, posteriormente llamado por su nuevo uso *Cuartel del Carmen,* Tabales, Pozo y Oliva, 2002) e incluso haciendas de olivar (Aguilar 1992, 104-106).

Las referencias bibliográficas publicadas después de tales intervenciones sólo indican que se trata mayoritariamente de tapiales con rafas de ladrillo (correspondiendo a la categoría por nosotros establecida de *tapiales encadenados),* no habiéndose llevado a cabo análisis de caracterización material de estas fábricas; cuanto más, con relación a las haciendas de olivar, Aguilar ha referido que la función de los mechinales de los encofrados era, facilitar el sistema de aireación y ventilación de las estancias una vez que éstos han sido desmontados.

Por estas razones venimos trabajando en la caracterización de los tapiales sevillanos del siglo XVI en la Provincia de Sevilla, habiendo ya ofrecido una primera aproximación sobre el tema centrada fundamentalmente en el estudio de las fábricas de tapial aparecidas en la primera campaña arqueológica (2002-2003) acometida en el Convento de Santa Clara de Sevilla (Graciani 2006) y en la que seguimos la línea de investigación tipológica establecida en nuestra investigación (Graciani y Tabales 2003), basándonos en tres premisas: la estructura constructiva o compositiva, la caracterización material (fundamentada sobre todo en la tipología de árido dominante) y el módulo del cajón de encofrado (*tapial*) empleado.

4. La técnica del tapial en la construcción doméstica Sevillana del siglo XVI

En esta ocasión, nos centraremos en la utilización de la técnica en algunas casas señoriales del siglo XVI, lo que implica abarcar tres de las cuatro variantes que, en 1928, Joaquín Hazañas y la Rúa estableció para las viviendas sevillanas, en un discurso por él dado en el Centro de Estudios Históricos Sevillanos, titulado *Algunas consideraciones sobre la Casa Sevillana.* Como sintetiza Falcón (2003, 14-15), según Hazaña, un primer grupo estaría constituido por:

"…los palacios reales y próceres, en donde incluye a los Reales Alcázares, Casa de Pilatos, Palacio de las Dueñas, la de los Ponce de León (entonces convertida en Colegio de los Escolapios).

El segundo grupo lo forma con las casas menos suntuosas y extensas, de caballeros y comerciantes enriquecidos. En este apartado incluye la de los Arguijo, la de los Payba (Condesa de Lebrija), la de las Águilas (que perteneció a los marqueses de Casa Estrada) y la de don Tomás de Mañara, donde nació su hijo Miguel, gran propulsor del Hospital de la Caridad.

El tercer grupo, más numeroso, es el de las casas que pertenecieron a familias de clase media, hacendados, labradores y de profesiones liberales. Entre ellas cita la de los Cetina (C/Madre de Dios), la de los Alfaro y la de los Maestre. En el cuarto grupo ubica a los corrales de vecinos y en el quinto a las casas-tienda de las Alcaicerías.

En 1530, Luis de Peraza, en el epígrafe de su obra titulado "De las innumerables casas mui grandes y mui ricamente labradas que hay en la magnificentísima ciudad de Sevilla", aludía a *"treinta y dos casas o magníficos palacios que cualquiera dellos pasaría por Alcázar en otra ciudad".*

4.1. Dificultades del análisis

La dificultad del estudio del que ofrecemos una primera aproximación es que existencia de datos está muy limitada y sobre todo de la posibilidad de obtención de la información está muy limitada.

4.1.1. La limitación de los datos

Los datos están limitados porque inicialmente se presupone que las viviendas más modestas del XVI irían desapareciendo a consecuencia de renovaciones urbanísticas a lo largo de la Historia de la Ciudad, por lo que parece lógico que en principio nuestro estudio haya de basarse en las tres primeras tipologías, que englobamos bajo el epíteto más genérico de *casa señorial;* sin embargo, en estas casas la profusión ornamental dificulta la identificación de la fábrica.

Para estas casas, la documentación, en especial los contratos de obra, podrían avalar nuestra hipótesis de partida de que la utilización de la técnica del tapial debía ser muy habitual en el momento, y no sólo en las casas de moradores con menor nivel socioeconómico; por qué no, si la propia casa del Rey, el Palacio Alto del Alcázar de Sevilla, se construía en tapial.

Queda pendiente que historiadores y documentalistas realicen un trabajo archivístico; en este sentido, siguiendo los resultados obtenidos por las recientes (2006) investigaciones documentales de Guerrero Vega y Romero Bejarano en el Archivo de la Institución Colombina de Sevilla (Archivo de la Catedral de Sevilla) y en el Archivo de Protocolos Notariales de Jerez de la Frontera (Cádiz), con relación a una serie de bodegas de los siglos XVI-XVIII de la población, algunas de las cuales fueron construidas en fábrica de tapial (en este caso encadenadas en piedra), puede afirmarse que estos contratos pueden especificar qué paramentos o estancias concretas se construirían en tapial, cuál era el procedimiento, o sea la variante compositiva-estructural, que habría de seguirse e incluso, en casos excepcionales, la proporción de la mezcla, la cimentación (materiales, composición y, calidad del mortero o de la mezcla, según sus características).

De hecho, aunque lo normal sería especificar tan sólo la utilización de la modalidad, que en estos momentos es la encadenada (aludida por el uso de *rafas,* en este caso pétreas), los autores recogen diversos contratos en los que para asegurar la durabilidad del edificio aparecen cláusulas más determinantes y específicas, muchas de ellas condicionadas por las exigencias de durabilidad y capacidad portante de la fábrica resultante y otras porque, siendo encadenados en sillería pétrea, el coste material es considerablemente mayor que implícito a la ejecución de la fábrica de tapial.

Entre los aspectos excepcionalmente recogidos en los contratos documentados por los autores aparece la necesidad de utilizar piezas homogéneas en las rafas y el número de sillares por entrante (especificado en dos o tres) para asegurar el mejor encastre de las fábricas; también se suele especificar la previsión de recercados pétreos en ventanas y ángulos, la altura del paramento o incluso la proporción de la mezcla. Con relación a este último aspecto, la relación cal-arena es muy diversa: dos partes de cal y tres de arena en casos más excepcionales, y parece que predominando la composición de una de cal y tres de arena también se detecta que cuando la cimentación no es pétrea sino en tapial, en algún caso se especifica la obligatoriedad de incrementar la proporción de cal.

En cualquier caso, hay que ser muy cautos a la hora de estimar las referencias a las fábricas de tapial, ya que, como hemos indicado el término *tapia* en la época se aplica a unidades superficiales y a superficies construidas en esta técnica. Por ejemplo, en la *Relación de los gastos de las obras efectuadas en las Dueñas en tiempos de don Fernando Enríquez de Ribera (II) y Portocarrero,* fechada Sevilla en 1571-1572, conservada en A.D.M.S. (Leg.26) y publicada por Falcón Márquez (2006, 145-152), se refieren frecuentemente *tapias de encalados, tapias de enpedrado, tapias de dos ladrillos y medio, tapias de çanja, tapias de tauique doblado,…*utilizando el término como unidad de medida. En este sentido, la fuente documental óptima será no tanto una relación de gastos sino los contratos de obra que determinen las condiciones de ejecución.

4.1.2. La ocasionalidad de la obtención de datos

El segundo de los problemas referidos en la ocasionalidad de la obtención de datos, que depende de la convergencia de cuatro circunstancias: 1. Que se acometan procesos de restauración sobre tales construcciones; 2. Que éstos exijan estudios arqueológicos previos; 3. Que tales estudios incluyan trabajos de lectura paramental; 4. Que las adscripciones cronológicas de los restos detectados sean correctas para lo que se cuenta con el handicap de que hasta la fecha no se han establecido unos parámetros de identificación que faciliten la adscripción, por lo que ésta habrá de realizarse en virtud no de las características de los tapiales sino de la relación con otras unidades estratigráficas.

En este sentido contamos con los resultados de algunos estudios de lectura paramental acometidos en diversas casas palacios sevillanas ubicadas en pleno centro urbano, que han permitido adscribirlas a periodos distintos a los que inicialmente se consideraban que pertenecían. Entre ellos, los que ofrecen datos más significativos son la casa de Miguel de Mañara (VVAA 1993) 1 la de la Calle San José 3 (Pozo, Méndez y Gil 2003), el Palacio de Conde de Ibarra 18 (Tabales, Pozo y Oliva 1995) y la de Segovia 1 (Jiménez y Mora 2003).

En nuestro estudio, nos centraremos en dos: la Casa de Miguel de Mañara (o Casa de los Almansa) y la de Calle San José 3. Dejaremos para otra

4.2. Características generales de las Casas-Palacio sevillanas

Las Casas-Palacio del XVI no corresponden generalmente a obras de nueva planta realizadas a partir de un proyecto global o integral sino que resultan de un lento proceso de reformas y ampliaciones sobre algún o algunos edificios preexistentes, y teniendo como centro de distribución y organización espacial un patio porticado; por ello, en ocasiones reflejan un cierto carácter laberíntico, en especial cuando los propietarios les van incorporando otras casas que adquieren, e incluso calles. Según Falcón Márquez (2003, 25), la transformación que las casas medievales experimentaron afectó más a cuestiones ornamentales que constructivas:

"… la transformación de estas mansiones afectó más a materiales, como el empleo del mármol, y a la decoración, por lo que generalmente siguió subsistiendo el edificio medieval, que se revistió de ropaje renacentista. La idea del espacio apenas evolucionó con respecto a la casa medieval, salvo la pérdida de su sentido de la introspección. Más que en la arquitectura en sí, donde más se advirtió el Renacimiento fue en la renovación del modelo de jardín".

Sin embargo, el estudio de sus fábricas y, en este caso, de los tramos construidos en tapial, permite indicar que hubo remodelaciones de fábricas y paramentos completos que fueron construidos en el XVI; además, en ocasiones el estudio arqueológico permite refutar la idea de Falcón de que las casas se levantaron sobre viviendas preexistentes, como veremos en la casa estudiada en la Calle San José.

El mismo autor (26 y ss) refiere una serie de rasgos comunes de estas casas, a pesar de que indica que no existe un prototipo único, y de los que sintetizamos algunos. Atravesada la portada principal, generalmente de mármol de Carrara, las casas del XVI poseen un *zaguán* o *casapuerta* (distribuidor de acceso a establos, cocheras, bodegas y en ocasiones a la planta alta).

El centro de distribución espacial de la vivienda es un patio principal interior (sin acceso desde la fachada), al que generalmente se accede en directriz quebrada, y cuyas galerías perimetrales se disponen con arcadas de medio punto o peraltadas en la galería baja y rebajadas en la alta, sobre columnas de mármol de procedencia genovesa, en sustitución de los viejos soportes medievales de ladrillo achaflanados.

En torno al patio, suelen ubicarse una serie de salones rectangulares y cuadrados, de modo que los palacios se emplazan en las crujías paralelas al patio y las cámaras generalmente en los vértices. La planta baja suele ocuparse en verano y la alta en invierno, o bien dedicarse el ala Oeste de la vivienda al verano y el Este al invierno. En el vértice oriental y septentrional de estas casas se solían ubicar las cocinas, despensas y bodegas, éstas últimas subterráneas. Las casas principales contaban además con capilla propia, a veces comunicada con una iglesia próxima mediante una tribuna. En estas viviendas la escalera de acceso a planta alta es una pieza clave; es una escalera claustral, de un tiro, que suele ubicarse en un ángulo del patio.

Las cubiertas suelen ser de armaduras, con artesonados o aljarfes. En ocasiones, en la planta baja las cubiertas de las galerías perimetrales del patio suelen ser de azulejos por tabla, de azulejos de cuenca.

4.3. Estudio específico de las fábricas de tapial en las Casas de Miguel de Mañara y Calle San José 3

4.3.1. La Casa de Miguel de Mañara (*Casa de los Almansa)*

Este edificio, fue la primera construcción doméstica en la que un análisis paramental permitió detectar el uso de esta técnica en el XVI. Dicho análisis fue realizado en 1993 bajo la dirección de Oliva con motivo de rehabilitación para Sede de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

La Casa Palacio, cuyo solar ocupa una manzana de 1.265 m^2, está situada en la Calle Levíes 27, en el SE del centro urbano, en el Barrio de San Bartolomé, donde desde mediados del siglo XIII, en la Baja Edad Media, se emplazó la Aljama Judía. En este caso, la vivienda fue remozada a comienzos de la década de los treinta del XVI, por el entonces propietario, don Juan de Almansa, Jurado y Fiel Ejecutor, quien según Falcón *"revistió con ropaje renacentista"* la casa familiar de época mudéjar de los Almansa.

La lectura de los paramentos y la tipología de los tapiales permiten indicar que no sólo se debió a un proceso ornamental, centrado fundamentalmente en la portada principal, la fuente y las arcadas del patio, sino que también implicó un esfuerzo constructivo realizado en fábrica de tapial claramente adscribible, por su tipología, al siglo XVI.

En los planos que se ofrecen, sintetizamos los restos de fábrica de tapial del siglo XVI que fueron detectados a raíz de la lectura paramental.

En planta baja, los restos corresponden a los paramentos SO y SE del patio, así como los cuatro frentes de la estancia 17, y los SO y NO de la estancia 23. En esta planta hay restos de otras fábricas de tapial anteriores a la construcción; de hecho, la vivienda aprovechaba en la galería norte del patio renacentista y en el muro que separa las antiguas caballerizas del XVI de la crujía contigua, un potente y grueso tramo de muro de tapial (de mayor grosor que los restantes). Este muro, que penetra en las caballerizas con dirección Norte-Sur, y que al llegar al extremo Norte del Apeadero quiebra bruscamente al Este, correspondía a un tramo de la muralla Aljama, como consecuencia de la necesidad de adaptar la cerca al caserío preexistente (Ojeda y Tabales 1993).

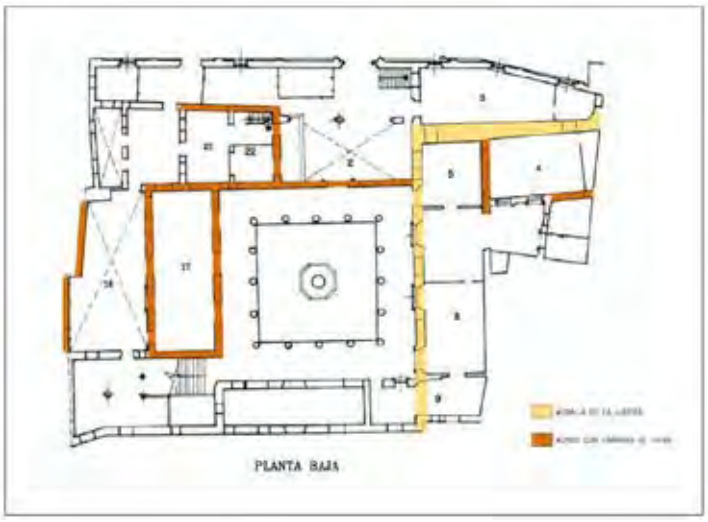


Fig.1. Casa de Miguel de Mañara. Planta baja. Muros constatados en tapial

En la planta alta aparecieron restos de fábrica de tapial en el recrecido de la muralla de la Aljama y en la estancia 10 correspondiente al frente NE del patio.

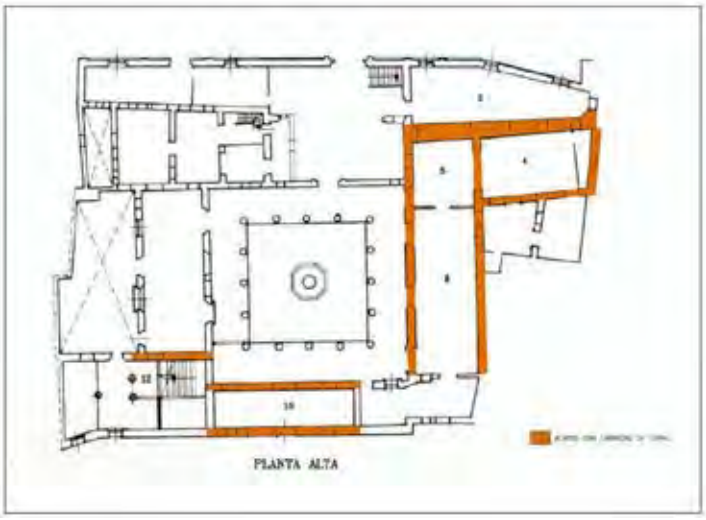


Fig.2. Casa de Miguel de Mañara. Planta alta. Muros constatados en tapial

En ambas plantas, los tapiales del XVI, con seis cajones en altura por planta, corresponden a tapiales encadenados en fábrica de ladrillo de 29 x 14 x 4,5 cm. con refuerzos latericios en ángulos y definiendo los vanos. Los paramentos de la planta baja, se construyeron sobre un zócalo de ladrillo; la separación entre cajones es de dos verdugadas de ladrillo, la inferior a soga y la superior a tizón, destacando especialmente las gruesas capas de mortero entre ambas y las tongadas de cal sobre la que se dispone la verdugada inferior y la dispuesta sobre la superior. Los mechinales quedan entre las verdugadas y se rematan superiormente con ladrillos.

El árido es cerámico, cabiendo pensar que se aprovechara el material de derribo de los tramos preexistentes; la inspección visual permite detectar nódulos de cal indicando una composición elevada de este conglomerante; en diversas estancias quedaban restos del calicastrado original. En algunos puntos, como sucede en la estancia 22 en planta baja, llama la atención la disposición de ladrillos en sardinel separando la mezcla del cajón del encadenado latericio.

4.3.2. La Casa de Calle San José 3

La casa de la Calle San José 3 corresponde por el contrario a un inmueble de nueva planta, edificado en el siglo XVI. En esta casa, con motivo de la obra de rehabilitación desarrollada desde abril de 2003 bajo la dirección del arquitecto Enrique Riera, los arqueólogos F. Pozo, E. Méndez y R. Gil realizaron en 2002-2003 unos trabajos se seguimiento arqueológico que contemplaban entre otras cuestiones un análisis paramental y que les permitieron afirmar que inmueble había sido construido en el siglo XVI (si bien había experimentado segregaciones en los límites de su parcela en el XIX) tras la demolición de las estructuras urbanas preexistentes, emplazándose sobre un depósito sedimentario de 80 cm. de espesor (Pozo, Méndez y Gil, 2003, 72 y ss).

También se observó que la muralla medieval de la Judería marcaba la alineación Este-Oeste de la medianera Norte de la casa.

A diferencia de la anterior, esta casa ha sufrido menos alteraciones en su historia, lo que ha permitido mantener un mayor número de vestigios de la construcción inicia, ya que sólo fue adaptada en el XIX y posteriormente por Aníbal González según proyecto de 1909, en 1930 por obras realizadas por Juan Talavera y por algunas reformas del XX, entre ellas la realizada a finales del siglo para adaptar el edificio a Consejería de Cultura.

El estudio acometido permitió identificar que se trataba de una construcción en tapial de dos plantas (alta y baja) y sótano y que el conjunto de la casa, había sido ejecutado en esta técnica, salvo las cinco salas del sótano cuyos paramentos y bóvedas se realizaron en ladrillo y que se destinaban a fresqueras o almacenes para conservación y almacenaje de alimentos. No obstante, en el XIX se habían producido una importante transformación en fábrica de ladrillo que había enmascarado la fábrica primitiva, que era la razón por la que tradicionalmente la vivienda se había considerado hasta la fecha una edificación decimonónica.

Siguiendo el modelo habitual, la casa se organiza espacialmente entorno a un patio (estancia 27), con cuatro galerías, en este caso de arcos de medio punto, sobre columnas de mármol a la genovesa. Esta vivienda tiene la particularidad de que se han conservado en ella un alto número de vestigios de fábrica de tapial que permiten afirmar que toda la edificación, incluso en fachada, fue realizada en este material, pues en los paramentos en que no quedan vestigios es evidente que se debió a una transformación posterior del sector. De hecho, por ejemplo, el muro de la fachada principal se rehizo a mediados del XIX con fábrica de ladrillo, alternando hiladas de soga y tizón, cimentando la nueva fachada sobre la zapata del muro del siglo XVI; sin embargo en el tramo de la fachada Norte correspondiente a las estancias 7, 8 y 9 se mantienen restos de la fábrica de tapial original.

Es en la planta baja en la que se han constatado un mayor número de paramentos con restos de fábrica de tapial, tanto correspondientes al ámbito de los servicios domésticos (zona de apeadero, posibles cuadras y portería), como al señorial ubicado éste en el sector oriental de la vivienda, entorno al patio principal, donde han aparecido restos en las tres crujías de planta baja (probablemente destinadas a salones y dormitorios de verano). Por ejemplo, en el zaguán-apeadero (hoy correspondiente a dos estancias distintas pero inicialmente un espacio único), quedan restos aunque muy alterados de la fábrica original; hay que tener en cuenta que cuando a mediados del XI se reconstruyó la fachada con su gran portalón adintelado, se redujo el espacio de zaguán y que a comienzos del XX el zaguán debió compartimentarse; también en los alzados Oeste, Sur y Norte de la galería del jardín (estancia 58).

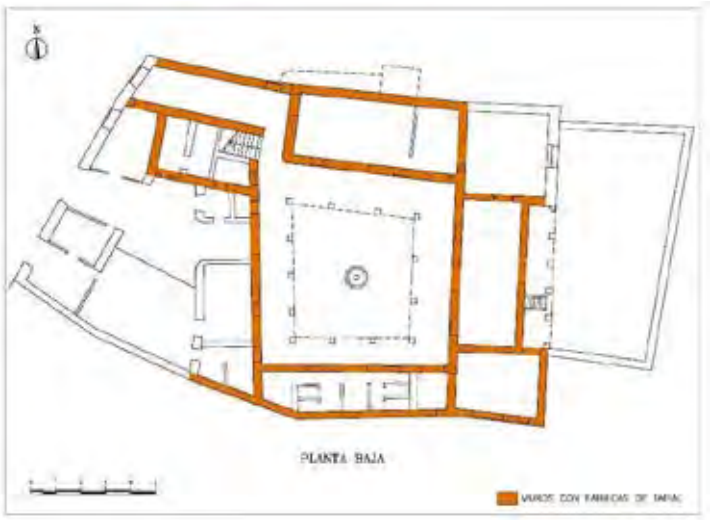


Fig.3. Casa de Calle San José 3. Planta baja. Muros constatados en tapial

En planta alta, lo encontramos en los tres de las crujías del patio principal (crujías norte, este y oeste) y en diversos muros de las estancias mayores. En cualquier caso, se presupone que la fábrica de tapial original perdura en algunos muros que no pudieron ser estudiados por los arqueólogos debido a existencia de ornamentación artística; por ejemplo, en la estancia 33, bajo los entelados de los paramentos aparecieron decoraciones pictóricas en estilo pompeyano. En otros casos, los paramentos están alterados por las reformas de finales del XX: por ejemplo, a mediados del XIX se repararon con ladrillo a tizón todos los muros de tapial y se reedificó, también en ladrillo la fachada Norte de la vivienda, de modo que en algunos puntos quedan tan sólo algunos testigos de cómo era la fábrica de tapial original (por ejemplo, en el muro sur de estancia 47). En otros, no se pudieron retirar los morteros de cemento repuestos a finales del XX, como sucede en las estancias 38, 39, 40 y 41, en las que los arqueólogos suponían que la fábrica era la original en todos los muros salvo en el Oeste). Por esta dificultad de visualizar la totalidad de las fábricas, resultan especialmente interesantes los alzados de la estancia correspondiente a la crujía este del patio principal (estancia 34-35), una gran sala unitaria en la que se mantiene perfectamente la estructura original del XVI. No hay en ningún caso que presuponer que todos los paramentos son de tapial, ya que algunas estancias en planta alta no existían en el XVI, por ejemplo la oeste del patio principal (estancias 42 y 43) que se realizó en el XIX con ladrillo a tizón y mortero de cal; por ejemplo, en las 44 y 45 los únicos alzados del XVI son los este y norte. También las estancias 51 y 52, 54 y 56 se construyeron en el siglo XIX.

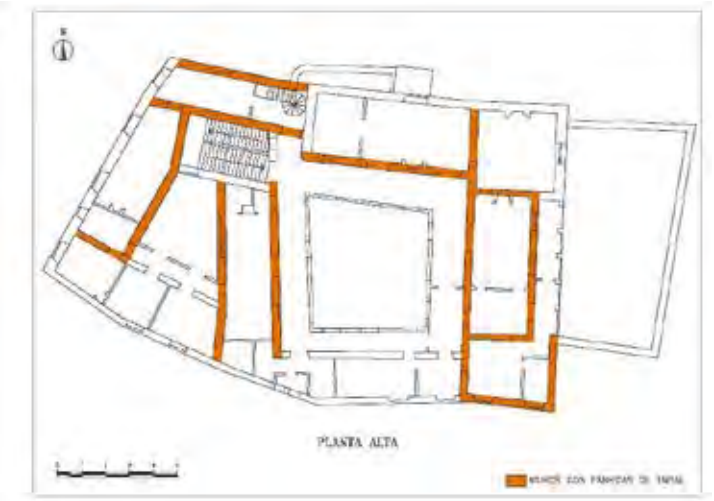


Fig.4. Casa de Calle San José 3. Planta alta. Muros constatados en tapial

También la fachada de la casa se levantó en tapial quedando restos, aunque escasos en las fachadas Norte y Sur.

En general, con relación al conjunto de la vivienda, la fábrica original del XVI es una fábrica de tapial encadenado en ladrillo, con rafas a soga y tizón, en los ángulos de los paramentos y como refuerzos intermedios; en planta baja, los muros apoyan sobre un alto zócalo de ladrillos (en la estancia 12, llega a media altura del paramento) en idéntico aparejo. Las piezas latericias utilizadas corresponden al módulo estándar del momento 29 x 14,5 x 4,5/5 cm. Los cajones de tapial se articulan adecuadamente con las rafas latericias salvo en aquellos puntos (como el muro Oeste de la Estancia 7) en que se ha procedido a la reconstrucción del muro original. La cimentación de la fábrica (como se apreció en la crujía sur del patio principal, estancias 13-17) es en fábrica de ladrillo.

Se han detectado tapiales de dos alturas distintas, es decir de diverso módulo de cajón, en unos casos (estancias 13 y 17) de 80 cm. y en otros de 90 cm. Así, en el extremo SO, la crujía sur del patio principal, en origen un espacio unitario integrado hoy por las estancias 13 a 17, los cajones de tapial son de 80 cm. de altura, con machones de ladrillo de las medidas comunes en la época (en este caso, de 5 cm. de grueso). Diversas cuestiones podrían justificar la utilización de dos módulos distintos: que los muros correspondan a dos procesos distintos o simplemente que los cajones de encofrado (los tapiales), que muchas veces se reutilizan, fueran de procedencia diversa. Cabría también pensar que los tapiales correspondieran a dos etapas distintas, lo que podría justificar los parcheados de ladrillo a tizón (cuya datación los arqueólogos no pudieron precisar) que por ejemplo aparecen en la crujía sur del patio principal y que pudieran deberse a una intervención coetánea a la construcción de los nuevos muros de tapial del XVI.2

Llama especialmente la atención la utilización de cajones de distinto módulo (alturas) distintas) en planta alta en las estancias 34 y 35 (crujía este del patio principal en planta alta), que oscilan entre 70 y 82 cm. También hay que comentar la diferencia de tratamiento de los paramentos de las estancias de modo que en los muros oeste y este los tapiales se disponen sobre zócalo latericio en la mitad norte mientras que en la otra mitad del paramento los cajones arrancan desde el suelo.

Conclusiones

Las fábricas de tapial de las casas estudiadas corresponden a las características generales de los tapiales renacentistas sobre las que recientemente hemos publicado algún trabajo (Graciani 2006), especialmente centrado en los tapiales de distintos monumentos locales del periodo, entre ellos el Hospital de las Cinco Llagas (Tabales 2003) y el Convento de Santa Clara. Nos centraremos en los siguientes aspectos: composición material, método de ejecución y módulo del cajón.

1. Composición material

Entre ambos casos, parecen existir evidentes diferencias materiales aunque no se puede contrastar con análisis de caracterización material ya que, en su momento (previos a la investigación de este grupo), los promotores de los estudios paramentales no los encargaron; no obstante, de la inspección visual se deduce que la cantidad de cal de los tapiales de la Casa de Miguel de Mañara es mayor. Esto es significativo ya que comparativamente los tapiales de Santa Clara (Graciani 2006) son mucho más terrosos, presentando una menor cantidad de cal y abundancia de minerales en la arcilla. Hay que indicar que esta circunstancia, la abundancia de cal, venía siendo común en los tapiales Sevillanos desde época almohade, de modo que precisamente una alta cantidad de cal en su composición le otorgaba su característica resistencia, y que en el Renacimiento lo seguirá siendo al menos en los edificios más representativos como en los tapiales de pleno Renacimiento del Convento de Santa Clara de Sevilla o en la intervención de Hernán Ruiz II en e l Hospital de las Cinco Llagas de la Ciudad, construido a mediados del siglo XVI.

La presencia del calicastrado es más evidente en la Casa de Mañara que en la de San José. Además, en Mañara se marcan muy claramente las hiladas de separación entre cajones con gruesas capas de cal. En función de la abundancia de cal, siguiendo los criterios establecidos por Fray Lorenzo de San Nicolás (61), se trataría de una *tapia acerada.* De la inspección visual también se extrae que en ambos casos, se trata de árido cerámico de machaqueo, obedeciendo a lo común de una época en la que se reciclan los desechos de material constructivo de derrumbes.

2. Método de ejecución.

2.1. Estructura general de paramentos.

Los tapiales estudiados tienen en común que ambos son tapiales encadenados, una tipología que había aparecido en la edilicia local en el periodo almohade. Concretamente, como venía siendo frecuente desde el periodo mudéjar, los machos de las cadenas se habían realizado en ladrillo, que en este caso presentan las mismas dimensiones (29x 14,5x 4-5cm.). Hay que indicar que esto no sucede siempre, pues hemos detectado ciertas variaciones métricas en Santa Clara, en sus tapiales renacentistas estudiados tras las lecturas de paramento de la primera intervención arqueológica acometida en el Convento (2003). Los machos latericios (*rafas*), contribuyen a fortalecer la fábrica, aunque como ya se ha indicado, también se empleaban en los ángulos, con la función de proteger esquinas y fortalecer vanos; en ambos casos, éstos se construyeron en aparejo flamenco, respondiendo al modelo habitual en la época. En ambos casos, los cajones o adobones se construyen sobre un basamento de ladrillo, costumbre que en la Ciudad se había introducido en la época mudéjar y que se aprecia, por ejemplo en la muralla de la Judería (siglo XIV), también en aparejo flamenco (Tabales 2002, 185) y, en pleno siglo XVI, en el Hospital de las Cinco Llagas, en los Patios del Cardenal y de la Fuente (1559-1569), donde el basamento llegaría a alcanzar el metro y medio de altura (Tabales, Oliva, Jiménez y Huarte 2003, 38). Los tapiales encadenados que se habían generalizado en la construcción local del XVI eran además muy apropiados, según Fray Lorenzo de San Nicolás, para construir muros estrechos (*angostos)*, optando en tales casos por ésta entre las cuatro formas de construir que según él existían:

> "…como se ha de continuar el edificio, el qual puede ser que suceda en una de quatro formas de edificar, ò de canteria, ò mampostería con pilares de ladrillo, ò todo de ladrillo, ò de pilares de ladrillo con tapias de tierra, que en edificios angostos es buen modo de edificar".

2.2. Disposición de los cajones

La disposición de los cajones difieren entre una y otra vivienda. En la casa de la Calle San José, los cajones o adobones se superponen uno sobre otro, sin verdugadas intermedias de nivelación, que sí están presentes, por el contrario, en la Casa de Miguel de Mañara. San Nicolás se refiere a la funcionalidad de estas verdugadas como medio de trabar los dos componentes estructurales de la fábrica, y aunque su comentario lo centra en las fábricas de mampostería encadenada, puede hacerse extensivo a los tapiales encadenados. Insiste en la calidad de este procedimiento, siempre que la composición de la mezcla a apisonar posea la suficiente cantidad de cal (esté "bien sazonada") (San Nicolás, 61).

> "También se haze mampostería con pilares de ladrillo, y fuera de ser fuerte, es muy vistoso, labrando pilares a trechos por una misma altura, y el caxon, o ystoria que nosotros llamamos, hazen de mampostería, como està dicho, y encima de cada altura se echan dos hiladas de ladrillo, que comúnmente llaman verdugos, y estos hazen mas fuerte la obra: porque como el pilar es distinto cuerpo de la mampostería, estas hiladas hezen que todo sea un cuerpo y travando uno con otro. Tambien puedes entre estos pilares echar tapias de tierra, y yendo bien sazonada es muy buen edificio, echando sus verdugos como esta dicho"…

El caso de Mañara encaja perfectamente en la tendencia común de la época. De hecho, a mediados del siglo XVI lo más habitual es que se recurra a dos verdugadas, número que se irá incrementando hacia tres en el siglo XVIII. En cualquier caso, no se trata de una novedad renacentista, habiéndose ya detectado en los edificios locales del siglo XIV, como el Palacio de los Marqueses de Marcelina y las iglesias mudéjares (Tabales 2002, 183).

En términos generales, la existencia de estas verdugadas en construcción monumental se interpreta como un rasgo de identificación diacrónica; así interpretamos que los tapiales renacentistas más antiguos del convento de Santa Clara de Sevilla, lo eran, entre otras evidentísimas razones por la carencia de verdugadas (Graciani 2006). Sin embargo, en el caso de la Casa de Calle San José puede evidenciar una menor calidad en la ejecución de la fábrica o al menos un menor cuidado en el proceso de puesta en obra. En ambos casos, la huella de los mechinales presenta remate latericio, siguiendo la tradición renacentista, para facilitar el proceso de extracción de las agujas.

3. Módulo de los cajones

Con relación al módulo de los cajones, en la Casa de Calle San José, aparecen dos módulos distintos el módulo corto (entorno a los 80 cm.) y el alto (entorno a 90 cm). siendo el primero no habitual en la Sevilla del momento, pero que no ha dejado e cualquier caso de utilizarse, pues de hecho lo hemos detectado en los tapiales renacentistas más primitivos de Santa Clara. El módulo de 90 cm. de Miguel de Mañara sí responde a la tendencia general. La disparidad de módulos en la Casa de Calle San José, especialmente apoyándonos en la realidad de que en un mismo paramento encontramos superpuestos cajones de distinto módulo, puede considerarse no tanto un factor evolutivo sino como un indicio de menor calidad en la ejecución de la fábrica y probablemente del reciclaje de medios auxiliares de diversa procedencia.

En suma, parece que entre los dos casos estudiados, que pese a sus similitudes responden a los hábitos renacentistas, existen evidentes diferencias que apuntan a una mayor calidad de la fábrica de la Casa de Miguel de Mañara. Esta constatación nos induce a pensar que en viviendas de moradores de mayor rango socio-económico, como fue esta Casa-Palacio, el cuidado en composición y ejecución de la fábrica era mayor.

Bibliografía

*AGUILAR, María de la Cruz. *Las Haciendas. Arquitectura Culta en el Olivar de Sevilla* Universidad de Sevilla, 1992, pp. 104-106.

*ALEJANDRE SÁNCHEZ, Francisco Javier, TABALES RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, GRACIANI GARCÍA, Amparo y MARTÍN DEL RÍO, Juan José. "El Real Monasterio de Santa Clara de Sevilla (España): estudio analítico de los Tapiales, morteros y ladrillos utilizados en diversas etapas constructivas". En *Actas del VII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación.* Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación. Num. 7. Lanzarote (Islas Canarias, España). Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio. CICOP-España, 2004.

*COLLANTES DE TERÁN DELORME, Francisco y GÓMEZ ESTERN, Luis. *Arquitectura Civil Sevillana,* 1999.

*COVARRUBIAS, Sebastián de, 1611. *Tesoro de la lengua Castellana o española. Según la impresión de 1611, con las adiciones de Benito Remigio Noydens, publicada en 1674.* Martín de Riquer, ed... Barcelona, Edit. Alta Fulla, 1987 (1611).

*FALCÓN MÁRQUEZ, Teodoro. "El Palacio de las Dueñas". En *Reales Sitios.* Madrid, 1976.

*FALCÓN MÁRQUEZ, Teodoro. *Palacios sevillanos del siglo XVI*. El Monte, núm. 4, Sevilla, 1988.

*FALCÓN MÁRQUEZ, Teodoro. "La decoración de los palacios sevillanos del siglo XVI. Estudio iconográfico e iconológico". En *Cuadernos de Arte e Iconografía. Actas del I Coloquio de Iconografía.* Fundación Universitaria Española. Tomo II, núm. 3. Madrid, 1989.

*FALCÓN MÁRQUEZ, Teodoro. *El Palacio de las Dueñas y las casas-palacio sevillanas del siglo XVI.* Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla, 2003.

*FALCÓN MÁRQUEZ, Teodoro. *La Casa de Jerónimo Pinelo sede de las Reales Academias Sevillana de Buenas Letras y de Bellas Artes.* Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla, 2006.

*GRACIANI GARCÍA, Amparo. *Fábricas islámicas en el Alcázar de Sevilla. Memoria Arqueológica de la Segunda Campaña (2001) de investigaciones en el Alcázar de Sevilla* (inédita), 2001.

*GRACIANI GARCÍA, Amparo. "Notes about "Tapia Walls" in Seville (Spain) during the 16th Century in the Modern Age". En *Proceedings of the Second International Congress on Construction History.* Cambridge, 2006, vol. II, pp. 1375-1385.

*GRACIANI GARCÍA, Amparo, TABALES RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, ALEJANDRE SÁNCHEZ, Francisco Javier, BARRIOS SEVILLA, Ángela, GARCÍA RODRÍGUEZ, Reyes y PONCE ORTIZ DE INSAGURBE, Mercedes. "Revisión crítica de las analíticas sobre fábricas históricas de tapial en la Provincia de Sevilla". En *Actas de las Primeras Jornadas de Investigación en Construcción).* Instituto Eduardo Torroja de la Construcción, CSIC. Madrid, 2005, pp. 213-222.

*GRACIANI GARCÍA, Amparo y TABALES RODRÍGUEZ, Miguel Ángel. "On the Construction Techniques of the Almohad City Wall of Seville (Spain)". *Proceedings of the International Seminar Theory and practice of construction: Knowledge, means, models. Didactic and research experiences.* Ravenna (Italia),2005. Ed. Moderna, vol. 4, pp. 1559-1567.

*GUERRERO VEGA, José María y ROMERO BEJARANO, Manuel. "The Origins of the Wine House Architecture in Jerez de la Frontera: Analysis of the *Bodegas* Built in the Sixteenth and in the Seventeenth Centuries". En *Proceedings of the Second International Congress on Construction History.* Cambridge, 2006, Vol. II, pp. 1441-1454.

*GUICHOT y SIERRA, Alejandro. *El Cicerone de Sevilla. Monumentos y Bellas Artes.* Tomos I y II. Sevilla, 1925 y 1935.

*GUICHOT y SIERRA, Alejandro. *Desde Diego Riaño a Aníbal González. Constitución de Escuela de Estilo arquitectónico sevillano.* Sevilla, 1928.

*JIMÉNEZ SANCHO, Álvaro y MORA VICENTE, Gregorio. Memoria de trabajos Arqueológicos en Calle Segovias 1. Sevilla, 2003 (inédita).

*LÓPEZ, Francisco. "Tapias y Tapiales". En *Logia* núm. 8, 1997, pp. 74-89.

*OJEDA CALVO, Reyes y TABALES RODRÍGUEZ, Miguel Ángel. "El muro de la Judería Sevillana: su recuperación en la Casa de Mañara", en *La Casa-Palacio de Miguel de Mañara.* Junta de Andalucía, Sevilla, 1993, pp. 171-179.

*PERAZA, Luis de. *Historia de Sevilla.* Capítulo IX. Transcripción, estudio y notas por Francisco Morales Padrón. Sevilla, 1996 (1530).

*PLEGUEZUELO HERNÁNDEZ, Alfonso. *Arquitectura y Construcción en Sevilla (1590-1630).* Excmo. Ayuntamiento de Sevilla. Sevilla, 2002.

*POZO BLÁZQUEZ, Florentino, MÉNDEZ IZQUIERDO, Elena y GIL GUTIÉRREZ, Rosa. *Memoria de Estudio Arqueológico en C/ San José núm. 3.* Sevilla. Enero de 2005 (inédita).

*RECIO MIR, Álvaro, 2000."Materiales y técnicas constructivas en la Sevilla del Bajo Renacimiento a partir de los datos de los hospitales del Amor de Dios y del Espíritu Santo". En *Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Sociedad Nacional de Historia de la Construcción, Universidad de Sevilla, Instituto Juan de Herrera de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid y CEHOPU. Sevilla, 2000, vol. II, pp. 888-894.

*TABALES RODRÍGUEZ, Miguel Ángel; POZO BLÁZQUEZ, Florentino y OLIVA ALONSO, Diego: "Estudio arqueológico del Palacio Conde de Ibarra 18", en *Anuario Arqueológico de Andalucía 1995, III, pp. 491-507.* Sevilla, 1999.

*TABALES RODRÍGUEZ, Miguel Ángel. "Las murallas del Alcázar de Sevilla. Investigaciones arqueológicas en los recintos islámicos". Revista *Apuntes del Alcázar*, Patronato del Real Alcázar, Sevilla, núm. 2, 2001, pp. 7-35.

*TABALES RODRÍGUEZ, Miguel Ángel. *Sistemas de análisis arqueológico de edificios históricos.* Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones. Instituto Universitario de Ciencias de las Construcción. Sevilla, 2002.

*TABALES RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, POZO BLÁZQUEZ, Florentino y OLIVA ALONSO, Diego. *Análisis Arqueológico. El Cuartel del Carmen de Sevilla.* Monografías Arqueología, núm. 4. Junta de Andalucía, Consejería de Cultura. Sevilla, 2002.
*TABALES RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, OLIVA Pablo, JIMÉNEZ, Pablo y HUARTE, Rosario. "La intervención arqueológica. Análisis murario", *Arqueología y Rehabilitación en el Parlamento de Andalucía. Investigaciones Arqueológicas en el Antiguo Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla.* Secretaría General del Parlamento de Andalucía, Sevilla, 2003.
*VALOR PIECHOTTA, Magdalena. *La arquitectura militar y palatina en la Sevilla almohade.* Sevilla. Diputación Provincial. Sevilla, 1991.
*VÁZQUEZ CONSUEGRA, Guillermo. *Guía de Arquitectura de Sevilla,* 1992.
*VVAA. *La Casa-Palacio de Miguel de Mañara.* Junta de Andalucía, Sevilla, 1993.
*VVAA. *Arqueología y Rehabilitación en el Parlamento de Andalucía. Investigaciones Arqueológicas en el Antiguo Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla.* Secretaría General del Parlamento de Andalucía, Sevilla, 2003.

Amparo Graciani García

Doctora en Historia del Arte. Catedrática de Historia de la Construcción de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Sevilla, adscrita al Departamento Construcciones Arquitectónicas 2, dirige el proyecto I+D 2004-2007 BIA 1092 del Área de Construcción en el que participa un equipo interdisciplinario de investigadores de la Universidad de Sevilla (*Propuestas de Mantenimiento, Conservación y Restauración de Fábricas Históricas e Infraestructuras Urbanas de de Tapial en la Provincia de Sevilla)*.

Posee una extensa actividad profesional en el campo de la lectura paramental y en el análisis de fábricas históricas para su aplicación a la restauración de edificios. Desde su creación en octubre de 2005, es miembro del Subcomité AENOR CT-SC10 (Construcción en tierra).

5.9

ESTRUCTURAS ABOVEDADAS DE QUINCHA EN EL VIRREINATO DEL PERÚ

Pedro Hurtado Valdez
Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú
ICOMOS Perú
alarife68@yahoo.it

Palabras clave: patrimonio-quincha-bóvedas

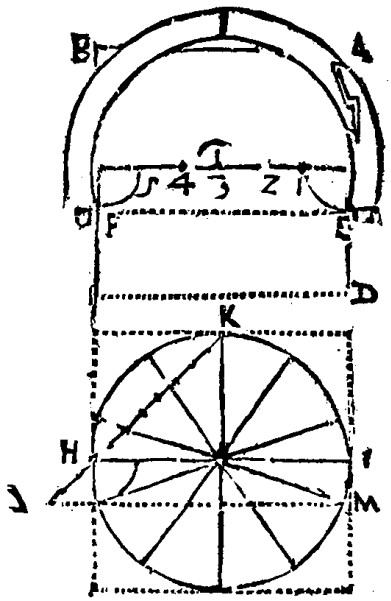
Resumen
Los españoles llegados a Perú comenzaron a levantar tempranamente bóvedas y cúpulas con piedra y ladrillo, según su experiencia constructiva. Estas estructuras, si bien estáticamente eran estables, poseían un comportamiento dinámico riesgoso durante los sismos, cuando por el desacomodo de sus elementos la transmisión de cargas dejaba de ser sólo a compresión apareciendo tensiones que los materiales no podían soportar provocando su colapso. En la reconstrucción de los edificios los arquitectos buscaron mejoras técnicas para garantizar la estabilidad de sus construcciones, volviendo a utilizar las bóvedas góticas de crucería sin que dieran buenos resultados.
Importante paso en el desarrollo de estructuras antisísmicas fue la realización del primer nivel de los edificios en adobe; dejando para los niveles superiores el uso de telares de caña y tierra (quincha). Como la fuerza de actuación de un sismo es proporcional al peso de la estructura, la utilización de un material más ligero y sobre todo flexible permitió edificar en altura sin menoscabar la estabilidad de los muros de base.
Quedaba aún por solucionar el problema de la cubierta de los templos, ante las nuevas necesidades espaciales que imponían la edificación de bóvedas. Sólo después del experimento de Diego Maroto en la iglesia de Santo Domingo en 1666, al adaptar el sistema de la quincha al diseño de bóvedas y su posterior mejora en el desarrollo de cúpulas para la reconstrucción de la iglesia de San Francisco por Manuel de Escobar en 1675, se dio solución a este problema.
Estas bóvedas y cúpulas fueron realizadas con armaduras formadas por piezas curvas de madera, que unidas a otras similares y desplazadas la mitad de su longitud definían los arcos, otorgando menos empujes a los muros que las iniciales bóvedas de piedra y ladrillo. Incluso este empuje venía contrarrestado con el empleo de un relleno de adobe en el cuarto inferior de las bóvedas a fin de verticalizar la fuerza resultante y crear un diafragma parcial en el sentido lateral de la estructura. Todo el conjunto con su sistema de riostras, uniones, tejido de caña y cobertura de tierra, definían una retícula curva que aseguraba la transmisión uniforme de cargas y empujes.

Antecedentes históricos

Desde los albores de la ocupación hispana del Perú en el siglo XVI, fue de uso común la piedra, el ladrillo y el adobe de acuerdo a las tradiciones constructivas españolas. Así los muros se levantaban con proporciones similares a los realizados en la península Ibérica, mientras arcos, bóvedas y cúpulas se hacían bajo las normas de cantería estipulados por los gremios de constructores. Pronto se observaría que las nuevas tierras colonizadas eran sacudidas periódicamente por sismos, produciendo el colapso de la mayoría de las edificaciones, las cuales no estaban preparadas para hacer frente a estos fenómenos. Los terremotos obligaron a replantear las proporciones, reduciendo la esbeltez de los muros al incrementar el espesor de ellos o colocar contrafuertes cuando era posible. La realidad mostró posteriormente la poca fiabilidad de estos cambios.
Durante las pruebas de ensayo y error los maestros constructores cayeron en cuenta que las viviendas de los nativos realizadas con sencillos telares de madera rolliza, caña y tierra, por su ligereza y flexibilidad resistían mejor a los terremotos. La utilización de la tierra no era ajena a los castellanos, siendo un material con presencia importante en las construcciones hispanas, mayormente en forma de tapia. Sin embargo la rusticidad de la técnica indígena motivó su inicial consideración como inadecuado para la ejecución de palacios e iglesias,

pero la yesería española remedió este inconveniente otorgando un acabado final de acuerdo a la magnificencia buscada para las obras. La incorporación de madera escuadrada y uniones de carpintería facilitaron el trabajo, contribuyendo a consolidar el sistema constructivo y dando origen a la quincha virreinal. Esta tecnología no sólo brindó seguridad a la construcción en altura en un medio sísmico sino que permitió edificar diversos tipos arquitectónicos, como palacios con sus altos miradores, cuerpos superiores de claustros de conventos y torres de iglesias.

Solucionado la forma de construir en altura aún quedaba por definir el modo de cubrir los templos, los cuales estaban condicionados por las exigencias espaciales muy dadas a la edificación de bóvedas, especialmente por las sugerencias del concilio tridentino. Para el siglo XVII ya se habían experimentado diversas posibilidades de ejecutarlas con fábrica sin haberse encontrado una respuesta razonable en términos de tiempo, economía y principalmente de seguridad frente a los sismos. Además en la constante indagación de soluciones para garantizar la estabilidad de las cubiertas se volvieron a utilizar las arcaicas bóvedas góticas de crucería[1] al asumirse podían resistir a los terremotos, sin conseguir la confirmación en la práctica del desempeño estructural deseado. Dentro de este panorama comenzaran a hacer su aparición las bóvedas de quincha a mediados del siglo XVII.



Lamina de López de Arenas, con el tipo de cercha que obtiene y una unión en rayo de Júpiter.

Los tratados sobre estructuras abovedadas ligeras

Para comprender la relevancia de la propuesta estructural de las bóvedas de quincha habrá que remitirnos a los tratados existentes en la época, indagando en ellos con ojos más de constructor que de historiador del arte, para determinar hasta que punto pudieron condicionar su presencia y desarrollo dentro del territorio sudamericano.

Los tres tratadistas fundamentales de la carpintería de lo blanco del siglo XVII español, fueron el alarife de Sevilla Diego López de Arenas, el fraile agustino Andrés de San Miguel y el maestro salmantino Rodrigo Álvarez. No obstante está registrado la influencia en el Virreinato peruano sólo del primero, quedando el resto aún en una etapa oscura, a pesar de la presencia de San Miguel en México. Así lo demuestra el inventario realizado a la

biblioteca de uno de los más importantes alarifes de Lima, el maestro Santiago Rosales (1681-1759)[2].

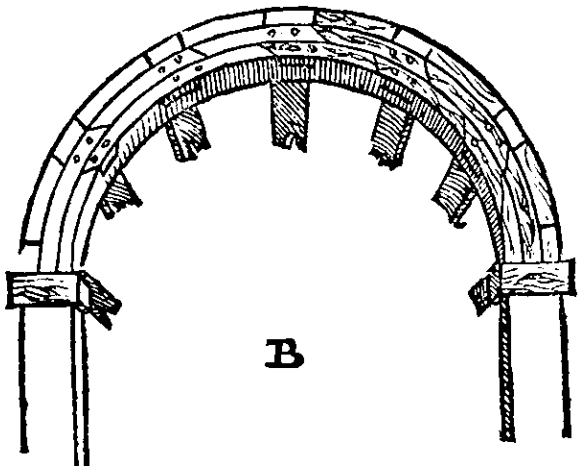
López de Arenas refiere la ejecución de una media naranja en madera en los siguientes términos: "*Si la quisieres hazer en diez cascos, la demostraré aquí toda enteramente, por la mucha similitud que tiene con la esfera, sea la quadra y buelta redonda de su estribo A.B.C.D. haz su anchura seis partes la linea que la corta por el centro y de ella básate con una sexta parte, como lo dize E.F. y pon el punto del compas en el centro del quadrado, y punto G. y descrive alrededor una parte de circulo, empeçando en el punto E. y acabando en el punto F. acrecientale agora los peraltes en esta parte del circulo, y quedarán inclusos los dos camones, y en la planta sacarás los campaneos que tiene cada camon, dándoselos por la orden que se da a la campana de la lima de la media caña*"[3]. Son de extrañar la descripción y el dibujo que adjunta, por no corresponder en ningún caso al sistema constructivo encontrado en las iglesias virreinales peruanas o en sus equivalentes españolas. Incluso la formación de las juntas de la armadura con un rayo de Júpiter muestra un aparente desconocimiento de la técnica real, al obligar a formar el arco solo con dos piezas, con lo que dificultaba encontrar maderos de grandes longitudes que además pudiesen curvarse. Igualmente la mención del campaneo de las "medias cañas" aplicadas a las cerchas que forman los arcos de la bóveda resulta una complicada labor sin justificación aparente, solo acostumbradas a hacerlas en las armaduras con limas moamares, para acompañar la curvatura y el paralelismo de los maderos de las esquinas[4].

Ciertamente el tratado de Serlio era conocido en la esfera del virreinato del Perú y aunque en una de sus láminas muestra el dibujo de una bóveda ejecutada con arcos de madera, no define la unión de los camones (piezas cortas y curvas de madera) para la formación de la cercha. Además no se realiza con camón y contracamón por el lado del canto como indicaría la lógica constructiva sino a nivel de tres roscas superpuestas que difícilmente hubiesen dado estabilidad a la estructura sin un elemento de enganche común a los tres arcos, cosa que hará en el siglo XIX Armad Emy en su propuesta de cubiertas abovedadas para cubrir grandes luces de instalaciones industriales y estaciones ferroviarias. El mismo Serlio menciona que con esta armadura "...*se podría hacer una bella y fuerte pérgola en un jardín, o en otro sitio todavía*..."[5]. Es decir, en ningún momento se planteaba la posibilidad de cubrir la nave de una iglesia, estando dirigida a ambientes más domésticos como el caso de la pérgola a la que hace referencia.

Un poco lejano en el tiempo, se encuentra el tratado de Philibert De L'Orme quien elaboró una manera de cubrir espacios con bóvedas y cúpulas realizadas a partir de piezas cortas y delgadas de madera solapadas en forma de arco, como si se tratase de la cuaderna de una nave, con riostras a manera de espigas que pasaban en las cajuelas realizadas en las piezas principales y sujetadas por clavijas también de madera[6]. No se tiene noticias si los carpinteros virreinales tuvieron a disposición este tratado para consultas, a pesar de la presencia de una solución parecida en las bóvedas y cúpula de la iglesia jesuita de Córdoba (Argentina) en 1667 realizada por Philipe Lemer. Aún en este caso la propuesta de Lemer es de mayor alcance técnico al lograr un elemento estructural que actúa más como una viga reticular curva que como un arco, en el sentido que los empujes son absorbidos por el mismo sistema cerrado logrando pre compresiones en las uniones a través del uso de cuñas y el curvado de las tablas de cerramiento que presionaban contra los arcos[7]. Por otro lado los tratados españoles e italianos de la época mayormente consultados en Hispanoamérica no hacen mención al planteamiento de De L'Orme, en consecuencia su difusión sería también rara[8], asimismo las bóvedas de madera realizadas en España no muestran la influencia del arquitecto francés, siendo generalmente armaduras ocultas exteriormente, por tanto no interesaba definir la curvatura externa de las piezas de madera, además de estar colgadas de los pares de la cubierta o suspendidas de una viga apoyada en los muros.

Especial importancia testimonial cobra el tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás en la península Ibérica, al mencionar que "*…en esta Corte se van introduciendo el cubrir las Capillas con cimborrio de madera, y es obra muy segura, y muy fuerte, y que imita en lo exterior a las de cantería, esta se ha usado dello en edificios, ó que tienen pocos gruesos de paredes, ó que lo caro de la piedra es causa de que se hagan con materia mas ligera, y*

menos costosa. En Madrid mi patria, Corte del Rey de España, hizo la primera un famoso Arquitecto de la Compañía de Iesus, por nombre el Padre Francisco Bautista, en el Colegio Imperial de su Religión, en su gran fabrica de su iglesia, que por los malos materiales de esta Corte, fue necesario echarla de madera. Yo hize la segunda en mi Convento de Agustinos Descalços, en esta Villa de Madrid, en la Capilla del Desamparo de Christo; la tercera hize en Talavera en la Hermita de Nuestra Señora del Prado, con el resto de su Capilla mayor; y la quarta que traçé, se executó en Salamanca, tambien en mi Convento de Agustinos Descalços, y la executó un famoso Arquitecto, Religioso de mi Religión, que fue discípulo mio, llamado Fray Pedro de San Nicolas."[9].



Tipo de arco de madera graficado por Serlio en su tratado.

A pesar que San Nicolás refiere que este sistema fue introducido en España por el hermano Francisco Bautista en la capilla del Colegio Imperial de la compañía de Jesús en Madrid, hoy iglesia San Isidro (1622 - 1685), en los actuales trabajos de levantamiento que viene realizando la Universidad Politécnica de Madrid en dicha iglesia, aún no se ha ubicado este tipo de estructura[10]. Del resto de edificios mencionados todavía no se ha confirmado la existencia de las armaduras encamonadas, aunque estas estructuras aparecen en algunos templos como en la biblioteca de la capilla de los Caracciolos en Alcalá de Henares o la iglesia parroquial de Torrija en Guadalajara del siglo XVIII dentro del área de Castilla, mientras que las bóvedas de madera de las iglesias de regiones vascas y gallegas corresponden notoriamente a otra tipología estructural más de acuerdo con la tradiciones del norte de Europa, en donde se curvaba largos troncos de madera para formar las costillas de las bóvedas de crucería.

Los ejemplos mencionados no solo son tardíos sino que la mayoría de ellos no son autoportantes sino que están colgados de una estructura superior, generalmente del tirante de la cubierta. Así en la biblioteca de Caracciolos, la cercha está formada por camones clavados entre sí y sujeta de una viga superior de madera que define la estructura portante, quedando relegados los arcos únicamente a un nivel de conformación espacial. Por debajo de las cerchas se da forma a la bóveda con tablas unidas por clavos a los camones.

En la iglesia parroquial de Torrija todo el conjunto está sujeto de dobles vigas de madera a lo largo de la nave según el ritmo impuesto por los arcos fajones. Sobre estas vigas se apoyan seis correas longitudinales, en el sentido de la nave. Las cerchas están colgadas de las correas a través de unos listones de madera y se apoyan en ellas mediante un empalme por muesca, asegurado con clavos. Finalmente la forma de la bóveda viene dada por tablas clavadas desde abajo sobre las cerchas. Estas tablas, al igual que en el caso anterior, están distanciadas entre ellas dejando unas ranuras rodeadas con cordeles para facilitar la fijación del yeso.

A pesar de todo la parte más notoria del tratado de San Nicolás está referida al modo de cubrir capillas de planta circular con madera. Su descripción y dibujo motivará el error de muchos estudios al tratar de asemejar la armadura de un chapitel con una sección interior curva (que es lo que aparece en el tratado) a una cúpula encamonada, puesto que constructiva y estructuralmente difieren entre sí. En este último caso el chapitel transmite cargas de manera vertical mientras que la cúpula otorga empujes horizontales. Por otra parte no se ha encontrado referencia a la utilización de este tratado en el virreinato peruano, además las cúpulas de quincha que aparecerán en Perú difieren completamente de aquello que San Nicolás trataba de explicar.

Estructuras abovedas de quincha en el Virreinato del Perú

Un mayor desarrollo de la quincha llegó con su aplicación a la construcción de bóvedas y cúpulas. El sistema que ya había funcionado en forma vertical para los pisos superiores de los edificios entraría a trabajar también en superficies regladas y de revolución. En el Perú es Fray Diego Maroto quien adapta en 1666 la técnica de la quincha a la construcción de bóvedas en la cubierta de la iglesia de Santo Domingo de Lima. Hasta este momento se acostumbraba reconstruir las bóvedas dañadas por los sismos con los mismos materiales, piedra o ladrillo[11]. La constatación de los efectos negativos que producían los sismos en las bóvedas de fábrica impulso la realización de la primera experiencia de cubrir los templos con bóvedas de quincha. De esta forma Maroto realiza una armadura de madera curva con el tejido de una membrana de caña y recubierto de tierra, pero sujeta de una viga horizontal apoyada en los muros de adobe del templo. Habrá que esperar hasta 1675, durante la reconstrucción de la iglesia de San Francisco, cuando Manuel de Escobar y el arquitecto portugués Constantino de Vasconcellos[12], perfeccionan el sistema de Maroto de modo que las bóvedas sean autoportantes, incorporando el murete de adobe de contrarresto de empujes y uniones flexibles, logrando además definir la cúpula sobre el crucero con el mismo criterio. A partir de este momento esta técnica constructiva se generalizará en todo el Virreinato del Perú hasta convertirse en norma obligatoria luego del terremoto de 1746[13].

Básicamente los tipos constructivos de estas bóvedas y cúpulas dependen de su carácter estructural. El primero corresponde al sistema colgado, donde el intradós de la nave está formado por arcos sujetos a una armadura superior, mayormente vigas horizontales. Por lo general estos arcos no colaboran en la descarga del peso de la estructura y es utilizado únicamente para definir el espacio a cubrir, sin generar empujes laterales al formar parte de una estructura mayor que descarga el peso de la cubierta en forma vertical hacia los muros o pies derechos laterales.

El segundo tipo constituye el sistema autoportante, donde el intradós y el extradós de la bóveda están definidos por arcos que se sostienen en conjunto y forman la estructura. En este caso no solamente interesa definir un espacio interior sino también mostrar la volumetría exterior que adquiere la edificación, por lo que se evidencia externamente la curvatura del extradós. Aquí se generan empujes laterales que serán recibidos por los estribos y los semi diafragmas verticales de adobe incluidos en la armadura, antes de transmitir dichos esfuerzos a los muros.

Sistema constructivo

En general, la armadura tanto para las bóvedas como para las cúpulas estaba formada por las siguientes partes:

a) Elementos de confinación al muro.

Encadenado: Eran piezas que recorrían horizontalmente todo el perímetro de la armadura y marcaban el inicio de ella, estando empotrados en el muro, generalmente de adobe. Debían de servir a la nivelación del muro que era dejado en “alberca” por el maestro albañil para el inicio del trabajo del maestro carpintero. Se trataba de otorgar una superficie horizontal apta para el apoyo de los arcos, sujeta a tolerancias más estrictas que la terminación de los muros. Era raro utilizar otros elementos de nivelación como eran los nudillos en España.

Cumplían además la función de recibir y repartir los empujes generados por las cerchas hacia los muros.

b) Estructura portante:
Cerchas: Se construían a partir de camones y contracamones de cedro o roble, colocados en forma alternada por su canto y unidos mediante clavos hasta dar la forma del arco que se necesitaba. A veces también se aplicaba cintas de cuero de vaca u oveja cortados en tiras de un dedo de ancho las cuales se colocaban húmedas y al secar producían una mayor presión por retracción del material pero formaban una unión flexible que aumentaba la ductilidad de la estructura. Este sistema otorgaba una alta racionalización del proceso constructivo evitando el excesivo desperdicio de madera al asignarse un módulo de corte que podía repetirse según las necesidades.
Estas grandes piezas de conjunto se realizaban siguiendo el trazo a escala natural de la sección realizada sobre un andamio ubicado a la altura de los arranques de la bóveda para luego proceder a su colocación definitiva por el giro de la armadura. Sus extremos se encastraban en el encadenado por medio de una larga espiga para evitar los desplazamientos horizontales que podrían ocasionar los empujes de las cerchas.
En estas armaduras se ha observado que las testas de los camones podían estar colocadas a tope o con ensambles a media caja, en este último caso realizado a 45º en su canto y con inclinación radial de la testa hacia el centro de la curva[14].
Cuando se trataba de realizar lunetos en las bóvedas o dar la forma a la cúpula, se efectuaban sectores de arco de menores dimensiones que partían del encadenado y terminaban en el tercio o el cuarto superior de las cerchas principales, introducidos en un rebaje que aumentaba la superficie de contacto entre ambas. Posibilitaban además la disminución de las distancias entre los puntos de apoyo de las cañas, lo cual beneficiaba en su colocación, de manera que el peso del recubrimiento de tierra no las hacía ceder.
Riostras: Eran piezas de madera colocadas en forma horizontal y alternada entre las cerchas para unirlas en todo su recorrido, estando separadas por una distancia variable, que oscilaba entre los 60 y 120 cm. Su función era transmitir y redistribuir sobre ellas las cargas de las cubiertas, además de mantener la separación de los arcos y evitar en la fase constructiva el volteo de ellos.
Relleno de adobe: En la zona de arranque de la armadura junto al muro, entre el encadenado y la primera riostra se solían colocar tornapuntas, rellenándose este espacio con adobe, con el fin de conseguir formar un diafragma parcial que ayudara a evitar el desplazamiento lateral de las cerchas y verticalizar la resultante del empuje.
Anillo de unión (en las cúpulas): Tenía forma octogonal y servía para la conexión de las diferentes cerchas en la parte alta de la semiesfera y contribuir al anclaje de la linterna. Se armaba con piezas robustas, mediante el uso de ensambles a cola de milano. Las cerchas principales se fijaban al encadenado y al anillo central, mediante ranuras que se abrían en éstos últimos.

c) Elementos de cierre:
Tejido de caña: Formada por cañas[15] unidas entre si con cintas de cuero y conectadas a las cerchas por clavos colocados en dichas cintas. Generalmente en el extradós se colocaban enteras y hacia el intradós partidas longitudinalmente y extendidas.
Recubrimiento de tierra: Era una capa de barro con un espesor exterior mínimo de 5 cm, realizado con una proporción de 15% de arcilla, 10% de limo, 55% de arena y 20% de agua, incorporándose además paja y pelo animal para evitar una excesiva retracción por secado. La colocación del recubrimiento de tierra permitía aislar y proteger del medio ambiente a los diversos componentes de la armadura. Asimismo el barro por sus buenas características de aislamiento térmico y acústico resultaba ideal para este tipo de espacios, permitiendo también una fácil reparación de las fisuras causadas por los sismos.
Este estrato de tierra era estabilizada mediante la adición de cal y en algunos casos se cubría con una película de jugo de cactus con el fin de otorgar mayor impermeabilidad a la cubierta. En el intradós de la bóveda se colocaba un recubrimiento final de yeso procurando

un efecto visual de una bóveda o cúpula realizado con cantería, además de producir múltiples tipos de molduras.

Desempeño Estructural

Las antiguas directivas de diseño de arcos y bóvedas de fábrica se basaban en leyes de proporción más que en criterios de resistencia o rigidez[16], buscando que la geometría de la estructura asegurase la transmisión adecuada de los esfuerzos dentro del material, generalmente trabajando solo a compresión sin la admisión de otros tipos de esfuerzos, en consecuencia era normal la aparición de fisuras. A pesar que estos signos constituyen la expresión habitual de la estructura de adaptarse a su entorno y estabilizarse en el tiempo, en un medio sísmico adquieren particular importancia motivado por la forma y rigidez de la construcción y su relación con las propiedades del terreno. Durante un sismo el edificio vibra bajo su frecuencia natural y si ella es cercana a la del suelo, se producirá una resonancia dinámica y el daño estructural resultante será mayor. Las fisuras de la obra cambiaran su frecuencia natural y aumentarán o disminuirán esta resonancia.

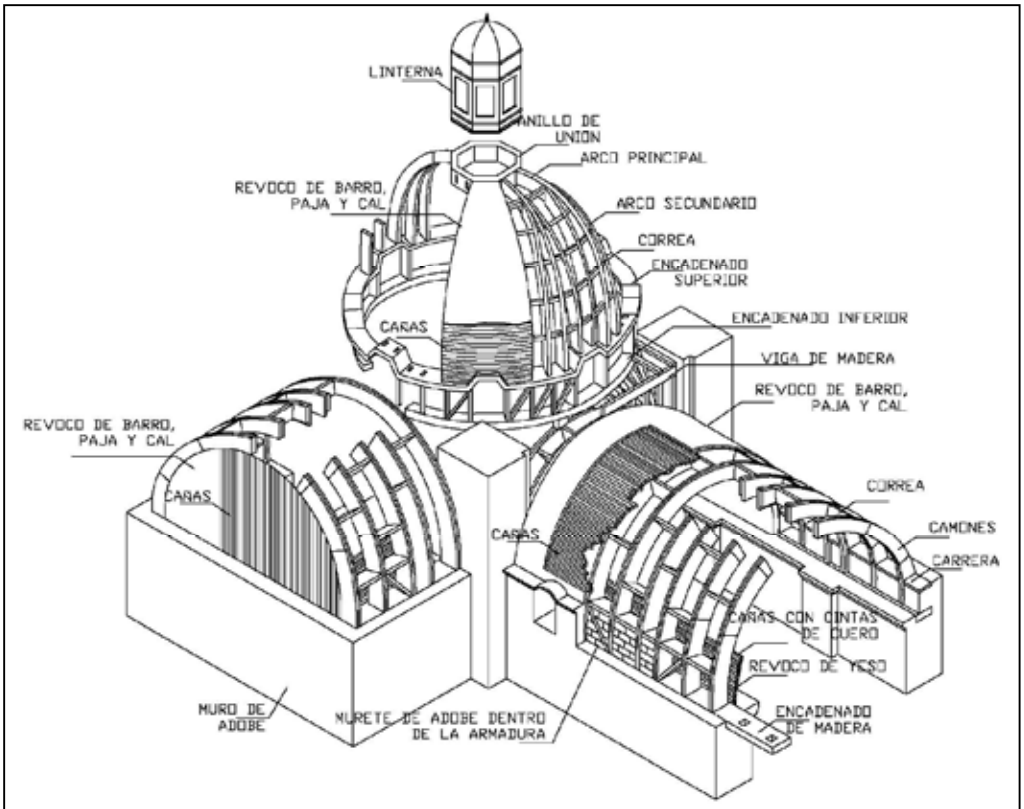


Bóveda y cúpula de quincha en la iglesia La Compañía de Pisco

Si bien estas estructuras en tierras sudamericanas eran estáticamente estables, tenían un desempeño dinámico riesgoso, pues los constructores hispanos no las habían preparado para disipar energía sísmica. Los arcos y bóvedas de fábrica se mantienen estables mientras las condiciones geométricas no cambien sustancialmente, es decir la forma de la estructura garantiza el paso de la línea de empujes dentro de ella, con los límites fijados por los bordes del mismo material. Cuando la línea de empujes toca el extradós o intradós se forman rotulas, entrando a trabajar un arco de modo triarticulado siendo perfectamente estable, además el desempeño estructural de una bóveda tiene aún más posibilidades de estabilidad.

Ciertamente el arco catenario resulta más eficiente que el de medio punto, usualmente empleado en le Virreinato del Perú, por coincidir su forma con el recorrido de la línea de empujes. Sin embargo cualquiera que sea la forma del arco o bóveda ante un sismo la respuesta dinámica será esencialmente elástica si la estructura ha sufrido solo un

agrietamiento limitado y conserva todavía un carácter casi monolítico. Pero al aumentar la aceleración, a esta fase elástica se superpondrá otra con distinta frecuencia de vibración, donde los bloques de la bóveda chocan entre sí y propician su separación hasta producir un nuevo desajuste en la geometría inicial con la consiguiente aparición de un mecanismo de colapso produciendo el fallo de la estructura.
En las construcciones europeas en medios sísmicos los arcos y bóvedas se ejecutaban con engatillados y grapas entre los bloques o las dovelas de piedra, para mantener en lo posible la forma de la estructura. También se dotaba de un estribo con ancho suficiente para transmitir los empujes a la cimentación y consolidar la geometría de la edificación evitando que los muros de abriesen. A pesar de todas estas precauciones el sistema no garantizaba la estabilidad dinámica de las bóvedas.



Detalle constructivo de una bóveda y cúpula de quincha

Frente a las estructuras abovedadas aplicadas en Europa, en el Virreinato del Perú se optó por la incorporación de la nueva técnica constructiva desarrollada, es decir, realizar la planta baja de los edificios en adobe, dejando para la cubierta el uso de las bóvedas de quincha. Dado que la fuerza de actuación de un sismo está en proporción al peso de la estructura, la utilización de un material más ligero permitió edificar estos elementos sin menoscabar la resistencia de los muros de base, contribuyendo a este fin las uniones adoptadas para el encuentro entre la estructura flexible de quincha y la rígida de adobe del piso inferior.
La unión entre ambas estructuras estaba dada por una viga perimetral de madera, que actuaba como encadenado de la parte superior del muro y base de las bóvedas de quincha, ayudando a arriostar a los muros de adobe e impidiendo su natural separación durante un sismo, tratando de brindar un efecto diafragma para responder solidariamente al movimiento. Así también las bóvedas de quincha no estaban rígidamente conectadas al encadenado sino mediante una espiga sumamente larga y trabada por un murete de adobe.

De esta forma durante un temblor la quincha podía moverse libremente también en sentido vertical dentro de la caja realizada, porque la dimensión de la espiga aseguraba que no escapara de su posición. De igual manera el uso de cintas de cuero para las uniones permitió cierto grado de libertad al movimiento sin que se perdiera la forma geométrica inicial, siendo lo suficientemente flexibles para disipar la energía sísmica sin llegar a colapsar y cuyas tolerancias de deformación eran ya tomadas en cuenta.
Pero las bóvedas de quincha no sólo eran más eficientes que las originales de piedra y ladrillo desde el punto de vista dinámico sino también desde el estático, por originar menos empujes a los muros, ya que al verse disminuido el peso se reducía el empuje en modo proporcional[17], con lo cual era más fácil conseguir la transmisión de cargas dentro del tercio central del muro de adobe y evitar mayores excentricidades, permitiendo disminuir su ancho en caso de no contar con contrafuertes macizos. Además la consolidación del terreno bajo las fundaciones, que se miden en períodos de decenios, conduce a asientos y cambios geométricos, obligando a la estructura a adaptarse a estas modificaciones. En el caso de una bóveda de quincha por su flexibilidad era más fácil de realizar este ajuste con menor riesgo a su estabilidad.
Por otra parte siempre se asumió que el relleno de adobe en la parte baja del panel de quincha buscaba el descenso de su centro de gravedad, consideración que también se asumió para el caso de las bóvedas, cuando se señalaba que "*el centro de gravedad de un entramado sencillo...se puede estimar que se encuentra situado ligeramente por debajo del punto definido por el cruce de las dos diagonales...pero, como generalmente se procedía a rellenar los espacios de la parte inferior de la armazón, con adobe o ladrillo según la clase de muro sobre el que se apoyaba el esqueleto de madera, resultaba que al situar una masa de mayor peso hacia la parte baja, la altura del centro de gravedad se acercaba a la solera, lo cual aumentaba la estabilidad...*" [18]. Sin embargo si realizamos una rápida verificación visual de la estructura observaremos que tanto el panel de quincha como la armadura abovedada no están huecas, sino llenas con un tupido tejido de caña y recubrimiento de barro, por lo que el peso específico de esta parte no puede estar demasiado alejado del peso específico del relleno de adobe en la base, de igual espesor que la parte superior. Así del cálculo efectuado para comprobar esta hipótesis se encontró que el centro de gravedad desciende sólo 5% en el caso de bóvedas, que para efectos constructivos no es significativo[19]. Por tanto la razón para rellenar estos cuartos inferiores con adobe están más relacionados con formar una guía que impidiese a la espiga de los camones escapar del encadenado durante los movimientos sísmicos y de asegurar en la etapa de la construcción de la bóveda, cuando se posaba el arco sobre el encadenado, el actuar como peso muerto que ayudara a verticalizar los empujes de las armaduras hasta que se completara la edificación de todo el tramo. Finalmente creaba un semi diafragma dentro del plano impidiendo el desplazamiento de los arcos en el sentido lateral y absorbía las vibraciones sísmicas en esta dirección.
Un gran trabajo dinámico lo realizaba el tejido de caña que actuaban como una armadura interna con amplia posibilidad de resistir tensiones. Además el revestimiento de barro con cal no sólo protegía de la intemperie a los diferentes elementos de la estructura sino contribuía con las cañas a definir una superficie continua a modo de una membrana asegurando un trabajo solidario de toda la estructura durante un sismo[20].

Consideraciones finales

Los edificios en tierra están asociados no solo con la pobreza sino también con la falta de seguridad, especialmente frente a los sismos. Sin embargo hemos apreciado el funcionamiento de un sistema estructural desarrollado a partir de la continua búsqueda de una solución antisísmica que imponía la dureza telúrica del medio. No puede señalarse el desarrollo y expansión de este sistema constructivo sólo a la falta de recursos económicos, puesto que Perú era la sede del Virreinato español en América del Sur y como tal toda la riqueza que se recolectaba en este territorio pasaba necesariamente por el. Así existía la suficiente economía como para realizar construcciones con ladrillo o piedra, como se hicieron originalmente y se repararon después de cada terremoto, pero descubrieron en la

quincha una respuesta al comportamiento dinámico solicitado. La utilización de este sistema no significó una mengua en la calidad espacial y funcional de los edificios, muy por el contrario sirvió para realizar grandes manifestaciones del barroco americano. Donde piedra y ladrillo fallaron, la tierra bajo la forma de quincha permitió garantizar la supervivencia de las cubiertas de los templos, no obstante los muchos terremotos ocurridos en la historia del Perú. Hoy en día que se vuelven los ojos a la recuperación y uso de técnicas tradicionales en tierra por motivos de eficiencia ecológica en el uso de los materiales, de reducción de coste económicos en los proyectos de viviendas sociales, de mejoras del confort habitacional para construcciones modernas, no se debe olvidar el gran aporte estructural que significó el uso de la quincha en la definición de espacios abovedados en medios sísmicos y cuyo legado también puede ser fuente de inspiración para la arquitectura contemporánea.

Citas y Notas

[1] El hundimiento de las bóvedas de cañón realizadas con ladrillo en la iglesia de Pacasmayo y con piedra en la catedral de Cuzco produjeron el cambio por bóvedas de crucería. Las bóvedas de la catedral de Lima se rehicieron después del terremoto de 1609 bajo el sistema de crucería, pero volvieron a colapsar en el terremoto de 1687, reconstruidas luego en madera y quincha.

[2] Los principales volumen encontrados fueron “Arquitectura” de Pietro Catáneo, edición en italiano publicado en 1554; “Tercer y cuarto libros de Arquitectura de Sebastiano Serlio”, edición traducida por Villalpando en Toledo en 1565; “Perspectiva y Espectacularidad” de Euclides, editada en castellano por Pedro Ambrosio de Onderiz en Madrid en 1585; “Breve Compendio de Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes con la conclusión de la Regla de D. Incola Tartaglia y otras cosas tocantes a la carpintería de compás” de Diego López de Arenas de 1633. “Breve tratado de bóvedas regulares e irregulares” de Juan de Torrija, editado en 1661; “Arquitecto Perfecto” en dos volumenes de Sebastián Fernández de Medrano, fundador de la Academia Militar de Bruselas, editada en el último tercio del siglo XVIII; “Tratado Nuevo de las Cosas Maravillosas de Roma”; “Arquitectura Militar” de Matías Dogac en latín; “Fortificaciones de Plazas” y “Elementos Militares” de Diego Enriquez de Villegas. MARUSSI CASTELLAN (1981), p. 122.

[3] LOPEZ DE ARENAS (1633), folio 32v.

[4] En el ambiente de la carpintería de lo blanco se designaban como “medias cañas” a las bóvedas de madera de rincón de claustro. Cuando se realizaban con limas moamares (dos limas paralelas que partían de la esquina correspondiente a cada muro y concurrían en lo alto) era necesario ejecutar una corrección geométrica definida por la torsión de los maderos para producir la curvatura sin perder el paralelismo de las caras verticales de las piezas.

[5] SERLIO (1600), libro VII, cap. LXXIIII, folio 199.

[6] DE L’ORME (1567), folios 8v, 9, 10 y 10v.

[7] LANER (2001), p.14.

[8] “A demostrar que el tratado de De l’Orme no tuvo inmediata acogida están los escritos de Vincenzo Scamozzi en su L’idea dell’architettura universale donde no lo menciona a pesar que escribió sobre la arquitectura italiana y extranjera y en sus estudios sobre diferentes técnicas constructivas. El tratado francés fue redescubierto en el siglo XIX durante el renovado interés en el Gótico cuando gente ilustrada como Jean Baptiste Rondelet y Armand Rose Emy, lo refieren en sus trabajos”. CAMPA (2006), p.531.

[9] SAN NICOLAS (1639). Segunda Parte, Capítulo LI, folios 189-193.

[10] Conversación efectuada con el Dr. Arq. Javier Ortega quien tiene a su cargo la dirección de los trabajos. Aunque es probable que se cambiara posteriormente la estructura original o se perdiera durante la Guerra Civil.

[11] Los daños causados por los sismos de 1603 y 1609 en las bóvedas de la catedral de Lima, proyectadas por Francisco Becerra, originaron el debate técnico entre los distintos alarifes sobre el mejor modo de ejecutar una cubierta sismorresistente. SAN CRISTÓBAL (1996 a), anexos documentales, pp. 44-70.

[12] Constanino de Vasconcelos falleció en 1668, dos años después que Maroto introdujera el sistema de bóvedas de quincha y aunque al principio era partidario de cubrir el templo con bóvedas de ladrillo es de suponer que finalmente debió plantear junto a Escobar la estructura de cubierta a base de quincha en la iglesia San Francisco.

[13] En el dictamen que el cosmógrafo francés Luis Goudin dirigió al Virrey, después del terremoto de 1746 en Lima, refería que era “...evidente que el País no permite edificio elevado ni construcción pesadas y las paredes sean de piedras, o de ladrillos, o de adobes, cuando todas ellas piden que en su naturaleza un cierto grueso...así mismo de madera para la bóveda que según se acostumbra se hará de quincha...”. BERNALES BALLESTEROS (1972), legajo 511, expediente 1748, Archivo General de Indias, p. 305.

[14] Corresponden a las bóvedas a las cuales se tuvo acceso directo, concernientes a las cubiertas de la Catedral de Lima, la capilla de la Virgen de Loreto en la Casona de San Marcos de Lima y la iglesia jesuita de Pisco.

[15] Se trata de la especie gunerium sagittatum, con un diámetro aproximado de una pulgada. Es de consistencia compacta y flexible, llena de fibras internas muy resistentes a la tensión. También soporta al ataque de hongos e insectos.

[16] Los tres criterios estructurales fundamentales son de resistencia, rigidez y estabilidad. Sin embargo para un maestro constructor antiguo los conceptos de resistencia y rigidez eran secundarios al momento de proyectar una edificación. Es un hecho que las tensiones medias de una estructura normal de fábrica son bajas y las deformaciones generalmente despreciables por lo que la clave para entender estas estructuras ha de buscarse en una correcta comprensión de su geometría. Cfr. HEYMAN (1995).

[17] El espesor de una bóveda de fábrica era similar al de una realizada en quincha, sin embargo el peso específico de la quincha virreinal es 900 Kg./m³, mientras que el del granito bordea los 2700 Kg/m³ y el del ladrillo los 1800 Kg/m³.

[18] MARUSSI CASTELLAN (1981), p. 111.

[19] Para el cálculo se han considerado un peso específico de los adobes de 1,400 Kg/m3 y de la quincha conservadoramente de 900 Kg/m3. Los resultados arrojaron un descenso del centro de gravedad para paneles verticales del 7% de su posición sin que tuviera el relleno de adobes en la parte baja y un 5% para superficies curvas, que dentro de la estructura general no es relevante para mejorar su comportamiento sísmico.

[20] En los ensayos realizados por la Universidad Nacional de Ingeniería sobre casas modulares de quincha se observó que cuando al recubrimiento de barro y paja se incorporaba un delgado estrato de arena, cemento y yeso incrustándose en las fisuras del revoque de tierra formaban un elemento monolítico. El recubrimiento general que producía controlaba la curva esfuerzo deformación horizontal del conjunto, resistiendo su propio peso en dirección horizontal, es decir 1g, sin colapsar. KUROIWA (2002), p. 141.

Bibliografía

*BARRETO ARCE, Alberto. Las construcciones antiguas y los sismos. En *International Seminar: Architecture, Construction and Conservation of Earthen Buildings in Seismic Areas*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. 2005.

*BERNALES BALLESTEROS, Jorge. *Lima, la ciudad y sus monumentos*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Escuela de Estudios Hispano Americanos de Sevilla. Sevilla, España. 1972.

*CAMPA, María Rita. "Le Nouvelles Inventions pour Bien Bastir et a Petits Fraiz by Philibert de l'Orme: a New Way to Conceive Wood Roof Covering". En *Proceedings of the Second International Congress on Construction History. Volume I. Queens' College, Cambridge University 29th march – 2nd april 2006.* Malcom Dunkeld, James Campbell, Hentie Louw, Michael Tutton, Bill Addis, Robert Thorne. Cambridge, Inglaterra. 2006, pp. 525-541.

*CANDELAS GUTIERREZ, Ángel L. "Bóvedas de madera: ¿se puede construir según describen los tratados?" En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Sevilla 26-28 de octubre de 2000*, *volumen I*. Instituto Juan de Herrera, Madrid, España. 2000, pp. 193-212.

*CONTI, Raffaella. "El desarrollo tecnológico de las bóvedas de madera en la experiencia de Lemer". En *Actas del Primer Congreso Nacional de la Historia de la Construcción, Madrid 19-21 de septiembre de 1996.* Instituto Juan de Herrera. Madrid, España. 1996, Pp. 147-150.

*DE L'ORME, Philibert. *Traités d'architecture: Nouvelles Inventions pour bien bastir et à petits fraiz* (1561). Premier Tome de l'Architecture (1567). Edición facsimil de Léonce Laget, Libraire-Èditeur. Paris, Francia. 1988.

*HEYMAN, Jacques. *The stone skeleton. Structural Engineering of Masonry Architecture.* Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra. 1995.

*HUERTA, Santiago. Arcos, bóvedas y cúpulas. *Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica.* Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, España. 2004.

*HURTADO VALDEZ, Pedro. "La restauración de edificios en tierra en zonas sísmicas." En *Atti del Convengo Costruire con terra cruda oggi*. Novi Ligure 2005. Edicomedizione. Italia. 2006 (en prensa).

*HURTADO VALDEZ, Pedro. "Entre torres y balcones: La imagen urbana de Lima virreinal." En *Patrimonio Iberoamericano II*. Asociación Española de Gestores del Patrimonio Cultural. Madrid, España. 2005.

*HURTADO VALDEZ, Pedro. *La iglesia y el colegio de la Compañía de Jesús en el puerto de Pisco – Perú*. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, España. 2004.

*HURTADO VALDEZ, Pedro; PALIZA FLORES, Violeta; ROELEVELD OROZCO, Bernardo; ZÚÑIGA CASTRO, María. *Análisis del comportamiento estructural de la bóveda de la capilla de Nuestra Señora de Loreto*. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Arquitectura Urbanismo y Artes, Sección de Postgrado y Segunda Especialidad. Lima, Perú. 1995.

*KUROIWA, Julio. *Reducción de desastres. Viviendo en armonía con la naturaleza*. Julio Kuroiwa. Lima, Perú. 2002.

*LANER, Franco. "Mettere in forza, la chiesa della Compagnia di Gesù a Cordoba". En *Adrastea Nº18*. Habitat legno s.p.a. Edolo, Italia. 2001.

*LOPEZ DE ARENAS, D. *Breve compendio de la carpintería de lo blanco y tratado de alarifes* (edición facsímil de la primera edición de Sevilla de 1633 de Luis Espinan). Albatros. Valencia, España. 1982.

*MARUSSI CASTELLAN, Ferruccio. *La quincha en las edificaciones monumentales del Virreinato del Perú.* Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, España. 1981.

*MINKE, Gernot. *Manual de construcción en tierra. Nordan* Comunidad. Montevideo, Uruguay. 2001

*NUERE MATAUCO, Enrique. *La carpintería de armar española.* Editorial Munilla - Lería,.Madrid, España. 2000.

*RODRIGUEZ CAMILLONI, Humberto. “Quincha architecture: the development of an antiseismic structural system in seventeenth century Lima.” En *Proceedings of the Firts International Congress on Construction History. Madrid, 20 – 24 January 2003*. Instituto Juan de Herrera. Madrid, España. 2003. pp. 1741-1752.
*SAN CRISTÓBAL, Antonio (a). *La catedral de Lima: Estudios y documentos*. Museo de Arte Religioso de la Catedral de Lima. Lima, Perú. 1996.
*SAN CRISTÓBAL, Antonio (b). Fray Diego Maroto, alarife de Lima, 1617 – 1696. Epígrafe S.A. Lima, Perú. 1996.
*SAN NICOLAS, Fray Laurencio de. *Arte y Uso de Arquitectura*. Madrid (S.i. 1639 y 1664), Segunda Parte. Edición facsimil de Albatros Ediciones. Madrid, España. 1989.
*SERLIO, Sebastiano. *Tutte l'opere d’architettura, et prrospetiva, di Sebastiano Serlio bolognese, dove si mettono in disegno tutte le maniere di edifici, e si trattano di quelle cose, che sono più necessarie a sapere gli Architetti...*Diviso in sette libri (edición facsímil de la edición de Venecia de 1600), segunda parte. Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Asturias. Oviedo, España. 1986.
*VILLANUEVA DOMINGUEZ, Luis de. “Bóvedas de madera”. En *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz 27-29 de enero de 2005, volumen II*. Instituto Juan de Herrera, Madrid, España. 2005. Pp. 1103-1113.

Pedro Hurtado Valdez

Arquitecto, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.
Maestría en Restauración de Monumentos, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
Postgrado en Conservación de Monumentos, Universidad “La Sapienza”, Roma-Italia.
Master en Restauración de Monumentos, Universidad de Alcalá-España.
Doctorando en mecánica de estructuras antiguas, Universidad Politécnica de Madrid.
Miembro de ICOMOS-Perú en el Comité Nacional de Conservación de Arquitectura en Tierra y representante de Perú en el Comité Científico Internacional para el Análisis y Restauración de Estructuras del Patrimonio Arquitectónico (ISCARSAH-ICOMOS).
Profesor asistente en la Facultad de Arquitectura, Universidad Ricardo Palma.
Conferencista internacional con publicaciones relacionadas con la restauración de monumentos en tierra, técnicas constructivas tradicionales y sistemas estructurales antiguos.
Partícipe en la actual elaboración de la Norma Española de Construcción con Tierra.

5.10

COBQUECURA ZONA TÍPICA
PRIMERA DECLARACIÓN DE MONUMENTO NACIONAL PARA UN CASCO HISTÓRICO DE LA REGIÓN DEL BÍO BÍO EN CHILE

Carlos Inostroza Hernández
Plaza España 514 of 3-C - Concepción - CHILE
Fono fax. 56 + 41410598
Cel. 56 + 85395465
estudiocero@hotmail.com

Palabras clave: patrimonio chileno, centros históricos, arquitectura en tierra

Resumen
La protección bajo la Ley de Monumentos Nacionales del Casco Histórico de Cobquecura, un pequeño poblado en la zona central de Chile, fue respaldada por la elaboración de un Expediente Técnico, de carácter interdisciplinario, el cual diagnosticó los valores arquitectónicos, urbanos, históricos y sociales, de uno de los mejores ejemplos de la arquitectura colonial en Chile, directamente asociada a la arquitectura en tierra.

Sobreviven sus casonas, muros de adobe, techumbres de teja cocida moldeada en muslo, el campesinado, la chupalla, la yunta de bueyes, los patios interiores y sus copihueras, el zaguán, las fiestas de campo como las muertes de chancho y trillas a yegua suelta. Nos invaden sus leyendas, que reinterpretan lo ya contado hace milenios, nos seducen sus papayas y ponches, los lobos marinos y la iglesia de piedra, junto a los mariscos y pescados abundantes.

El poblado mantiene la tipología, tanto urbana como arquitectónica, que tuvieron todas las ciudades coloniales chilenas, y que hoy lamentablemente ya no poseen, luego de la destrucción por causas asociadas al bajo conocimiento de los valores patrimoniales, y también de los criterios, métodos y técnicas de restauración y conservación.

La ponencia describe el proceso del expediente centrándose en sus resultados, desde la investigación histórica, el análisis urbano arquitectónico y el valioso proceso de participación ciudadana, que llevaron a realizar con éxito el objetivo de lograr la declaratoria de Monumento Nacional en categoría Zona Típica, resultado ciudadano que generó su posterior nominación al Premio Nacional de Patrimonio 2005 en la categoría Organización Social.

El poblado
Cobquecura es un pequeño poblado costero, de 1500 habitantes, ubicado entre los faldeos de la Cordillera de la Costa y el Océano Pacífico, en un pequeño valle surcado por el río del mismo nombre. Pertenece al área centro sur de Chile; la zona campesina, del trigo, ganado, vinos, frutas y arquitectura en tierra cruda.

El topónimo Cobquecura es Mapuche[1], lengua y pueblo originario que habitó el valle, proviene de las palabras Kofke; Pan, y Kura; Piedra. Este “pan de piedra” o piedra laja, nos empieza a acompañar en el recorrido, donde forma un conjunto singular junto al adobe y la tabiquería de madera revestida en tierra, dando una imagen arquitectónica y urbana singular, que nos remonta al Chile Colonial.

1



(Fig. 1) Cobquecura Foto Aérea

La primera zona típica para la región del Bío Bío

A comienzos del año 2004, en la situación general de las declaraciones patrimoniales en Chile, resaltaba el hecho de la existencia de 83 áreas urbanas protegidas, y ninguna en la Región del Bío Bío, una de las 13 regiones de la división político administrativa del país. Ello llevó a preparar un retorno. Un viaje a ese pequeño poblado costero, Cobquecura, habitual en los años de estudiante universitario. Recorrí los recuerdos; las calles, muros de piedra laja, casonas de adobe, mariscos frescos y abundantes, lobos de mar y por supuesto la Iglesia de Piedra; una singular formación rocosa ahuecada por el mar y el viento.

La primera tarea consistió en motivar a la Municipalidad de Cobquecura, en postular su casco histórico a la declaratoria, dados sus valores a escala nacional, al ser el mejor casco conservado del siglo XIX en la región. La protección de los cascos históricos en Chile, se norma a través de la Ley de Monumentos Nacionales[2] (1970), que los denomina Zonas Típicas o Pintorescas, señalando:

> "*Para el efecto de mantener el carácter ambiental y propio de ciertas poblaciones o lugares donde existieren ruinas arqueológicas, o ruinas y edificios declarados Monumentos Históricos, el Consejo de Monumentos Nacionales podrá solicitar se declare de interés público la protección y conservación del aspecto típico y pintoresco de dichas poblaciones o lugares, o de determinadas zonas de ellas".*[3]

El estudio se desarrolló mediante cofinanciamiento entre dicha Municipalidad y el Consejo de las Artes y la Cultura, tras obtener con la iniciativa, el primer lugar del concurso regional 2004 del fondo de esta última institución (FONDART), en el área Conservación y Difusión del Patrimonio. El expediente fue realizado por un equipo interdisciplinario de profesionales y con una alta participación ciudadana, que llevó a Cobquecura a ser declarado Zona Típica.

El origen urbano

Al momento inicial de la elaboración del expediente, nos encontrábamos con la inexistencia de estudios históricos formales sobre el poblado. Sin embargo fue una motivación más para el equipo técnico, y una oportunidad inolvidable, dar un paso en la investigación y conocimiento de su origen y desarrollo.

Según el estudio realizado, el origen del habitar humano en el valle de Cobquecura, se remonta al menos a unos 5.000 años antes del presente, reflejado hoy en la abundancia de sitios arqueológicos, los cuales en su mayoría no han sido estudiados[4]. Este habitar fue de pueblos de matriz cultural Mapuche, que se caracterizan por un habitar disperso e integrado al medio natural, con propiedad comunitaria, sin formar conglomerados del tipo poblado o ciudad, ya que no corresponden a su cosmovisión de permanente vínculo con la tierra.

Es importante señalar desde el punto de vista de la relación entre paisaje y habitar, la existencia en las cercanías del río Cobquecura, de dos elementos naturales de alta relevancia: la Lobería e Iglesia de Piedra. La primera es una formación rocosa con presencia permanente de familias de Lobos Marinos (Otaria flavescens[5]), y la segunda, una gran piedra ahuecada en forma natural, de unos 30 metros de altura, que incluso en su cima es sitio arqueológico. Esto último ha demostrado la existencia de comunidades prehispánicas en el valle.

Otros estudios que he realizado en sectores como del sur de Chile como Rere, San Rosendo, Laja y Chiloé, donde también se encuentra algún tipo de elemento natural significante o jerárquico, como lagos, encuentro de ríos, o cimas montañosas, permiten plantear la hipótesis que ningún espacio natural con este tipo de elementos singulares, en la zona centro sur de Chile, careció de población a la llegada española.

La memoria oral, y algunos escritos que no indican base documental, señalan el origen urbano en 1575, en la fundación del poblado por parte del cacique[6] Alejandro Piceros Carampangue, quien habría recibido una Merced otorgada por el español Pedro de Valdivia, primer gobernador del Reino de Chile. Esta aseveración, nos llevó a tener dudas respecto a su veracidad histórica, ya que Pedro de Valdivia murió más de 20 años antes, a manos de los Toqui Kallfü Likan[7] y Leftraru[8], en la Batalla de Tucapel de 1553.

Analizados los documentos disponibles en el poblado y los conservados en el Archivo Nacional de Chile, en Santiago, podemos señalar que situamos a Alejandro Piceros sólo a mediados del siglo XVIII, por medio del documento ***"Expediente sobre las reuniones de los Pueblos de Indios del Partido del Itata, año 1782"***[9]. Este expediente consiste en un catastro de la zona, realizado por José Santos de Mascayano, Corregidor y Justicia Mayor del Partido del Itata, quién señala en la lista de Pueblos de Indios a "*Coquecura",* encabezado por el *"Casiqe D. Alejandro Piferos",* donde vivían 6 matrimonios, 0 viudos, 11 hombres solteros y 9 mujeres solteras, con un total de 32 habitantes**.**

La leyenda de la figura de Piceros, ha sido descrita por el vecino Arturo Andrade en 1983, para el seminario de título del arquitecto Rodrigo Díaz Alarcón*[10]*, que sirvió de base al expediente, relatando:

> *"El cacique Piceros en ocasiones usaba báculos de mando con empuñadura de oro macizo; rostro ancho, severo, color mate, tostado, desgarbado, alto, corpulento, lucía en sus dos orejas dos pendientes de oro fino en su tamaño y forma de copihue. Dos bellas aborígenes peinaban sus cabellos que caían hasta más debajo de sus cortas, y en ocasiones hasta sus dos trenzas acostumbraba a lucir.*
>
> *Bien montado en montura de estribos de punta recortada, le gustaba, de alba, recorrer su hacienda; por las tardes con harta facha por los Cuartos Verdes, y calle Rehue llegar a su casa de hechura de piedra laja tosca procedente de los*

> *esquistos roqueños a los cerros, por las inmediaciones de abundancia en el litoral asentada en Yahualqui rodeadas de cerros acantilados (camino al Molino), en un potro percherón rosillo de larga cola, que de larga se arrastraba y barría el suelo de las calles o de donde pasara. Policía de aseo le llamaban al caballo en su ironía mapuche"*

Otro antecedente documental relevante es el ***"Proceso de petición de la Congrua, reclamada por el Padre Juan de Lago ante la Real Audiencia en 1689"***[11]. En la declaración, con el fin de explicitar la importancia del Curato y Doctrina de Cobquecura Juan de Lago señala:

> *". . . po que servi el curato y doctrina de Cobquecura para el cumplimiento de la congrua que su Magestad tiene mandado . . . en una doctrina tan dilatada que no se puede sosegar ni estar dos días continuos en una parte . . . no se puede presumir que abiendo estado un año y ocho meses, y echo el gasto de comer y bestir, gastar sera para selebrar, casar y belar y enterar más de doscientas personas, y gasto de vino como es pressiso, no se me aia de pagar la dicha cantidad . . ."*[12]

Su relato de 200 personas enterradas en el plazo de un año ocho meses, refleja la gran población existente, incrementadas eso si estas muertes por las pestes de la época. Por otro lado la describe como "*una doctrina tan dilatada*", graficando lo extenso y disperso del habitar del sector.
Sin duda este documento no comprueba habitar urbano o concentrado, y no se conocen documentos o crónicas de la fundación de la ciudad. A pesar de ello ya podemos inferir que en el siglo XVII existiría una iglesia[13], hoy desaparecida, que servía a este territorio de habitar rural disperso, reflejando el posicionamiento español en el valle. Lo anterior es comprobado por el relato en 1674 de un mapuche de 80 años de edad[14]:

> " . . . el P. fray Juan Costanzo fue doctrinero de Cobquecura y acudía a su doctrina que estaba una legua corta de Cobquecura donde conoci en el dicho Cobquecura una iglesia muy grande y que en ella los doctrinaba el dicho P. fray Juan Costanzo . . ."[15]

Es así que planteamos que el origen del poblado es a partir de un lento proceso de concentración del habitar mapuche disperso preexistente, por influencia de la llegada española y su visión de habitar en ciudades, iniciado a partir de la creación de una iglesia a mediados del siglo XVII. Este modelo de origen es muy común a los poblados coloniales sin fundación o traza.

Otra situación que respalda nuestra visión de un nacimiento urbano vernáculo, es su actual retícula. Es un damero no ortogonal, de forma sutilmente irregular, evidenciando que nunca fue trazada, como lo eran todas las ciudades coloniales españolas, las que seguían rigurosamente una retícula geométrica, ya sea trapezoidal, rectangular o cuadrada.
Según relatos de la comunidad y lo deducible arquitectónica y urbanamente, la trama se ha ido generando a partir de las calles de orientación oriente poniente. Ellas son; Calle Independencia, la estructurante principal; junto a las dos perpendiculares contiguas: por el norte Carrera, antes llamada Calle de Atrás; y por el sur Chacabuco, antes llamada Calle del Pecado[16].

Las calles transversales que unen los tres ejes mencionados, han sido construidas con el tiempo, "abriéndose las calles de a poco", como nos señala la comunidad. Ello incluso se ve drásticamente reflejado en la abertura de calle Riquelme entre Independencia y Chacabuco, donde atravesó la casona Mena, partiéndola en dos. Esta es la razón de la existencia de una sola vivienda con corredor exterior, ya que este siempre fue interior, quedando al descubierto solo luego del trazado de la nueva vía.

El auge agropecuario
En el siglo XVII y sobre todo en el XVIII, como en toda la zona central chilena, se consolidó la ocupación territorial colonial, luego de la definición del Río Bío Bío, ubicado unos 80 kilómetros al sur, como límite entre la Nación Mapuche y el Imperio Español, establecido en el acuerdo del Parlamento de Quillín de 1641.

La ocupación fue fundamentalmente a través de la Encomienda, sistema que otorgaba propiedad sobre grandes terrenos, con fines de explotación agropecuaria y minera, orientada esencialmente a la exportación. La encomienda iba asociada a la asignación de mano de obra mapuche, en régimen de semi esclavitud o esclavitud total, fijada esta última por Real Cédula de Felipe III, en mayo de 1608.

El nuevo sistema transformó la región en una gran área de producción agropecuaria, especialmente de trigo, cebo y vinos. Influencia importante en ello tiene el llamado primer ciclo exportador triguero, a fines del siglo XVIII, debido al considerable aumento del precio de compra del trigo chileno en Lima, capital del Virreinato del Perú. Ya en época independiente también influye el segundo ciclo exportador, a mediados del XIX, con la apertura de los puertos tras la Independencia y sobre todo la Fiebre del Oro en California.

Este sistema económico-social creó nuevas fortunas y grandes haciendas, como la de Quilpolemu en los alrededores cobquecuranos, que se materializarían en la conformación de la primera agrupación urbana del pequeño valle.

La consolidación urbana
Según el relato actual de las familias, algunas de las casonas ya existían a fines de la colonia, es decir siglo XVIII. La economía cobquecurana de la época estuvo asociada directamente a la aristocracia criolla terrateniente, representada entre otras por las familias: Rojas, Vega, Mena, Crisóstomo, Rodríguez, Alarcón, Concha, y Garcés. Ellas posicionan en la ciudad una forma de vida en grandes Casonas Patronales de Tierra Cruda, las que poseían tres patios consecutivos. El primero del jardín, entorno al cual una nave rectangular a dos aguas lo recorría perimetralmente, con salones y habitaciones, relacionándose con el espacio verde mediante un corredor abierto. El segundo corresponde al patio de la huerta. El tercero al de las pesebreras, generalmente con acceso por la calle posterior.

El auge exportador dio paso a la generación del necesario puerto de embarque, el que se generó unos 8 kilómetros al norte de Cobquecura, en el sector denominado Buchupureo. En él a su vez, en 1864, se fundó un pequeño poblado; Nuestra Señora del Tránsito de Buchupureo, con trama de damero de tres por tres manzanas, existente en la actualidad. El muelle se construye como inversión privada a partir de la petición al gobierno central del particular Andrés Laiseca, de 1908.

El crecimiento y consolidación urbana de los años posteriores, llevó a la Aldea de Cobquecura a fines del siglo XIX a solicitar el otorgamiento del título de Villa, ante el gobierno del presidente Aníbal Pinto. Ello se realizó mediante una carta del entonces Intendente del Maule, Agustín del Solar, título que es ratificado por documento del Ministerio del Interior[17], del 11 de diciembre 1878, anotada como Carta Mayor el 20 de diciembre del mismo año.

El declive del XX

La destrucción del puerto de Buchupureo a principios del siglo XX, fue el primer golpe a la pujante actividad exportadora de Cobquecura. La vecina Isolina Rodríguez, nos relata la leyenda:

> *" . . . En ese tiempo eran tierras de don Juan España*[18]*, y se exportaba trigo y lenteja, ahí en Buchupureo. Al tiempo al trigo le entró un gorgojo, se llama una infección al trigo, y el caballero lo hizo botar al mar, no quiso darle a nadie, no se lo dio a los pobres. La gente dicen que iban a recoger trigo, y él no permitió eso, y como se molestó tanto, le disparó a la piedra, donde la gente se imaginaba una imagen de una Virgen y le hacían promesa, entonces el mar se puso muy enojao, y salió el mar fuerte para afuera, y destruyó las bodegas que tenían ahí donde guardaban los cereales y todo eso, y ahí se acabó el Puerto de Buchupureo . . ."*

El otro gran golpe para el poblado, ha sido el decaimiento de la producción agrícola, frente al impulso y subvención estatal a las plantaciones forestales no autóctonas, como el eucalipto, pino radiata y pino insigne, a partir de mediados del siglo XX. Ello ha generado un cambio de todo el paisaje cultural de la zona, transformando los lomajes de viñedos y cereales en masas arbóreas de imagen monótona, que además deterioran la capacidad productiva de la tierra y disminuyen considerablemente el caudal de los ríos y esteros, diezmando el mundo agrícola que dio vida al poblado.

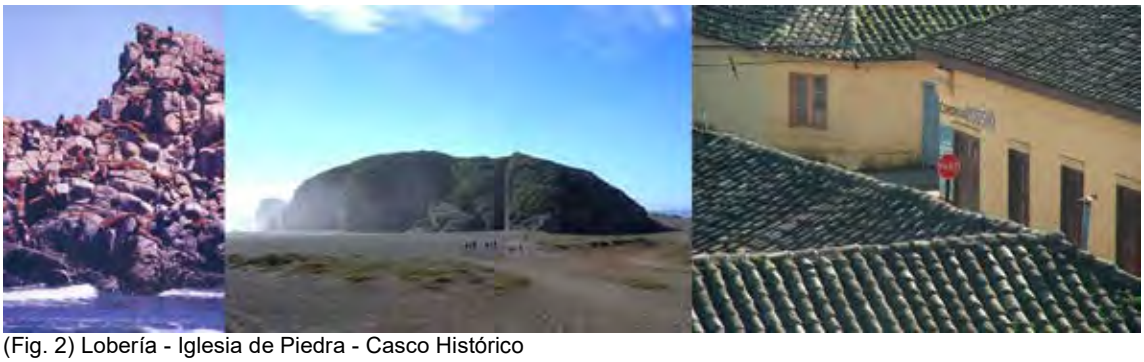
Pese a ello, hoy las casonas sobreviven y el campesinado también. El conjunto ha sobrellevado la destrucción tanto por causas humanas como por los grandes terremotos; de 1835, 1939 y 1960. Su comunidad ha conservado las viviendas, su ciudad y costumbres, como herencia de un esplendor que volverá.

Una Trilogía Patrimonial

Cobquecura es un conjunto relevante en el país, con grandes valores culturales y naturales, que la posicionan como una de las comunas con más riqueza patrimonial.

- **La Lobería**. Es un conjunto de cuatro roqueríos marinos, islotes muy cercanos a la orilla, con habitar permanente de Lobos Marinos (Otaria flavescens). Es un grupo de aproximadamente 1800 individuos, posibles de observar y escuchar desde la playa. Esta ubicado a la altura del poblado frente al mar, y hoy se encuentra protegida bajo declaración de Monumento Nacional en categoría Santuario de la Naturaleza.[19]

Posee varias leyendas entorno a ella. Una cuenta que los roqueríos fueron un impresionante castillo, pero por embrujo fue transformado en roca, y en los días de lluvia es posible ver a la Loba Blanca; la hermosa y humanitaria reina transformada en loba, rogando al cielo volver a ser mujer. Otra versión relata que una hermosa mapuche de tez blanca, amaba nadar en el mar, un día un pretendiente enamorado la siguió e intentó abrazarla, entonces el mar celoso se enfureció y lo lanzó lejos, llevándose a la mujer hacia el fondo del mar. Cuando él volvió con ayuda, se encontraron con el surgimiento desde las aguas de un roquerío en forma de castillo, donde reposaba un gran Loba Blanca, que tenía los mismos ojos verdes de la hermosa mujer.


(Fig. 2) Lobería - Iglesia de Piedra - Casco Histórico

- **Iglesia de Piedra**. Es una formación natural en piedra, con unos 30 metros de altura y su interior horadado por acción del mar y el viento. Esta ubicada unos 3 kilómetros al norte del centro poblado. Su forma es semejante a la espacialidad de una catedral, donde sus aberturas nos comunican con la playa o el mar.

En la cumbre se registran hallazgos arqueológicos, no contando actualmente con ningún tipo de protección específica[20]. Su forma exterior también semeja un dinosaurio bebiendo agua desde el mar. La expresividad, fuerza y simbolismos que trascienden de ella, nos trasladan a una situación de contemplación y recogimiento. Una leyenda cuenta, que su lomo posee hoyos invisibles, tapados por la vegetación, donde caen los animales y nunca más vuelven a aparecer.

- **Casco Histórico**. Es un conjunto urbano que nos transporta al Chile de los siglos XVIII y XIX. Posee muy buen estado de conservación y nivel de autenticidad, cuyos valores son descritos en detalle en el punto siguiente.

Los valores del casco histórico

La postulación a la declaratoria de Zona Típica para Cobquecura, se basó en la viva existencia de los siguientes elementos o situaciones patrimoniales, que lo posicionan a nivel nacional:

1. Casco histórico homogéneo. La cualidad de conjunto es la que más realza a su casco histórico, donde los elementos discordantes son menores y casi imperceptibles. Asistimos a la presencia rotunda de la arquitectura en tierra, a sus adobes y “tabiques”, expresados en el dominio de la fachada continua, la volumetría de un nivel, con vanos rítmicos y pequeños que se asoman a sus calles, a la unión fiel entre tejas, y a la presencia del muro como conformador de la calle. Todo unido a la singularidad expresiva del trabajo de la piedra pizarra, en forma de laja, unidas con barro. Refleja fielmente el urbanismo y arquitectura chilena del siglo XVIII y XIX, ya desaparecido de todas las grandes ciudades.

2. Uso de la piedra pizarra en forma de lLaja. Una imagen continua, que invade todo recorrido, sorprendiendo a cada paso, con su opacidad, dureza y rugosidad. Kilómetros de muros de Piedra Pizarra cortada en forma de Laja, recorren el poblado en sus viviendas pero especialmente en bodegas y cierros, presentándose también como pavimento de veredas y revestimiento de mobiliario urbano, completando así una espacialidad urbana integral. La piedra es lo que inunda.

En los muros de cerramiento sorprende como los intersticios de la mampostería generan la acogida a la tierra, y con ello el alojamiento de semillas y el surgimiento del “muro jardín”, donde la comunidad planta cactáceas en su parte superior, otro símbolo de identidad.

Propio de zonas más al norte, y sobretodo con influencia altiplánica e Inca, es quizá el ejemplo más austral del mundo de un conjunto urbano vivo en piedra laja. Al sur sólo encontramos el Complejo Defensivo de Valdivia, cuyos Fuertes poseen algunos tramos en este material, hoy conservados como ruinas.



(Fig. 3) Vista desde Cerro El Calvario - Mampostería en Piedra Laja - Muro Jardín

3. Uso del Adobe y el "Tabique". Formando un conjunto armónico, aparece el trabajo del adobe en los muros y fachadas de las casonas, presente en todas las calles. Su lenguaje inequívoco de masa, con gran ancho, fuerte presencia y peso, se suma a la sensación de tranquilidad y de "terralidad", que produce en cada cuadra de la ciudad.

La división interior de espacios se realiza con el sistema llamado " tabique", dejando el adobe a los muros perimetrales. El Tabique es una solución vernácula, que consiste en una estructura de pilares de madera labrada a azuela, de gran sección, con una ranura en su canto lateral, donde se introducen tablones horizontales también labrados, uno tras otro hasta formar el paramento. Luego, todo es recubierto con sucesivas capas de tierra y finalmente un enlucido de cal. Este sistema mixto es sin duda, el secreto por el cual el casco histórico ha resistido los diversos terremotos, de los siglos XVII, XVIII, XIX y XX.

El poblado asiste como muchos centro urbanos y rurales, a la desaparición de las técnicas ancestrales. En Cobquecura hace años que no se fabricaba un adobe, pero con la comunidad se identificó al “Tío Pascua”, don Pascual Bastías Segura, quien vive en el cercano Buchupuero, y que para el estudio preparó especialmente unos adobes, como forma de demostrar su conocimiento y anhelo de traspaso a los más jóvenes.

Tío Pascua nos resume el proceso de fabricación del adobe del siguiente modo: se pica bien la tierra, procurando no dejar terrones ni piedras. Luego se moja con agua formando un barro espeso. Posteriormente se le hecha paja de trigo. "Mientras más paja, más firme queda el adobe", asegura. Se revuelve bien la mezcla con una horqueta para dar paso a la "cortadura", que consiste en poner el barro dentro de un molde de madera de 40 por 60 cms., conocido como "adobera". Se pisa el barro dentro de la adobera para compactarla. Por último se retira este molde para dejar el adobe formado y se seca por cinco días sobre una superficie lisa. "Tío Pascua" con la ayuda de dos trabajadores puede fabricar hasta mil adobes en un día.

4. Uso de la Teja Muslera o la Quinta Fachada. Ondulaciones invadiendo los techos. La teja artesanal o muslera, forma claramente una quinta fachada. Homogénea y perceptible desde las alturas colindantes, como el Cerro El Calvario, pero también desde las calles al ofrecernos su pendiente. Las piernas de los maestros siguen vivas en las cabezas de los cobquecuranos, ya que en sus muslos moldeaban la arcilla cruda para dar forma a la teja que cocerían a leña.

La teja muslera de arcilla cocida es un elemento inseparable de la arquitectura en tierra del valle central chileno, teja y adobe es una unión fiel, que permite estructuralmente aportar cargas y estabilidad a los muros perimetrales.

Las planchas de metal ondulado han aparecido, pero la fuerza de la tradición ha hecho permanecer la mayoría de las casas con su cubierta original, a pesar de los mayores costos.

5. Conjunto de Casonas Urbanas. En apenas una decena de manzanas, se encuentra un conjunto arquitectónico urbano de gran valor y condiciones únicas de conservación. Esas grandes casonas de arquitectura en tierra, construidas bajo el auge económico agropecuario de fines de la Colonia e inicios de la República. Según lo ya señalado, la mayoría poseían tres patios interiores; el jardín, el huerto, y las pesebreras, como por ejemplo el relato oral asigna a la casa de la familia Vega, ubicada frente a la Plaza.

Son un caso único de estudio, por la marcada vocación urbana de sus habitantes, y el respeto y compromiso con la conservación que poseen los descendientes de las mismas familias, los que habitan hoy mayoritariamente las casonas.



(Fig. 4) Casona Típica - Vereda en Piedra Laja - Cubiertas de Teja Muslera

6. Conjunto de Patios Históricos. La vida urbana, lo drástico, preciso y solidario de la fachada continua, se torna en lo apacible, en el verde, donde el interior se vuelve tierra, acotado, permeable, lúdico; donde la naturaleza irrumpe, y el sol y la lluvia se acercan.

Es también un conjunto singular de gran valor, donde muchas de las especies originales se mantienen hasta hoy. Célebre fue la diversidad de copihues[21] (Lapageria Rosea) de Cobquecura, todavía quedan varias por ahí, todavía podemos recuperarlas en ese habitar interior y protegido. Existe incluso una especie que fue identificada en estos jardines, y nombrada como “Lapageria Cobquecura”, de flor blanca con pequeñas manchas rosadas, como nos muestra en su jardín la vecina Isolina Rodríguez, orgullosa y sencilla.

7. La espacialidad intermedia; el Zaguán y los Corredores. El zaguán es un espacio que vincula con la calle por un lado y da paso al corredor y luego el patio central por el otro. Es el espacio del cobijo a la llegada, marcando la escala humana, el umbral del traspaso desde lo urbano a la intimidad de lo acotado de las viviendas. Sorprenden sus grandes dimensiones, las que hoy podemos comprender a través del relato del vecino Ramón Orellana:

> *". . . el zaguán era para guardar el carretón, antes aquí se usaban carretones, vale decir carretas con la rueda grande. Este carretón era cerrado por los lados con madera y con un techo, y al medio la circulación para las rodillas, y en los cajones iban todos los víveres para el viaje. Claro porque cuando se iba a Quirihue a buscar a los estudiantes para las vacaciones, o para dejarlos, se iban en carretón. Iban las mujeres, las damas, la mamá, las tías a dejar a los estudiantes, y dentro del carretón iba lleno de harina, mote, pollos cocidos, huevos cocidos, tortillas, pan y otros menesteres . . ."*

El Corredor es una espacialidad permeable e intermedia, que permite la permanencia semi exterior. Es el vínculo entre el interior de las salas o dormitorios, con el verde y la luz del patio interior, otro conjunto indivisible, donde por un lado lo conforma el muro de tabique y por otro el ritmo permeable de los pilares de madera, siempre estos sobre una basa de piedra tallada y muchas veces con detalles neoclásicos en capiteles, hablándonos del auge del siglo XIX.

8. Morfología Urbana Tradicional. El damero tradicional tiene aquí una variación vernácula, con manzanas que han surgido tras hacer permeables los bordes continuos de la inicial Calle Independencia, que nace con el esquema de ciudad lineal. La ortogonalidad, es una dualidad que se repite al interior de las manzanas; por un lado la vida agitada y alegre entre las fachadas continuas, el espacio público; por el otro lo apacible e íntimo del habitar interior, los patios, el espacio para el descanso, para el pequeño cultivo y otrora para los animales.

La continuidad del casco histórico es marcada drásticamente por el plano eterno de la fachada continua de adobe, unirse, tocarse para lograr la protección, un elemento básico de la visión urbana colonial. Calle Independencia es un gran ejemplo con sus más de 600 metros de continuidad dual. Linealidad de una doble fachada que logra la intimidad urbana en el territorio, un eco del río del valle.

La altura de un nivel otorga la escala humana, el asoleamiento necesario, simplemente ver el cielo. El paramento vertical de la fachada continua, en conjunto con el ondulado plano inclinado de rojiza teja, enmarca la llegada de la luz y del paisaje al habitar urbano e interior.

El dominio del muro sobre el vano, nace del lenguaje del adobe como material dominante en la época colonial. Impone su masa, sólida, base, con pequeñas perforaciones que se alargan hacia el suelo, para lograr crecer y otorgar más luz a los amplios espacios interiores.

9. Señalética Tradicional. Los letreros de pizarra y tiza, la oferta del día, los productos que han llegado recientemente. Las banderas rojas de la carne fresca. Los discos pare en madera. Los nombres de las calles pintadas de negro, en dos tablas alzadas en el aire. Todo parte viva del paisaje de la ciudad.

10. Abundancia de Patrimonio Arqueológico. Se registran hallazgos de diversas piezas arqueológicas, tanto en el casco histórico como en los cerros cercanos y en las inmediaciones. Es un valioso patrimonio susceptible de ser catalogado y estudiado. La comunidad relata como sitios arqueológicos el Panteón Viejo, donde existiría un cementerio Mapuche, y el sitio de Casa Agurto, en Calle Independencia. Se han realizado hallazgos oficiales en el borde superior de la Iglesia de Piedra, en Pilucura y en el sector Colmuyao[22].

Gran variedad de piezas se encuentran resguardadas en el Mini Museo, propiedad de Exequiel Valenzuela, don Cheque, quien las ha recolectado por décadas, con el fin de conservarlas y exponerlas gratuitamente a la ciudadanía, en un ejemplo más de pasión patrimonial.



(Fig. 5) Calle Independencia - Imaginería Colección Mini Museo - Tiradura de Botes

11. Colecciones de Patrimonio Mueble. El pasado material de Cobquecura ha quedado plasmado en variadas colecciones existentes, todas de propiedad privada, tanto como acción de recolección o conservación de herencias familiares. Destacan la colección del Mini Museo, con una completa serie de piedras horadadas, un conjunto de imaginería religiosa

doméstica en madera y diversa piezas domésticas de la zona; la colección de doña Inés Arévalo, formada por herencia familiar, con trajes, cartas manuscritas, fotografías, mobiliario y vajilla, del siglo XIX; la colección de don Ramón Orellana; de documentos y recortes periodísticos; y en el entorno rural la colección del Molino, casona al interior del valle que mantiene el mobiliario original y la maquinaria íntegramente en madera del molino de harina, y por supuesto la Casa Museo Quitapena, con una gran colección miscelánea del siglo XIX.

12. Abundancia de Patrimonio Tradicional Intangible Vivo. Los oficios como Fabricante de Adobes, Albañil en Piedra Laja, Artesano en Yunta y Aperos, Tirador de Botes con Yunta de Bueyes y Fabricante de Ojotas, han permanecido hasta hoy como conocimiento popular. Las Cantoras, Santiguadoras, Sacadoras de Empacho y Parteras, son mujeres que silenciosamente hacen su trabajo comunitario. Las comidas como el Disco, con abundantes carnes, vegetales y mariscos, continúan reuniendo a los amigos. La Papaya y su ponche, reciben a los visitantes. Grandes grupos siguen siendo atraídos por las fiestas religiosas como La Candelaria y Santa Rita, fervorosas acciones de fe, junto a las populares Muertes de Chancho e interminables Mingacos en el campo.

Criterios para la zona típica propuesta

La zona propuesta para la declaración, correspondió a un perímetro que incluye toda la zona reconocida como CASCO HISTÓRICO, donde se conservan hasta la actualidad, las características urbanas del habitar de la ciudad colonial chilena con su arquitectura de tierra cruda. Quedan fuera del perímetro, aquellos crecimientos del siglo XX, con una tipología moderna y contemporánea, además de áreas libres útiles para el crecimiento de la nueva ciudad.

El criterio fundamental es la protección no sólo de los elementos arquitectónicos, sino sobre todo del espacio urbano colonial, es decir la trama de damero vernácula característica de Cobquecura. Por lo anterior se define la Calle como el elemento o espacio ordenador y rector de la Zona Típica. Así se reconoce a Calle Independencia, como eje fundacional y con mayor abundancia de valores histórico arquitectónicos, y la Plaza como espacio publico urbano complementario.

Como complemento a la actividad urbana patrimonial, se incluyó un fragmento de Cordillera de la Costa donde se emplazan el Cerro el Calvario y el Panteón Viejo, dados sus valores de paisaje, vocación pública del espacio y potencial sitio arqueológico. La silueta final, además delimita con claridad los accesos al Casco Histórico, desde los cuatro puntos cardinales, permitiendo el reconocimiento como un espacio definido, acotado y que facilite su abstracción.

La Declaración

El expediente oficial, fue elaborado entre los meses de agosto y diciembre de 2004, por un grupo interdisciplinario de profesionales y la comunidad. Todo se desarrolló con una alta participación ciudadana, programada mediante talleres colectivos, que se sucedieron a lo largo de todo el proceso, organizados por el sicólogo Cristóbal Bravo Ferretti, sumado a ello un estudio histórico documental, a cargo del especialista en historia local Mario Valdés Vera, y la coordinación institucional de Irene Aracena Bustos, Administradora Municipal y Julio Fuentes Alarcón, Alcalde de Cobquecura.

Con la comunidad se formó un grupo de gestión y participación ciudadana, denominada “Mesa Patrimonial”[23], cuyo fin fue desarrollar en conjunto con el equipo técnico el expediente de postulación, manteniendo la gestión y divulgación posterior. El estudio fue aprobando por la comunidad a través de esta organización, en cada una de sus 3 etapas; Imagen Objetivo, Anteproyecto y Proyecto, antes de su presentación oficial.

Finalmente fue ingresado al Consejo de Monumentos Nacionales, entidad dependiente del Ministerio de Educación, encargada de velar por el patrimonio del país y visar las declaratorias. Cobquecura fue declarado por unanimidad de los consejeros, Monumento Nacional en categoría Zona Típica, en mayo del año 2005, siendo el primero para la Región del Bío Bío. Luego además fue nominado al Premio Nacional de Conservación del Patrimonio 2005, en la categoría Organización Social, por el trabajo comunitario desarrollado.

Conclusiones

La ansiada "imagen de progreso", el devastador negocio inmobiliario sin responsabilidad social, las alteraciones a los sistemas constructivos originales, con el posterior colapso en los terremotos, y la nula formación en patrimonio de los arquitectos e ingenieros chilenos, nos han negado la sobrevivencia de nuestros cascos históricos. Por ello Cobquecura y la perseverancia patrimonial de sus vecinos, se alzan como uno de los grandes valores de la zona central de Chile, junto a otras Zonas Típicas de carácter campesino, como Chanco, Lolol, Vichuquén o Putaendo.

Hoy la declaración de Zona Típica, ha permitido proteger y reconocer uno de nuestros más altos valores urbanos, siendo esencialmente una opción estratégica de **Desarrollo Local**, que permita crear nuevas fuentes de trabajo y generar un legítimo orgullo en su ciudadanía.

La visión patrimonial de sus habitantes, y la escasa intervención durante el siglo XX, otorga a Cobquecura una potencial para transformarse en ciudad con rol orientado al **Turismo Cultural**. Línea creciente en el país, que permitirá generar mayores ingresos para la población y una mejor conservación de sus valores, siendo un modelo de desarrollo para pequeños poblados con valores culturales y naturales, que todavía no han orientado sus políticas públicas y privadas a un recurso tan preciado como el Patrimonio, tanto Tangible como Intangible.

Sin duda es una necesidad y anhelo ciudadano, lograr su total conservación y divulgación como **Ciudad Patrimonial**, sostenida en las bases del legado de generaciones anteriores, desde un diálogo permanente e íntimo con ellas, que nos lleva irremediablemente a reconocernos como personas, ciudad y nación.

Citas y Notas

[1] Pueblo y cultura originaria del centro sur de Chile y Argentina. Según cifras del censo nacional de 1992, se autoconsideran pertenecientes a la cultura Mapuche; 928.060 personas. Traducido al castellano significa Gente de la Tierra, de "Mapu"; Tierra y "Che"; Gente.

[2] Ley 17.288, señala 5 categorías de Monumentos Nacionales según su naturaleza: Monumento Histórico, Monumento Público, Monumento Arqueológico, Zona Típica y Santuario de la Naturaleza.

[3] Artículo 31 Ley 17.288 de Monumentos Nacionales (1970).

[4] Existen excavaciones formales en el llamado sitio PILICURA 1, ubicado frente a la Iglesia de Piedra, realizadas por del arqueólogo Víctor Bustos.

[5] Shaw, 1800.

[6] Denominación de la zona Caribe, que fue generalizada por los españoles para designar los cargos de autoridad indígena en América. En Chile usada para referirse a los Longko, líderes de las comunidades Mapuche.

[7] De "Kallfü"; Azul, y "Likan"; Cuarzo. Castellanizado como Caupolicán.

[8] De "Lef"; Ligero, Veloz, y "Traru"; Aguilucho. Castellanizado como Lautaro.

[9] Archivo Nacional de Chile. Archivo Nacional Histórico, Fondo Capitanía General, Vol. 540 Fs. 112 – 188.

[10] DÍAZ, Rodrigo. "*Cobquecura Recopilación de Antecedentes Históricos Constructivos y Arquitectónicos*". Seminario de título Carrera de Arquitectura. Universidad del Bío Bío, Concepción 1983, p. 25 y 26. Arquitecto chileno, nacido en la cercana ciudad de Coelemu, de madre cobquecurana, actualmente reside en Barcelona.

[11] Archivo Nacional de Chile. Archivo Nacional Histórico, Fondo Real Audiencia. Tomo 478 Fs. 101-126.

[12] Extracto de transcripción del original en: FALCH Frey, Pbro. Jorge. *La Congrua de los Párrocos del Itata 1689-1694*. En Anales de la Historia de la Iglesia en Chile, Seminario Pontificio Mayor Santiago Chile, vol 4 nº 1 p. 123. Alfabeta Imprenta 1983. Este texto se interpreta que Lago afirmaría "cien años más o menos que esta doctrina está fundada", en nuestra opinión los "sien" años que relata lo hace para referirse a la antiguedad de la "sedula" en la que respalda su petición legal y no directamente de la doctrina de Cobquecura.

[13] Juan de Lago, en su petición de congrua, menciona a dos antecesores; el Padre Lázaro Rodríguez, y el Padre Ambrosio Ampuero.
[14] Id. nota 15 p. 118.
[15] Archivo Nacional de Chile. Archivo Nacional Histórico, Fondo Real Audiencia. Tomo 168. Fs. 245.
[16] Se denominaba popularmente Calle del Pecado, por que hasta avanzado el siglo XX no contaba con iluminación pública, por lo cual las parejas de enamorados concurrían a ella para sus apasionados encuentros.
[17] Archivo Nacional de Chile. Archivo Nacional Histórico, Fondo del Ministerio del Interior. Tomo 156 Fs. 148.
[18] Retrato Fotográfico de Juan España i Mass. Colección de Inés Arévalo, Cobquecura. Fotografía en soporte rígido, formato cabinet, autor anónimo, sin sello posterior.
[19] Por Decreto Supremo 544, del 1 de septiembre de 1992.
[20] Todo hallazgo arqueológico es propiedad del Estado, esté bajo o sobre la superficie. Por el sólo ministerio de la Ley 17.288, es Monumento Nacional en categoría Monumento Arqueológico.
[21] El Copihue es la flor nacional y especie en peligro de extinción, endémica de Chile y Argentina. Pertenece a la familia de las Filesiáceas. Es un arbusto trepador con follaje siempre verde cuyas flores tienen una longitud de 5 a 10 cm.
[22] En el sector de Colmuyao, específicamente en la actual Multicancha, en el año 2003 se encontraron restos óseos al realizar unas excavaciones para trazados de red de agua potable. Según la excavación de salvataje realizada por el Antropólogo y Visitador Especial del Consejo de Monumentos Nacionales, Marco Sánchez, corresponden a restos óseos sin asociación cerámica y con abundancia de caries en las piezas dentales, descartándose así como sitio prehispánico, por lo que presumiblemente dada la abundancia de restos, sea un cementerio perteneciente a una iglesia católica.
[23] Los vecinos participantes fueron: Exequiel Valenzuela, Inés Arévalo, Bernardo Chamorro, Sergio Sandoval, Ramón Orellana, Rodrigo Alarcón, Arturo Andrade, Eduarda del Carmen, Julia Arias, Orlando Cifuentes, Ofelia Concha, Luis Placencia, Pedro Ramírez, Oscar Espinoza, Cesarina Sepúlveda, Erika Leiva, Pedro Salgado, María Sandoval, Jeannella Serri, Carmen Tapia, Efantinia Sepúlveda, Mercedes Cancino, María Cecilia Sepúlveda, Iván Alarcón, Alberto García, Pedro alias el Chuchuca, Ramiro Venegas, Sandra Echeverría, Jorge Rodríguez, José Pedro Cifuentes, Camila Ovalle, Francisco Valenzuela, Marcelo Salgado e Irene Aracena.

Bibliografía

*CAMPOS, Fernando. "El Corregimiento, después Partido de Itata 1600 - 1786 - 1818". En: Revista Historia, Instituto de Historia, Pontificia Universidad Católica de Chile. 1986. Nº 21: p. 111 - 144
*DE VIVAR, Gerónimo. Crónica y relación copiosa y verdadera de los reinos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 1987.
*DÍAZ, Rodrigo. Cobquecura. Recopilación de Antecedentes históricos, constructivos y Arquitectónicos. Seminario de título carrera de Arquitectura. Universidad del Bío Bío. Inédito. Concepción, Chile. 1983.
*ECO Educación y Comunicaciones. Historias para un Fin de Siglo. 1er Concurso de Historias Locales y sus Fuentes. Santiago de Chile. 1994.
*FALCH, Pbro. Jorge. “La congrua de los párrocos del Itata 1689-1694”. En: Anales de la Historia de la Iglesia en Chile. Seminario Pontificio Mayor. Alfabeta Imprenta. Santiago Chile. 1983. Vol 4 nº 1: p. 113 124.
*LEÓN, Leonardo. La merma de la sociedad indígena en Chile Central y la última guerra de los Promaucaes, 1541-1558. St. Andrews, Scotland: Institute of Amerindian Studies. Londres. 1991.
*MUÑOZ, Olave, Reinaldo. Historia de la Diócesis de Concepción I. Instituto de Historia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 1973.
*PINTO, Julio - SALAZAR Gabriel: Historia Contemporánea de Chile vol.1. Editorial Lom. Santiago de Chile. 1999.
*SALAS, Verónica. Cobquecura Sus leyendas, sus vivencias y sus sueños. Taller Acción Cultural. Santiago de Chile. 2002.

Carlos Inostroza Hernández

Arquitecto U. de Concepción - Chile
Master en Restauración y Patrimonio U. de Alcalá - España
Director Consultora ESTUDIOCERO ARQUITECTURA + PATRIMONIO
Arquitecto especialista en patrimonio, restauración y planificación territorial. Experto en normativas de protección, declaración e intervención de bienes declarados Monumento Nacional (MN) e Inmuebles de Conservación Histórica. Miembro de la Asociación Española de Gestores de Patrimonio Cultural. Ha expuesto en diversas universidades, congresos nacionales e internacionales, y en la Bienal Chilena de Arquitectura.
Ha obtenido el Segundo Lugar en la Bienal Latinoamericana de Estudiantes de Arquitectura, Bogotá 2001, la Beca Iberoamericana Fundación Carolina 2002 -2003 en Conservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano, la Matrícula de Honor a la mejor tesis del Master en Restauración y Patrimonio 2002-2003 de la Universidad de Alcalá, el Primer Lugar del concurso Fondart área patrimonio regional en 2004, distinción de Honor a las Mejores Iniciativas en Responsabilidad Social 2004-2005 de la Universidad de Concepción y nominado al Premio Nacional de Conservación de los Monumentos 2005, en la categoría Organización Social.
Actualmente dirige el Plan Regulador de las comunas históricas de San Rosendo y Rere, el estudio y normativa patrimonial para las comunas de Laja y Nacimiento, junto a la restauración de la Casona Wilhelm, Inmueble de Conservación Histórica de Concepción.

5.11

RESTAURACIÓN DE LA CASA DE HERMANDAD DE LA IGLESIA PENITENCIAL DE JESÚS NAZARENO EN VALLADOLID

Félix Jové* - José L. Sainz
Directores de GRUPO TIERRA de la Universidad de Valladolid
Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid,
Avda. de Salamanca, s/n, 47014 Valladolid, ESPAÑA
Teléfono +34 983 423 442
emails: fjove@arq.uva.es, jlsainz@ana.uva.es

Palabras clave: tapial - tierra - ladrillo

Resumen
La restauración realizada acomete la consolidación de las diferentes tapias y muros de tierra existentes en el edificio de la Casa de Hermandad, además de dar respuesta a los requerimientos arquitectónicos y funcionales del proyecto. Las obras realizadas han aportado soluciones constructivas y *reparadoras* específicas para cada una de las patologías y lesiones encontradas, que ilustran un campo de experimentación necesario para la recuperación de las tapias de tierra y que se exponen en la presente comunicación.

El edificio de la Casa de Hermandad se encuentra adosado a la Iglesia Penitencial de Jesús Nazareno. La iglesia está fechada en 1676, año en que finalmente se terminó de cubrir la nave. Anexionada al brazo sur del crucero se encontraba la sacristía y, a continuación, la casa del capellán que aparece citada en un documento de 1695. En el año 1721 se edificó otra casa para el capellán, está vez anexionada a la derecha de la iglesia, en el lado de la epístola, que vendría a cubrir las carencias de espacio de la antigua y su mal estado de conservación. Sobre los restos de esta antigua casa, y a continuación de la sacristía vieja, comenzó a edificarse en el año 1734 la Casa de Hermandad. Años más tarde se reedificaría también la sacristía con espléndida tracería barroca.

A finales del siglo XIX se demuele una zona de la Casa de Hermandad, se desmonta la fachada original de la iglesia y se corta el primer cuerpo de la nave. Este lamentable suceso viene motivado por las reformas urbanas de la época que propiciarán la construcción del nuevo Ayuntamiento. En ellas se traza una nueva alineación para la calle del Jesús que obliga a la pérdida de parte del solar en el que se encuentran los edificios. En contraprestación, el Ayuntamiento de la ciudad levantará una nueva fachada para la iglesia y permitirá la elevación de una planta a mayores en la reconstrucción del edificio. Así es cómo en el año 1885 se reedifica la Casa de Hermandad, que ocupará los restos de la anterior y se prolongará por encima de la sacristía barroca, llegando hasta nuestros días con el aspecto que actualmente presenta.

Los datos históricos resultan fundamentales para comprender el estado actual de conservación del edificio y poder acometer con seriedad el Proyecto. En el proceso de restauración quedaron a la luz los gruesos muros de la iglesia en los que se apoyan las vigas del edificio de la Casa de Hermandad. Estos muros están construidos mediante tapias mixtas de ladrillo y tapial con *verdugadas* de ladrillo de dos hiladas. También aparecieron tapias sólo de tierra, de diferentes épocas y con distintos procesos de degradación, que han confirmado las fases constructivas del estudio histórico.

El muro de la Iglesia presentaba patologías por asiento de *los cajones* de tapial. Este hecho produce la rotura de la trabazón de las verdugadas de ladrillo con los machones, lo que da lugar a la aparición de fisuras verticales en el acabado de los paramentos. Estas fisuras se corresponden con la junta de unión entre las tapias y los machones de ladrillo y, aunque no suelen comprometer el comportamiento estructural del muro, deben retacarse con material.

Por su parte, la Casa de Hermandad presenta tres tipos distintos de muros de tierra. En la planta baja, en la zona de la sacristía, el muro está construido mediante una tapia *mejorada* con cal, mientras que en la zona que se corresponde con las viejas construcciones aparece una tapia con abundancia de *canto rodado* que, en las partes bajas, muestra una importante pérdida de material. En las plantas superiores el muro es, sin embargo, de entramado de madera y adobe.

Desarrollo

1.- Antecedentes Históricos

La actual Casa de Hermandad de la Cofradía Penitencial de Nuestro Padre Jesús Nazareno se reedificó en el año 1885 sobre los restos de otra anterior que ocupaba una mayor superficie. Su construcción viene motivada como consecuencia de las reformas urbanas producidas en la ciudad de Valladolid a finales del XIX que obligaron a la pérdida de gran parte de la nave de la iglesia y de las edificaciones anexas para obtener una nueva alineación de la calle del Jesús que permitieran la construcción del nuevo Ayuntamiento [1]. En el interior de la iglesia puede apreciarse cómo la fachada actual de la iglesia aparece en diagonal respecto del eje de la nave, de modo que ésta se encuentra literalmente cortada por la mitad de uno de los dos cuerpos de los que se componía inicialmente.



Fig. 1.- Vista exterior de la Iglesia de Jesús Nazareno y de la casa de Hermandad anexionada contra el lado del Evangelio. Emerge la cubierta de la cúpula del crucero y se observa la nueva fachada de ladrillo construida después del corte que se dio a la nave principal como consecuencia de la nueva alineación de la calle.

La antigua casa de hermandad había comenzado a edificarse en el año 1734 por el maestro José Fernández según planos de Ignacio de Prado, concluyéndose un año mas tarde. Anteriormente a ésta sabemos que debió de existir otra, más sencilla y de una sola planta, en la que los cabildos se celebraban encima de la sacristía y en el sobrado que existía bajo el tejado de la antigua casa del capellán, según consta en un documento perteneciente al Archivo de la Penitencial. Acta del cabildo de fecha 23 de noviembre de 1695 *"...celebrado sobre la sacristía y quarto del capellán"*. A.J.N. (Archivo Cofradía Jesús Nazareno) [2] Libro II, folio 301. Doc. núm. 6.

El nuevo edificio se construyó en el lado del evangelio, a continuación de la sacristía vieja que se encontraba anexionada al brazo sur del crucero, y en el solar que ocupaba la antigua casa del capellán que sabemos se encontraba en mal estado. Unos años antes se había construido una nueva casa para el capellán, que se terminó en el año 1721, anexionada a la derecha de la iglesia, en el lado de la epístola, y que vendría a cubrir las carencias de espacio de la antigua casa y, tal vez, su mal estado de conservación. La anterior era conocida como la casa del sacristán. A pesar de su mal estado, en la planta alta se encontraba la vivienda del sacristán, mientras que en el entresuelo se hallaba la sala de cabildos.

Obviamente la construcción de la Iglesia se había realizado unos años antes, en1676, fecha en que consta que finalmente se terminó de cubrir la nave. Sucesivas *"reservas"* de alcaldes así lo atestiguan; dos de ellas anotadas en agosto de ese año por importe de 600 reales cada una y otras tres en febrero de ese mismo año por importes de 500, 550 y 600 reales. Estas cantidades fueron destinadas para cubrir los últimos gastos necesarios para culminar las obras. A.J.N. Libro II, folios 152 vº a 184 vº. Las obras fueron largas, costeadas por los donativos de sus Cofrades, y con importantes problemas económicos para su conclusión. Se tardaron más de 12 años en su construcción pero finalmente el día 3 de abril de ese año salió la procesión de Viernes Santo del convento de San Agustín, su antigua sede, y terminó en la recién inaugurada Iglesia de Jesús Nazareno; *"...salió la procesión del biernes santo del combento de San Agustín calçado y se quedó en la ermita de Jesús Naçareno con todos los pasos, estandartes y guiones".* A.J.N. Libro II, folios 1,2 y 187 vº.

2.- El Proyecto de Rehabilitación de la Casa de Hermandad

La Casa de Hermandad, como ya ha quedado dicho, se encuentra adosada a la nave de la iglesia y en conexión con ella. Se organiza en planta baja, dos plantas de piso y un bajo cubierta. En la planta baja se conserva la Sacristía Barroca con una excepcional *bóveda acañonada*, mientras que las plantas altas se destinan al uso propio de la Cofradía; sala de Cabildos, dependencias para los cofrades, despachos de los órganos de gobierno, etc...

El proyecto de rehabilitación plantea el acondicionamiento interior del edificio junto con su consolidación estructural y el saneamiento de un problema de humedades [3]. El edificio está situado dentro del *"Casco Histórico de Valladolid"* y se encuentra catalogado con una calificación Tipo "P3" según el Plan Especial del Casco Histórico de Valladolid, correspondiéndose con la ficha de catálogo 29-667-16.

En la planta baja se apreciaban humedades que ascendían por capilaridad por los muros y el pavimento, especialmente en la sacristía del siglo XVIII, y que estaban afectando de forma muy negativa al edificio. Para solucionarlo se ha realizado una cámara bufa. Para ello fue necesario desmontar el pavimento actual. Se ha excavado en el terreno más de un metro de profundidad para posteriormente ejecutar un forjado sanitario sobre muretes, dejando que el muro respire a través de la cámara de aire ventilada. Esta solución constructiva está muy experimentada y resulta totalmente eficaz en el caso de los suelos y bastante eficiente en el caso de los muros, aunque no al 100%.

La distribución de la planta se ha reacondicionado al objeto de mejorar el acceso desde la calle que se realizaba a través de un vestíbulo ridículamente pequeño. La *dignidad perdida* del vestíbulo se recuperó a costa de la demolición de una serie de espacios y los cuartos de baño se trasladaron al almacén próximo al cuarto de instalaciones. La red de aire caliente de la iglesia se canalizó por el suelo, de éste modo se pudo tirar el tabique que separaba el vestíbulo de la caja de escaleras, con lo que ambos espacios han ganado en amplitud. En la escalera, aún respetando la estructura de su viga zanca, se renovaron los peldaños y la barandilla de madera. La intervención en esta planta se completó con el rascado, emplastecido y pintado de todos los paramentos verticales y horizontales, en especial las bóvedas barrocas de la sacristía. Durante la intervención han aparecido algunos restos de la decoración original que se han dejado vistos.

En las plantas altas se procedió al desmontado de tabiquerías, falsos techos, carpinterías e instalaciones obsoletas, etc.., hasta dejar las plantas totalmente diáfanas. A continuación se procedió a la rehabilitación de los locales con una nueva distribución acorde a los usos propuestos. En la planta primera se ubicó el Museo de la Cofradía; una pequeña sala de exposiciones, conferencias y actos culturales denominada Sala del Museo, que servirá también como Sala Capitular para la celebración del Cabildo General y otros actos de especial relevancia dentro de la vida de la cofradía; y otra menor, denominada Sala del Tesoro, en la que se expondrán los cálices de oro y plata, algunos elementos litúrgicos valiosos, el joyero y ciertos documentos del archivo de la penitencial. Para estos usos se ha puesto especial cuidado en el diseño de los elementos de iluminación, vitrinas y expositores.



Fig. 2.- Muro mixto de machones de ladrillo y cajones de tapial en el lado del Evangelio de la Iglesia de Jesús Nazareno, visto desde el bajo cubierta de la Casa de Hermandad anexionada.

En la planta segunda se han dispuesto las dependencias propias de la Casa de Hermandad, como son los espacios destinados a la administración ordinaria de la cofradía. También se ha proyectado una sala de investigadores anexa al archivo histórico de la cofradía y un Salón del Cofrade, diseñado como espacio multifuncional para reuniones y puestas en común. Finalmente, la planta bajo cubierta se ha habilitado para usos tales como almacén, taller para mantenimiento y restauración de los objetos de la cofradía, etc... Encima de los aseos de la planta baja se ha dispuesto un pequeño altillo para almacén, sirviéndose del antiguo entresuelo existente. En todas las plantas surgen, aprovechando las irregularidades del edificio, pequeños almacenes y archivos tan necesarios para el buen funcionamiento del edificio.

3.- Los trabajos de Restauración de los muros mixtos de Tapial con machones de ladrillo

Las obras de restauración de la Casa de Hermandad han puesto al descubierto los muros propios y los de la Iglesia del Jesús en la que se apoya, de manera que se ha podido estudiar su sistema constructivo, al tiempo que nos ha permitido plantear la soluciones constructivas para su restauración.

A simple vista, el muro de la Iglesia presentaba patologías por asiento de *los cajones* de tapial. Este hecho había producido la rotura de la trabazón de las verdugadas de ladrillo con los machones, dando lugar a la aparición de fisuras verticales en el acabado de los paramentos. Estas fisuras se correspondían con la junta de unión entre las tapias y los

machones de ladrillo y, aunque generalmente no suelen comprometer el comportamiento estructural del muro, deben retacarse con material. Por su parte, la Casa de Hermandad presentaba tres tipos distintos de muros de tierra. En la planta baja, en la zona de la sacristía, el muro estaba construido mediante una tapia *mejorada* con cal [4], mientras que en la zona que se correspondía con las viejas construcciones aparecía una tapia con abundancia de *canto rodado* que, en las partes bajas, mostraba una importante pérdida de material [5]. En las plantas superiores el muro era, sin embargo, de entramado de madera y adobe.

Las fábricas mixtas de tapial con machones y verdugadas de ladrillo nos llamaron la atención y fueron objeto de un estudio especial. Es un sistema constructivo que, manteniendo el bajo coste de la construcción con tierra, mejora la resistencia y rigidez del muro que trabaja como un muro homogéneo, por lo que tuvo una gran difusión en la arquitectura civil y religiosa hasta bien entrado el siglo XX. El sistema aparece recogido en tratados y manuales antiguos en los que se hace especial hincapié en que la obra se ha de ejecutar en horizontal. Primero ejecutando los machones de ladrillos hasta la altura de la primera hilada de cajones de tapial y posteriormente los cajones de tierra apisonada, esperando el tiempo necesario para que se produzca el asentamiento de los tapiales de cada hilada antes de proseguir con las siguientes. La longitud de los tapiales solía coincidir con la distancia entre machones, que se disponían habitualmente promediados en la longitud del muro. Los encofrados no diferían de los que todos conocemos para los muros de tapia, aunque eran más sencillos, ya que al estar las tapias confinadas entre machones de ladrillo no era necesario disponer *cabeceros* ya que éstos hacían las veces.

Por otra parte, al tratarse de un muro mixto, en el que intervenían dos diferentes materiales, era preciso garantizar la trabazón entre los dos tipos de fábrica para que el sistema funcionara como una unidad constructiva. Habitualmente los machones de ladrillo presentaban *enjarges* en su espesor, de manera que se formaba una caja en la que se introducía la tierra de manera que ladrillo y tierra se trababan, consiguiendo que trabajasen en común.

El sistema aparece recogido con toda claridad en la publicación del arquitecto Ricardo Marcos y Bausa, “Manual del Albañil”, del año 1879 [6]:
“*Si la tapia ha de tener machos de fábrica de ladrillo, se empieza la construcción haciendo el reparto de ellos en toda la longitud de aquella, según la distancia que deban guardar entre sí y los anchos que quieran dárselos, y después se construyen á nivel hasta la altura del cajón de tierra, dejando los enjarges en el espesor, y en seguida se macizan estos, poniendo tapiales á uno y otro haz sin necesidad de cabeceros, pues los cajones quedan formados por los machos y tapiales”.*
“Construida la hilada de cajones, se sienta en toda la línea la hilada ó hiladas de verdugada, y encima se sigue después fabricando de un modo análogo los superiores.”
No obstante, la intervención realizada nos ha permitido descubrir lo que parece ser otro sistema constructivo que difiere ligeramente con el recomendado en los manuales. Esta pequeña diferencia es, sin embargo, sustancial a la hora de obtener un mayor rendimiento en la construcción de la fábrica y por lo tanto reducir los plazos para su construcción.

4.- La técnica constructiva de los muros de la Iglesia de Jesús Nazareno
A continuación se describe el sistema constructivo observado en la construcción de los muros de la Iglesia que, por lo que se desprende, está realizado por fases independientes: primero los machones de ladrillo y luego los entrepaños de tapia. Los cajones de tapial están dispuestos entre cada uno de los *machos* de ladrillo. Presentan una longitud de unos dos metros y medio (2,50m) y una altura de algo más de un metro (1,05m). Por encima de cada hilada de cajones corre, todo a lo largo, una verdugada de dos hiladas de ladrillo. Los ladrillos son muy irregulares, como corresponde a los ladrillos ejecutados a mano, y tienen un grueso cercano a los cuatro centímetros (4cm). Las dos hiladas están recibidas con una

junta de mortero de cal y arena de más de tres centímetros (3cm) de grueso. No existe junta de mortero en el arranque de la primera hilada de ladrillo ni en su coronación, por lo que la primera hilada se construye directamente encima de la cara superior del cajón de tapial y el cajón superior directamente encima de la hilada de ladrillo. Por otra parte, y examinado el grueso del muro, se observa que las verdugadas de ladrillo no tienen todo el espesor del mismo, si no que tan sólo se ejecutan con una línea de ladrillos (1/2 hasta) por cada lado.



Fig. 3.- Detalle de la verdugada del muro ejecutada mediante un solo ladrillo de espesor y dos hiladas de grueso, al fondo se observa la tierra apisonada del cajón de tapial. Se observa también la ausencia de traba entre el *"macho"* y la verdugada.

Este modo de proceder, que en un principio podría parecer un intento de escatimar material, es sin embargo una buena solución constructiva ya que garantiza una buena trabazón entre los cajones inferior y superior de tapial. Efectivamente, examinando la sección del muro podemos observar como las dos medias astas de ladrillo crean un machihembrado a lo largo de la superficie superior del cajón inferior, de manera que la tierra apisonada del cajón superior se introduce y traba con la del cajón inferior. Se consigue así garantizar, de una manera rápida y cómoda, la unión entre dos cajones de tierra superpuestos.
De otro modo, sabemos que para garantizar la unión entre los diferentes cajones de tapial debe realizarse una caja o roza sobre la superficie horizontal del cajón inferior antes de ejecutar el superior. Esta operación también debe hacerse en la superficie lateral, en el caso de que una misma hilada tenga más de un cajón,
"…rozar con una alcotana aquella superficie, y aún hacer una caja en toda la altura para que la tierra del segundo cajón se incorpore con la del primero y haya trabazón entre ambos…/…otro tanto debe efectuarse con el cajón inferior de tierra al macizar encima otro"[6]

Esta segunda solución es la que aparece recogida en el Manual de Albañilería anteriormente citado. Técnicamente es correcta pero, como puede deducirse, es algo más lenta que la primera ya que requiere de un cierto tiempo para la ejecución de la roza. Sin embargo, con la primera se consigue una mayor rapidez en la construcción del muro ya que una vez *desencofrado* el tapial inferior pude proseguirse de forma casi inmediata con el superior, aunque esta mayor rapidez puede venir acompañada de ciertas patologías derivadas del asiento de los tapiales que en ocasiones producen fisuras verticales en el encuentro con los machones de ladrillo.



Fig. 4.- Detalle del *"agujal"* dejado en la construcción del machón de ladrillo. Una fisura vertical recorre la fábrica como consecuencia de un asiento ya estabilizado.

Coincidiendo con las verdugadas de ladrillo se observan cuatro agujeros distribuidos de forma más o menos uniforme a lo largo de ellas, dos en los extremos y los otros dos en la zona central. Son los *"agujales",* es decir; los agujeros que quedan una vez retiradas las agujas que han servido para sujetar los encofrados del cajón de tapial. Estos agujeros son pasantes a lo largo de todo el grueso del muro, miden lo que el tamaño de la aguja de madera -unos 12x11cm-, y se dejan dispuestos en la verdugada de ladrillo según se ejecuta ésta. La verdugada tiene dos hiladas porque esa es la medida que da los 11cm de altura de la aguja (4+3+4). La presencia de agujales extremos en los bordes de la verdugada de ladrillo implica que en ningún momento hubo continuidad entre la fábrica de ladrillo del machón y la de la verdugada, y por lo tanto, nunca estuvieron trabados.
Los machones de ladrillo, llamados también *machos*, son de ladrillo aparejado *"...sin más reglas que las establecidas de soga y tizón, encontradas sus puntas horizontales y verticales, para mayor trabazón."* [7] en ellos se observa la presencia de un único agujal situado en una posición centrada en cada machón. La existencia de este agujero en la fábrica de ladrillo es la referencia clara de que se utilizó un andamio de madera para su construcción. Seguramente un andamio compuesto por una viga volada, que se encajaba en el mechinal, y un codal a modo de jabalcón.

¿Pero que interés tiene colocar un andamio para los machones si éstos se van a levantar a nivel junto con los cajones de tapial? La única explicación es pensar que los machones de ladrillo se levantaron primero y posteriormente se cuajaron los entrepaños de tapial. La disposición de esta estructura auxiliar, de un machón a otro, permitía colocar entre ellos una plataforma de trabajo para levantar la fábrica de ladrillo de forma independiente.

El sistema permite progresar con mayor rapidez en la construcción del muro. Efectivamente, los *ladrilleros* podían trabajar a destajo sin necesidad de tener que esperara a los *tapiadores*, cuyo ritmo de trabajo era mucho más lento. De este modo los albañiles, una vez terminados los machones de ladrillo, podían marcharse a otra obra y volver cuando fuera necesaria su presencia, tal vez para el tiempo de hacer la cornisa. Mientras tanto, los *tapiadores* encargados de levantar las tapias iban cuajando los entrepaños.

Por otra parte está documentado que en Valladolid, en el momento histórico de la construcción de la Iglesia de Jesús Nazareno, la mano de obra especializada era cara y escasa [8]. Este aspecto, unido a las dificultades económicas que atravesó la Cofradía para poder llevar a cabo las obras, costeadas íntegramente mediante los donativos de sus cofrades, vendría a apoyar la idea expuesta. El sistema constructivo constatado es por lo tanto más rápido que el que figura en los tratados de construcción dando lugar a un muro más económico que, si las tapias son ejecutadas a conciencia, vendría a tener el mismo resultado estructural.

Citas y Notas

1. Martín González, Juan José y Plaza Santiago, Francisco Javier de la. Catálogo Monumental. Monumentos religiosos de la ciudad de Valladolid. España. 1987.
2. Documentos existentes en el Archivo de la Cofradía Jesús Nazareno, a partir de ahora A.J.N. y recogidos por Filemón Arribas en su libro: *La Cofradía Penitencial de N.P. Jesús Nazareno de Valladolid*. Ed. Casa Martín. Valladoid, 1946. España
3. El Proyecto de Ejecución fue redactado en el año 2004 por el Arquitecto Dr. Félix Jové por encargo del Cabildo de Gobierno de la Cofradía Penitencial Jesús Nazareno. Las obras finalizaron a finales del año 2005, habiendo ascendido el presupuesto a la cantidad de 284.216,99 euros.
4. El Laboratorio de la Escuela de Arquitectura desarrolla un trabajo de Investigación, dentro del plan de trabajo del GRUPO-TIERRA-UVa, en el que se ensayan diferentes mezclas de tierra, con o sin adiciones, para determinar sus características resistentes y de durabilidad, al tiempo que presta asesoramiento a iniciativas de construcción con tierra.
5. La experiencia de Restauración de tapiales mediante la técnica del microapisonada aparece recogida en el trabajo: *La Restauración de la panera del obispo en Boada de Campos*, de los arquitectos Félix Jové y José Luis Sáinz Guerra, publicado en el libro: Terra em Seminario. Portugal, 2005
6. *"…y en seguida se macizan estos, poniendo tapiales á uno y otro haz sin necesidad de cabeceros, pues los cajones quedan formados por los machos y tapiales"*. Marcos y Bausá, Ricardo. *Manuel del Albañil*. Biblioteca Enciclopédica Ilustrada. Madrid, 1879
7. Sistema de aparejo de la fábrica de ladrillo para garantizar su trabazón. Fornés y Gurrea, Manuel. *Práctica del arte de edificar*. España, 1841
8. *"la falta de especialistas lleva a un incremento exagerado de los salarios de los obreros especializados: maestros u oficiales, canteros…/… llegando incluso a duplicarse".* Bartolomé Bennassar. *Valladolid en el Siglo de Oro*. España, 1989
9. Félix Jové, Dr. Arquitecto y José L. Sainz, Dr. Arquitecto son los directores del GRUPO-TIERRA-Uva. Este grupo de investigación trabaja en el estudio, difusión y recuperación de la Arquitectura de Tierra. Entre sus actividades se encuentran las de realizar proyectos y organizar jornadas y Congresos. Ambos son profesores de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Valladolid y Directores de la CÁTEDRA UNESCO Patrimonio, Restauración y Hábitat.

Bibliografía

*ARRIBAS, Filemón. *La Cofradía Penitencial de N.P. Jesús Nazareno de Valladolid*. Ed. Casa Martín. Valladoid, 1946. España.
*BENNASSAR, Bartolomé. *Valladolid en el Siglo de Oro*. Ayuntamiento Valladolid. Ed. Ámbito, 1989. España
*FORNÉS Y GURREA, Manuel. *Práctica del arte de edificar*. España. 1841.
*JOVÉ, Félix y SÁINZ GUERRA, José Luis. "La Restauración de la Panera del Obispo en Boada de Campos. Palencia. España". *Terra em Seminario*. Ed. Argumentum. Lisboa, 2005. Portugal.
*MARCOS Y BAUSÁ. R. *Manuel del Albañil*. Biblioteca Enciclopédica Ilustrada. Madrid, 1879.
*MARTÍN GONZÁLEZ, Juan José y Plaza Santiago, Francisco Javier de la. *Catalogo Monumental. Monumentos religiosos de la ciudad de Valladolid*. Diputación Provincial de Valladolid. España. 1987.
*SÁINZ GUERRA, José Luis y JOVÉ, Félix. "Arquitectura Vernacular y Urbanismo Medieval en la región de Tierra de Campos. Valladolid. España". *Proceeding of abstract of RIPAM,05*. Meknés, 2005. Marruecos.

Félix Jové

Doctor Arquitecto. Profesor de Construcciones Arquitectónicas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Valladolid. Profesor del Programa MASTER "Restauración Arquitectónica". Profesor del Curso de DOCTORADO "Tecnologías Constructivas". Codirector del GRUPO TIERRA de la UVA. Subdirector de la Cátedra UNESCO "Patrimonio, Restauración y Hábitat". Organizador del III Congreso ARQUITECTURA DE TIERRA "Construcción e Innovación". Miembro del subcomité Nº10 "Edificación con tierra Cruda" de AENOR, para la Normalización de la construcción con tierra.
Sus principales trabajos de investigación se refieren a la Tecnología y Desarrollo de la Construcción con Tierra y al estudio de la arquitectura tradicional y la arquitectura excavada desde sus aspectos constructivos, bioclimáticos y de edificación sostenible.

José L. Sainz

Doctor Arquitecto, Profesor de Urbanismo en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Valladolid. Profesor del Programa MASTER "Restauración Arquitectónica". Codirector del GRUPO TIERRA de la UVA. Director de la Cátedra UNESCO "Patrimonio, Restauración y Hábitat". Organizador del III Congreso ARQUITECTURA DE TIERRA "Construcción e Innovación".
Sus principales trabajos de investigación tienen como protagonista la planificación y crecimiento de las Ciudades y su desarrollo Sostenible asociado a los sistemas de agrupación tradicional y las técnicas constructivas vernáculas.

5.12

PATAGONIA. ANTECEDENTES DE ARQUITECTURA POPULAR CON TIERRA

Liliana Lolich
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas –CONICET-
Gallardo 438 – 8400 Bariloche – Río Negro
Telefax 54-2944-424857
C-e: lolich@crub.uncoma.edu.ar

Palabras clave: Patagonia–arquitectura vernácula–arquitectura popular

Resumen
La presente ponencia forma parte de los trabajos de investigación sobre historia de la arquitectura y del urbanismo realizados por la autora para CONICET. Referidos a la Patagonia, los mismos han mostrado y demostrado la existencia de un valioso patrimonio construido carente de estudios y registros previos. Dentro de ese universo, el desarrollo de la arquitectura popular refleja originales soluciones constructivas realizadas con los recursos naturales propios de cada zona geográfica. Entre esos recursos destacan la piedra, la madera y el barro utilizados de manera excluyente o mediante técnicas mixtas. Las construcciones en las que se empleó la tierra están clasificadas en tierra cruda y tierra cocida.
Una tipología notable está constituida por las cuevas excavadas en la barda del río Negro por los colonos españoles asentados, a fines del siglo XVIII, en la actual Carmen de Patagones. La tierra cruda aparece, también, en los registros de construcciones realizadas por los colonos galeses que poblaron el valle del río Chubut a mediados del siglo XIX. Esa primera arquitectura fue siendo desplazada, progresivamente, por obras erigidas con ladrillo cocido en las que se empleó barro para los morteros y revoques. A este tipo constructivo pertenecen la mayoría de las tradicionales capillas. Un caso particular lo constituye una capilla galesa que, al momento de su estudio, presentaba serios daños estructurales y para la cual la autora elaboró una propuesta de intervención con sus correspondientes refuerzos.
Otros casos de estudio están conformados por obras de factura artesanal erigidos, en su mayoría, con estructura del tipo “quincha” con entramado de caña o palo y relleno de barro. Algunos casos presentan, además, revestimientos posteriores con tablas de madera.
La distribución geográfica de los casos que se exponen en la ponencia ofrece una representación somera del territorio dada su pertenencia tanto a zonas de cordillera como estepa y costa atlántica. Dentro del patrimonio que se encuentra en mayor grado de peligro ubicamos las construcciones construidas con tierra y madera y, muy especialmente, aquellas localizadas en urbes expuestas a la especulación inmobiliaria y turística. Otro factor de riesgo lo constituye la natural fragilidad del material expuesto a rigurosas exigencias climáticas. A ello se suma, en forma generalizada, una ineficiente política de preservación.
La existencia de una unidad cultural prescindente de límites geográficos según la cual la arquitectura popular alcanzó características comunes tanto del lado chileno como argentino obliga a profundizar estos estudios desde una visión integradora y complementaria de investigaciones realizadas en el país hermano. Un ejemplo de ello son las antiguas rucas mapuche construidas con tierra y cuyo modelo constructivo ha sido localizado a ambos lados de la franja cordillerana en formas auténticas o adaptado a la arquitectura rural y urbana.

Desarrollo de la ponencia:

La tierra en la arquitectura vernácula[1]

La arquitectura en tierra está estrechamente vinculada con la arquitectura vernácula, como fusión inseparable, por su identificación con el medio social y natural que la rodea. Figura entre las tradiciones constructivas más primitivas desarrollada a partir de los recursos disponibles en el lugar y con las restricciones que el medio le impone. Se trata de una tradición acrecentada a partir del conocimiento empírico trasmitido de generación en generación.

La Carta del Patrimonio Vernáculo Construido suscrita por ICOMOS en 1999 relaciona la arquitectura vernácula con el mundo de los afectos y sentimientos populares. Con acentuado sello funcional, es utilitaria pero no por ello carece de interés y valores estéticos. Valores que asociamos a su simpleza formal y economía de recursos. La misma Carta señala que "es tanto el trabajo del hombre como creación del tiempo (...) es la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo.".

El rescate y puesta en valor de estas arquitecturas aparece hoy como una alternativa a la deshumanización de un mundo globalizado con sus propuestas de homogeneización cultural y arquitectónica. Frente a ellas, la arquitectura vernácula, más allá de las consideraciones estéticas y románticas, aparece como modelo de calidad de vida, como refugio frente a la violencia creciente en nuestras ciudades

Pese al tiempo trascurrido, no sólo no ha perdido vigencia sino que se ha vuelto más actual el llamado de atención del arquitecto Bellucci sobre los valores de la arquitectura vernácula y natural como antídoto frente a tanta obra de arquitectos sin arquitectura que hoy relacionamos con la contaminación arquitectónica, las modas impuestas, la arquitectura globalizada y los "no lugares". En su discurso sostiene que "existen dos focos de desintoxicación privilegiados para el arquitecto actual: la naturaleza y la historia, o sea, el lugar y la memoria."[2].

La Patagonia ofrece testimonios de construcciones en las que se empleó la tierra distribuidas en todo el territorio y en las más diversas condiciones climáticas. Si bien han sido aplicadas predominantemente en la vivienda rural su uso se extendió a otras funciones como consecuencia de la precariedad en la que se desarrollaron muchos de los primeros asentamientos. Como en casi todo el mundo, el aprovechamiento de los recursos naturales que se encontraban al alcance de la mano y la memoria de ancestrales tradiciones constructivas fueron los factores que favorecieron su propagación.

La gran variedad tipológica que reflejan las distintas fuentes bibliográficas y documentales, sumadas a los relevamientos realizados por otros especialistas y a nuestros propios registros dan cuenta de un campo de estudio de gran riqueza patrimonial que aun no ha sido suficientemente abordado en la extensión y profundidad que merece. A modo de avance hacia futuras investigaciones planteamos, a continuación, una síntesis provisoria de la arquitectura construida con tierra en nuestro extenso y variado territorio austral.

Entre los materiales de construcción mencionados en las crónicas más antiguas figuran la tierra en la construcción de paredes y cubiertas de techos y la madera para estructuras con basamento de piedra. Los relatos del viaje de Sarmiento de Gamboa (1584) por el estrecho de Magallanes dan cuenta de la existencia de "barrancas muy altas de tierra y barro fuerte para edificios, tapia, teja y ladrillos…"[3]. La abundancia de afloramientos pétreos en la zona de Puerto Deseado y San Julián, en la actual provincia de Santa Cruz, determinó un mejor aprovechamiento de la piedra en las más antiguas construcciones.

En 1779, en el marco del "Plan de Patagonia" impulsado por el rey Carlos III, se construyeron fuertes españoles en el litoral atlántico. Entre ellos, el Fuerte San José, en la península de Valdés. Si bien su existencia fue breve, las construcciones fueron realizadas con adobe y techos de madera atada con cuero y cubierta de tejas. Mejor suerte tuvo el fuerte del Carmen, en piedra, que dio origen a la actual ciudad de Carmen de Patagones. También con adobe se construyeron los fortines militares de la campaña al Desierto y las viviendas que fueron acompañando el desarrollo de esos asentamientos.

La existencia de una unidad cultural prescindente de límites geográficos según la cual la arquitectura popular alcanzó características comunes tanto del lado chileno como argentino obliga a profundizar estos estudios desde una visión integradora y complementaria de investigaciones realizadas en el país hermano. Un ejemplo de ello son las antiguas rucas mapuche construidas con tierra y cuyo modelo constructivo ha sido localizado a ambos lados de la franja cordillerana en formas auténticas o adaptado a la arquitectura rural y urbana. Los antiguos informes de los inspectores de la Oficina de Tierras y Colonias dan cuenta de la existencia de "ranchos de adobe" habitados y construidos por indígenas. En la reserva Rucachoroi, en la cordillera neuquina, los mapuche siguen construyendo sus rucas con entramados de madera y caña relleno de barro, a modo de quincha.

Patagonia, geografía y clima

Con predominio de una naturaleza inhóspita, el paisaje natural actual aparece como una gran planicie árida, fracturada y elevada en grandes bloques a modo de mesetas que ascienden de este a oeste hasta alturas del orden de los 1000 m, con vegetación esteparia hasta las primeras estribaciones cordilleranas. Una de las características notables del gran valle central es la presencia de pequeñas lagunas temporarias de agua dulce o salada, que ocupan las zonas más deprimidas.

La hidrografía ofrece, también, una particular conformación por cuanto los ríos patagónicos son los únicos que atraviesan el país de oeste a este. La realización de obras de endicamiento y canalización han permitido irrigar amplias zonas con creación de valles fértiles que han hecho posible un notable desarrollo agrícola.

A modo de gran generalización distinguimos tres grandes regiones naturales claramente diferenciadas:

- la cordillera de Los Andes,
- el gran valle central y
- el litoral atlántico.

Con excepción de los bosques de cordillera, la estepa constituye la identidad fisiográfica por excelencia, extendiendo sus dominios hasta el litoral atlántico[4]. En el río Barrancas –afluente del Colorado- comienza la "cordillera patagónica" de menor altura y con notables valles trasversales de formación glaciaria –algunos convertidos en lagos- que facilitan el acceso de los vientos húmedos provenientes del océano Pacífico. Algunos pasos cordilleranos apenas superan los 400 m.s.n.m. lo cual facilitó el intercambio cultural y económico entre Argentina y Chile.

En contraste con la planicie, presenta un ambiente fértil y húmedo, propicio para la instalación humana, con exuberantes bosques que han dado lugar a la conformación de los parques nacionales Tierra del Fuego, Glaciar, al sur, y Aluminé, Lanín, Nahuel Huapi, Puelo, Los Alerces; al norte. Es la región de los bosques andinopatagónicos y registra los promedios pluviométricos más altos con nevadas durante buena parte del año, incluso, en verano.

La estepa ocupa toda el área central y presenta el clima más seco y frío de la región, con inclementes nevadas y heladas durante el invierno. Las isohietas muestran los niveles más bajos de precipitaciones anuales; a ello se suma un suelo árido de vegetación achaparrada que la convierten en la franja más inhóspita para la instalación humana. Debido a la altura que adquieren algunas zonas de las mesetas septentrionales se registran amplitudes térmicas extremas.

En el extremo sur, el clima es algo más benigno por la influencia térmica del régimen marítimo elevando los promedios de precipitación a 300 mm anuales y 500 mm en la Isla Grande de Tierra del Fuego la cual se encuentra beneficiada, también, por el cambio de dirección del eje cordillerano que intercepta los vientos húmedos del sur. Podemos decir, entonces, que el clima es entre templado y templado frío y níveo, según la zona. La temperatura media anual es menor a los 10° C siendo predominantemente seco con amplias zonas que registran 200 mm anuales de precipitación a modo de lluvia y nieve en la estepa y en algunos sectores de la costa. En la cordillera, en cambio, se alcanzan promedios del

orden de los 2500 mm anuales. A medida que se avanza hacia el sur y dada la mayor cercanía al polo, los inviernos se hacen más largos, con escasas horas de luz solar.

Mas, la característica que identifica el ambiente natural patagónico es la presencia casi permanente de un intenso viento frío, con ráfagas de hasta 120 km/hora. Predomina el cuadrante oeste –con variantes noroeste y sudoeste según la zona y época del año- que reconoce escasos períodos de calma pues todo el territorio se encuentra bajo la influencia del anticiclón del Pacífico que se impone sobre las corrientes marítimas del este, de escasa penetración. Su incidencia es claramente visible en el desarrollo "en bandera" que adquieren los árboles, en la vegetación chaparrada de la estepa y en características formaciones rocosas trabajadas por la erosión eólica. La instalación humana requirió, entonces, del desarrollo de ingeniosas soluciones para resolver la necesidad de refugios adecuados para el diario vivir.

Tipos funcionales y constructivos

El carácter funcionalista que predomina en la arquitectura patagónica motiva la ausencia de obras notables para la historia del arte y la existencia, en cambio, de un patrimonio modesto de gran riqueza extendido en todo el territorio. Es por ello que la arquitectura popular y las numerosas obras de arquitectura industrial son, quizás, las que mejor representan su identidad cultural, con sus numerosos componentes de diversidad.

A continuación mostramos una recopilación de obras clasificadas según la técnica constructiva predominante. Entre los casos analizados figuran viviendas, escuelas y templos en cuya construcción se utilizó tierra como material predominante o bien para asiento y revoque de ladrillos cocidos.

1. Grutas y viviendas subterráneas

La necesidad de reparo ante las duras inclemencias climáticas dio lugar a ingeniosas soluciones para la conformación del hábitat humano. Una de las alternativas en las zonas áridas consistió en excavar el área suficiente para albergar las funciones más elementales, techando con materiales que brindaba el ambiente. Fotografías antiguas testimonian la existencia de construcciones subterráneas en la provincia de Neuquén, cubiertas con techo de madera y paja.



Fig. 1. Antigua vivienda subterránea en Mallín Chileno, provincia de Neuquén. Fte: *Revista Patagónica* 26.

Al parecer, también se habrían construido viviendas subterráneas en Puerto Soledad, en las islas Malvinas. La descripción del gobernador Felipe Ruiz Puente en el informe que enviara al Rey de España en 1767 da cuenta de "una excavacion corrida al pie de un ribazo, con 6 separaciones, o covachas que constituyen otras tantas viviendas…"[5].

1.1. Cuevas en Carmen de Patagones

Una tipología notable está constituida por las grutas naturales de la barda del río Negro por los colonos españoles asentados, a fines del siglo XVIII, en la actual Carmen de Patagones. Tras el fracaso de los intentos de crear una colonia racionalmente organizada y con la denominación de Nueva Murcia, en alusión al origen de sus pobladores, los colonos

prefirieron el abrigo natural de los huecos que presentaba la barda del río Negro, progresivamente acondicionados como vivienda.
Los estudios del arquitecto de Paula consignan la existencia de 3 tipos de cuevas:
- de un ambiente;
- viviendas conformadas por 2 y 3 cuevas consecutivas;
- cuevas de varios ambientes como la de Araque.

El citado autor reproduce la descripción de la cueva del alarife Andrés Araque, de 1797, compuesta por sala, dormitorio y cocina ubicada en el paraje conocido como "la cantera" y contigua a las cuevas de Santiago Sastre y Bernardo Bartuille[6].
La tradición de habitar en grutas, aun persistente en algunas zonas del sur de España, habría comenzado a debilitarse hacia 1798 cuando los techos de algunas cuevas comenzaron a ceder[7]. La ciudad aun posee algunos testimonios muy valiosos y en buen estado de conservación. Delante de una de estas cuevas se construyó, en 1821, una tradicional casa de patio conocida como el rancho de Juan José Rial. Otras cuevas presentan cerramientos y extensiones exteriores en ladrillo cocido.

2. Tepes

Los relatos de época consignan la construcción de viviendas galesas con "césped" y que interpretamos, se refiere al uso de "tepes":
"Sistema constructivo compuesto por elementos o mampuestos consistentes en panes de césped, cuya forma se aproxima al prisma rectangular cortado directamente de un suelo cubierto de césped. De gran difusión geográfica, actualmente es utilizado en construcciones subsidiarias."[8]
Si bien estamos lejos de asegurarlo, pareciera ser que la técnica se aplicó como consecuencia de la trasculturación de tradiciones constructivas de los países de origen de los colonos que habitaron la Patagonia. Es de suponer que el material no resistió las condiciones climáticas extremas ni la erosión del viento.

2.1. Islas Malvinas

La técnica fue usada ampliamente en Gran Bretaña, favorecida por la presencia de un clima húmedo que facilita el natural crecimiento de amplias praderas cubiertas de pasto. También aparece consignada en las primeras viviendas que la armada francesa realizó a partir de 1763 durante la breve ocupación de las islas Malvinas, en el Fuerte Real de San Luis en la bahía de la Anunciación. Recuperadas las islas por la armada española, rebautizaron el asentamiento con el nombre de Puerto Soledad. Para 1769 los relatos dan cuenta del derrumbe de casas como consecuencia del intenso frío y nieve.
La primera Iglesia de Nuestra Señora de la Soledad fue construida con esta técnica. Según consigna de Paula, "la precariedad de la construcción en tepes obligó a varias reparaciones, entre ellas una en 1793 que dirigió el alarife Miguel Pereyra, y a la casi total reconstrucción en piedra del año 1801, confiada al maestro alarife Juan Quelin (…); las obras comenzaron en agosto y fueron bendecidas el 4 de noviembre de 1801."[9].
En Fuerte Egmont, el cuartel era el pabellón más cercano a la costa y estaba construido con paredes de tepes conformando una planta rectangular de 5 x 3 m. con una puerta, dos ventanas y chimenea. De tepes era también el pasadizo que comunicaba la cocina de la casa del gobernador con el retrete, construido con piedra[10].
Informes del año 1800 demuestran que, pese a los fracasos, algunas construcciones de las islas Malvinas se seguían haciendo con tepes. Al menos, para Puerto Soledad, se reclamaba presupuesto para reparaciones interiores y exteriores de almacenes, cuarteles y viviendas "para preservarlas en lo posible de las humedades que son inevitables en los tiempos de nieve y lluvia por ser sus techos de paja, las paredes de tepes y de muy poca consistencia."[11]. Tres años más tarde, un informe más detallado dan cuenta de que los depósitos de ladrillos, maderas, artillería, víveres y herramientas, la carpintería y casa del práctico, el Cuartel de Marina, las casas del albañil y del "maestre", el Cuartel de Brigadas y las 1ra. y 2da. estancia, eran de tepes.

De tepe eran, también, las primeras construcciones de la estancia Leleque, en la cordillera de la provincia de Chubut, construidas hacia 1890[12].

3. Adobe

Los más antiguos asentamientos en el litoral patagónico testimonian el uso ancestral de este material. Con cubierta de torta, es el sistema constructivo reiterado en las fortalezas y viviendas del litoral patagónico[13]. La gran mayoría ha desaparecido y muchas de ellas fueron arrasadas por devastadoras inundaciones debido al régimen irregular de los ríos de montaña. La actual catedral de la Merced en la ciudad de Viedma fue construida en ladrillo tras el derrumbe sufrido por su antecesora de adobe en la gran inundación de 1899. Como efecto de la misma inundación sucumbió el primitivo emplazamiento de la ciudad de Gral. Roca, actual Stefenelli, donde las aguas arrasaron con importantes edificios erigidos con tierra. Sólo perduró el colegio salesiano, construido con ladrillo cocido.

3.1. Colonos galeses

Los registros más antiguos del asentamiento galés en el río Chubut a partir de 1865 dan cuenta del uso de la tierra para la construcción. Relatos del año 1871 que describen la colonia dan cuenta de la existencia de "15 casas de adobe, 5 de postes de sauce, barro y pasto, 7 de barro y ripio mezclados y 4 de césped. En total, unos 27 edificios con techos de totora o pasto."[14]. El mismo autor consigna que las primeras imágenes de la actual ciudad capital de la provincia de Chubut testimonian el empleo mayoritario de la tierra como material de construcción usado tanto en paredes como techos demostrando una utilización de la técnica mucho más extendida que la de la propia Gales. A la llegada de los galeses a Rawson, en 1865, ya existían restos de construcciones de adobe abandonadas 12 años antes como testimonio de una técnica ya conocida en la zona. También en 1899 el río Chubut produjo inundaciones destructoras. Ello significó la desaparición de la antigua capilla Berwin construida en 1881 en adobe, en la actual ciudad de Rawson.

Según de Paula, en 1875, la colonia contaba con 92 "ranchos" construidos con barro crudo o con adobes secados al sol[15].

Los relevamientos realizados por Williams aportan datos que han contribuido al planteo de un registro preliminar de aspectos tecnológicos y constructivoss que requieren, sin embargo, de un relevamiento exhaustivo. De todos modos, y con la provisoriedad mencionada, sintetizamos algunos aspectos técnicos:

Materiales y mezclas:

- Empleo de tierra blanca arcillosa, tierra negra, arena y pajilla con agregados de sangre de caballo. La mezcla se hacía en un "pisadero" de 8 a 10 m de diámetro utilizando 2 ó 3 caballos que giraban en uno y otro sentido. Cuando la mezcla comenzaba a tomar consistencia se agregaba la "pajilla"[16].

Medidas: la condición de trabajo artesanal es quizás la causa de que resulte dificultoso consignar medidas estándar debido a que es frecuente encontrar una gran variedad dimensional. Aun así, trataremos de acotar el tema:

- Para formar los adobes se usaban moldes de madera y, según testimonios orales, los moldes para ladrillos más grandes (del orden de 30 x 50 cm) se subdividían para facilitar la fabricación de adobes pequeños. Los adobes más grandes miden entre 20 a 30 cm de ancho por 40 a 50 cm de largo y se podía construir con una sola hilada de bloques. Los espesores varían entre 35 y 40 cm[17].

Recubrimientos de protección:

- Chapa metálica en las fachadas orientadas al oeste como protección de paredes frente a la erosión eólica[18].

3.2. Colonos alemanes del Volga

Inmigrantes ruso-alemanes, también conocidos como alemanes del Volga, figuran entre uno de los contingentes que poblaron el Chaco argentino, parte de la provincia de Córdoba y el

sur de la provincia de Buenos Aires, en la franja patagónica ubicada entre los ríos Colorado y Negro. En la Patagonia se asentaron en las colonias Stroeder y Cagliero ocupando una extensa zona rural. El promotor fue Hugo Stroeder y se repartieron chacras de 125 ha cada una; en 1914 llegaron 40 familias y en 1926, 500 más[19].
Construyeron sencillas casas de adobe con techo a dos aguas y cubierta de chapa galvanizada ondulada, a veces, con galería al este. La vivienda tipo consistía en 5 habitaciones alineadas vinculadas internamente entre sí y cada una con puerta al exterior. En este caso, la cocina, a diferencia de las anteriores viviendas colónicas, se ubicaba al centro[20]. Para mejorar la aislación del techo lo cubrían con paja vizcachera y barro.
A pesar de tratarse de familias numerosas –de 10 y hasta 15 hijos- sus viviendas se destacaban por la pulcritud. Para mejorar el aspecto de los pisos de tierra dándoles dureza y brillo aplicaban una mezcla de leche y excremento de vaca y para limpiarlos los regaban con agua y sal mientras que las paredes estaban pintadas con una mezcla de leche y cal. Ante la carencia de cocinas de hierro, erigieron pilares de adobe hasta altura de mesada sobre los que colocaban una plancha de chapa utilizando leña como combustible. Un mayor registro pluviométrico en el clima de la zona facilitó el empleo de aljibes como recurso para almacenar el agua de lluvia.

3.3. Isla Pavón, río Santa Cruz
También de adobe fueron las construcciones que, a partir de 1859, realizara Luis Piedrabuena en el asentamiento comercial de la isla Pavón, sobre el río Santa Cruz, donde llegó a consolidar un pequeño poblado habitado por indígenas y dedicado a la cría de ovejas, que luego fue abandonado. En fecha relativamente reciente y como consecuencia del valor histórico y turístico del emplazamiento se efectuó una desacertada intervención de las autoridades locales que reconstruyeron la casa de Piedrabuena en ladrillo cocido y sobre los cimientos originales.

3.4. Puesto de estancia, Calafate
En la zona austral, en Calafate, Santa Cruz, se conserva una pequeña construcción de adobe en avanzado estado de deterioro. Se trata de un antiguo puesto que perteneció a la estancia Anita, de planta rectangular de 3 x 5m con techo a dos aguas de 30° de pendiente con estructura de madera y cubierta de chapa lisa. Las medidas de los adobes son variables, los más regulares miden 27,50 x 17 x 7,50 cm. El piso es de tierra apisonada y el cielorraso posee estructura de madera a la que están clavados arpillera por la parte superior y lienzo en la cara inferior. Originalmente tenía dos puertas como únicas aberturas.

4. Quincha[21]
En el paraje El Foyel existían restos de una antigua escuela sin revestimientos exteriores y en avanzado estado de deterioro próximo al colapso. Esta técnica la hemos encontrado sólo en la zona cordillerana y, por lo general, recubierta con entablonado de madera a modo de protección de las frecuentes lluvias y nevadas. Se trata de obras de factura artesanal erigidas, en su mayoría, con estructura de entramado de caña colihue o rama y relleno de barro.

4.1. Herrería en Bariloche
En 1994 se demolió el único testimonio urbano de esta tipología, construido en tiempos de creación de la Colonia Agrícola Ganadera del Nahuel Huapi que diera origen al pueblo San Carlos, actual ciudad de Bariloche. Con forma de prisma rectangular de 7,50 x 6,30 m y techo a dos aguas recubierto de tablas de ciprés, poseía dos habitaciones y una galería semicerrada orientada al norte. La estructura muraria era de columnas y vigas de madera con entramado de cañas y relleno de barro. Los interiores estaban revestidos con chapa cartón[22].

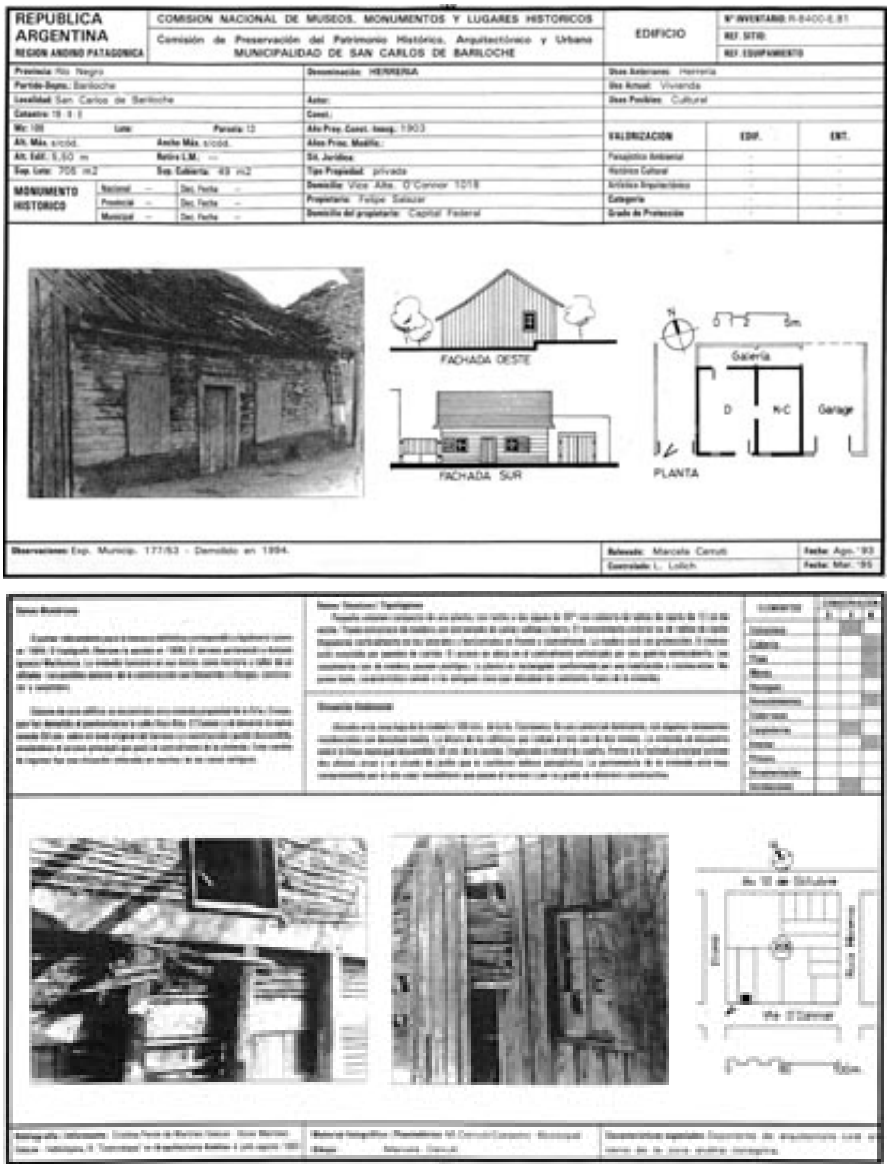


Fig. 3. Fichas de inventario R-8400-E.81 “Herrería” en *Patrimonio Arquitectónico y Urbano de San Carlos de Bariloche.* T. II; 1995.

4.2. Colonos galeses

En las viviendas de quincha del valle del río Chubut, Williams da cuenta de fogones esquineros en ladrillo cocido para el interpretando su uso como una consecuencia del sistema constructivo: “se reemplazaba uno de los postes esquineros por la estructura ladrillera del fogón-chimenea sin afectar así la estabilidad estructural de la construcción.”[23]. El autor consigna que la obra de barro fue realizada por el galés Edward Phillips mientras que el trabajo en madera fue obra del chileno Juan Montesino[24].

La tierra cruda aparece, también, en los registros de construcciones realizadas por los colonos galeses que poblaron el valle del río Chubut a mediados del siglo XIX. Uno de los testimonios más notables lo constituye la histórica escuela de la colonia del Valle 16 de Octubre.

4.3. “Casona de los alemanes” en El Bolsón, Río Negro

Un caso de interés lo constituye una vivienda de quincha existente en El Bolsón, al suroeste de la provincia de Río Negro. Conocida como la “casona de los alemanes” es utilizada por la fundación “Al Agua Todos” que procura su preservación. La denominación popular derivaría del origen de los propietarios ya que en 1975 Ruth Reif de Haug compró esta casa emplazada en un terreno de más de 15 has. Se desconoce la antigüedad de la construcción y los documentos disponibles sólo dan cuenta de la ocupación por parte de la Sra. de Dissinger a partir de 1950.

Se trata de una vivienda de dos plantas de silueta rectangular de 5,20 x 15,95 m con techo a dos aguas de 37° de pendiente. La fachada principal posee una galería y un balcón cubierto con un quiebre de techos que le dan jerarquía al frente. Dado que este balcón no está alineado con el acceso, que la planta alta es toda de madera -nunca se terminó- y que la cubierta de techos es de chapa de fibrocemento inusual en construcciones antiguas, se presume que la planta alta responde a una ampliación. Hacia el contrafrente posee una media agua adosada de ladrillo con mortero de barro la que, originalmente, tenía techo con cubierta de tejuela de madera.

En coincidencia con las soluciones adoptadas para este tipo de construcciones en zona de cordillera con alto índice de lluvia y nieve, las paredes de quincha poseen un revestimiento exterior de madera en forma de cantonera horizontal hasta la altura de los hastiales los cuales, junto con la planta alta, son íntegramente de madera con revestimiento exterior de cantonera dispuesta en forma vertical. Los interiores de las paredes de quincha están revocados con barro y posee pisos de tablas de madera. Para el entramado de la quincha se usó caña colihue, abundante en la zona.

En fecha reciente se hicieron reparaciones y reformas[25]. En la realización de los trabajos intervino Jorge Belanko[26] conocido por haberse especializado en la construcción con materiales naturales. La intervención consistió en reparar revoques, amurar puertas, rehacer algunos muros, rellenar juntas en paredes exteriores de ladrillo con mortero de barro que el tiempo y los agentes climáticos habían lavado. Según su relato, encontró morteros con poca fibra y pobres de arcilla. Su descripción de las tareas realizadas consigna que para realizar revoques de barro utilizó arcilla de la zona disuelta en agua y amasada en una mezcladora pequeña, agregó arena, parte de los revoques demolidos y paja de rastrojo de avena.

El tiempo de secado varió según los espesores, humedad ambiente y ventilación. Revoques de 3 a 4 cm demoraron entre 4 y 15 días según la ubicación en que se encontraban, teniendo en cuenta que se trabajó en un edificio sin calefacción y que permanecía cerrado la mayor parte del tiempo.

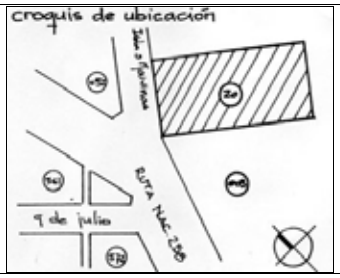
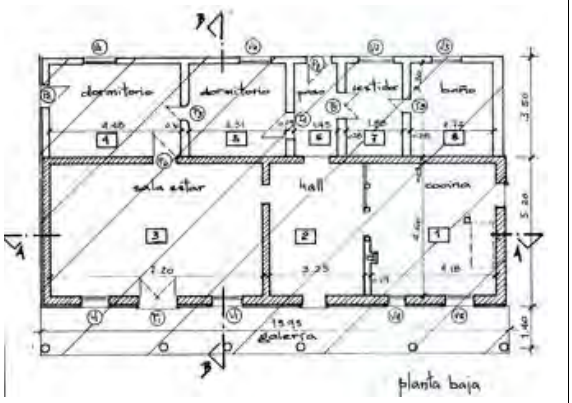
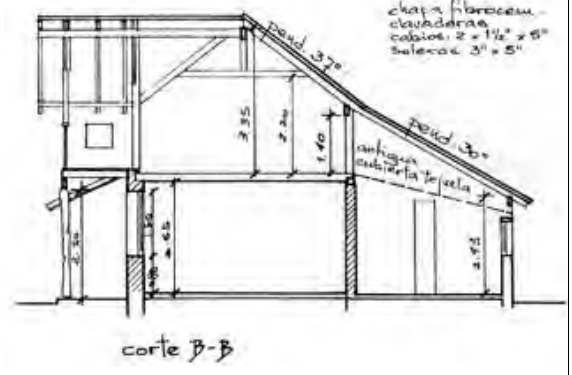
PATAGONIA Arquitectura en tierra	Zona: cordillera El Bolsón, Río Negro
Denominación: **CASONA DE LOS ALEMANES** Técnica: quincha Año construcción: anterior 1950	
 	
Planos: Patricia Studdert Ficha: Liliana Lolich	Fotos: Diego Czerniawski

Fig. 4. Ficha preliminar “casona alemanes”

5. Tapia

Al parecer, esta técnica no estuvo muy difundida en la Patagonia. Sólo hemos encontrado referencias del uso de tapias pero sin especificaciones técnicas que nos permitan asegurar que se trata de lo que hoy conocemos como tal, en las descripciones de fortificaciones. Entre ellas, en las islas Malvinas aparece especialmente mencionada como parte de las murallas defensivas en Puerto Soledad donde se habla de “muros de tierra con terraplén” y en el fuerte Egmont, en puerto de la Cruzada, como muros cortaviento para protección de huertas consignando “que además han levantado los ingleses de trecho en trecho tapias de tierra para su maior defensa”[27].

6. Ladrillo cocido con argamasa y revoque de barro

Las obras erigidas con ladrillo cocido representan, también, una técnica difundida en todas las regiones y posiblemente por influencia de los constructores italianos que tempranamente contrataron las estancias para la construcción de sus edificios. Lo usual era que se fabricaran en el lugar con los materiales de la zona y construyendo hornos provisorios para su horneado. Los casos más antiguos muestran el uso de mortero y revoques de barro como consecuencia de las dificultades para obtener cemento por su alto costo, los problemas de trasporte y los cuidados requeridos para su conservación. Por ello hemos creído conveniente incluir estos casos que comparten la categoría de arquitectura ladrillera con la de arquitectura en tierra. En estas obras es más notable la influencia de las academias en la formación de los autores lo cual nos permite arriesgar algunas interpretaciones estilísticas, lo que las aleja de la categoría vernacular que presenta el resto de los casos expuestos aquí.

6.1. Capilla Bethel en Trevelin, Chubut

La arquitectura galesa del valle del río Chubut construida inicialmente con piedra y/o barro fue siendo desplazada, hacia fines del siglo XIX y principios del XX, por obras erigidas con ladrillo cocido en las que se empleó barro para los morteros y revoques. Entre ellas, las más significativas, son las capillas protestantes. El valor que adquirieron trasciende lo meramente religioso puesto que funcionaban, también, como centros sociales y, fundamentalmente, como escuelas, siguiendo la tradición de alfabetizar con la Biblia y en comunidad. Para ello, la distancia entre una y otra no debía superar los 10 Km., con lo cual contribuyeron a estructurar el espacio rural donde se erigían. Las construyeron en los valles cercanos al océano Atlántico y en las más lejanas tierras de los valles fértiles de la zona cordillerana –colonia 16 de Octubre-. A fines del siglo XX funcionaban 34 capillas conformando un verdadero sistema de manejo territorial.

En el diseño de estas capillas, compuestas de volúmenes simples de perímetro libre y con techo a dos aguas, se destaca la influencia del estilo clásico manierista propio del neomedievalismo británico, como así también, en otros casos, del estilo neogótico, muy difundidos en la corriente del romanticismo decimonónico. En los emplazamientos originarios predominó la tendencia pintoresquista del organicismo muy difundida en la arquitectura vernácula del norte europeo, especialmente en la campiña británica. Con criterio paisajista, la elección de los emplazamientos prefirió lugares altos –fácilmente visibles a distancia- rodeados de amplias áreas verdes. Junto a la capilla se ubicaba, también, la vivienda del pastor y su familia.

La tipología arquitectónica se caracteriza por presentar una única nave central con un estrado o *pulpud* –púlpito donde se ubica el pastor- detrás de la cual está el *vestry* –dependencia para el culto-. Los muros exteriores de las capillas se hicieron de ladrillo cocido fabricado in situ, erigidos en aparejo inglés antiguo compuesto por una hilada inicial de ladrillo a tizón seguida de tres a soga, con mortero de barro y junta encalada de 1 a 2 cm. de espesor. El espesor de muros es de 50 cm y los ladrillos miden 23 x 10 x 6 cm. El techo es de estructura de madera de “par y nudillo” de 3” x 6” colocada cada 1,85 m y alfajías de 3” x 3” cada 1,30 m. La cubierta es de chapa ondulada de zinc, marca SS Drigañf Orpm C° Ltd. MU-BRANI HEETS de 87 x 10,3 x 24 cm y con ideografía que muestra una paloma en reposo. El techo no posee alero y tiene dos aguas con fuertes pendientes del orden del 69%.

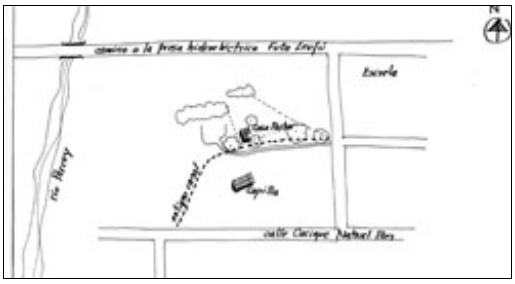
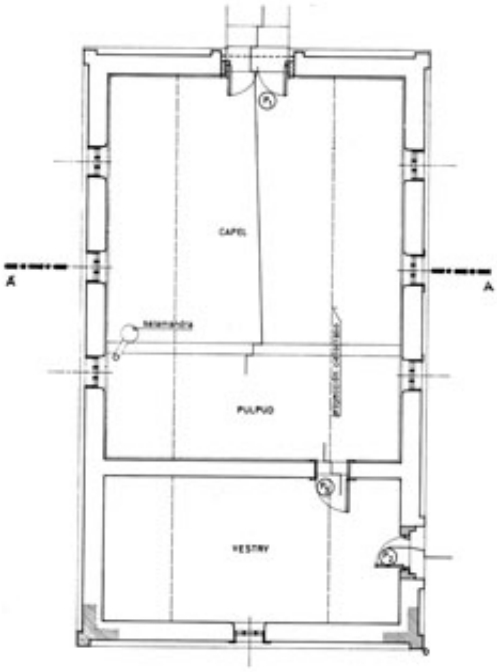
PATAGONIA Arquitectura en tierra cocida	Zona: cordillera Trevelin, Chubut
Denominación: **CAPILLA BETHEL** Técnica: ladrillo con mortero de barro Año construcción: 1910	
	 
Plano: L. Lolich; 1992	Foto histórica: Arch. Museo Trevelin
Ficha: L. Lolich	

Fig. 5. Ficha preliminar “capilla Bethel”

6.2. Colegio San Miguel, Stefenelli, Río Negro

Como mencionamos antes, la primera localización del pueblo General Roca –conocida como “Pueblo Viejo”- sufrió una devastadora inundación, en el año 1899, que motivó su traslado a la actual localización. La misión, ubicada en el valle del río Negro, estaba integrada por tres edificios: uno para el colegio e internado; otro para las Hermanas de

María Auxiliadora y el templo parroquial. Todas las obras estuvieron terminadas en 1891 pero, salvo el Colegio San Miguel, las restantes no soportaron los embates de la inundación y colapsaron.
En la construcción del colegio, el padre Stefenelli había empleado ladrillos cocidos mientras que el resto de los edificios habían sido construidos con adobe. Hoy es testimonio del origen de una de las primeras fundaciones urbanas modernas, dando lugar a un importante desarrollo agropecuario. En su honor, el pueblo recibió su nombre: "Stefenelli", y toda la zona, conocida como Alto Valle del río Negro y Neuquén, constituye hoy, el oasis agrícola más importante de la Patagonia[28].
El origen del asentamiento guarda relación con la campaña militar que dio lugar, en 1879, al establecimiento de un fortín en el paraje "Fisque Menuco". Dos años más tarde el Coronel Vintter creaba, en este paraje, el pueblo "Gral. Roca" y, en 1883, se establecía la fundación de la "Colonia Roca" como primer asentamiento agrícolo-militar, con centro en el fortín[29].
Originalmente, el Colegio San Miguel tenía una sola planta en forma de "E" abierta al sur y que, tipológicamente, podríamos encuadrarla en el esquema de escuela "tipo palacio". De esta manera se conformaban dos patios que permitían sectorizar los usos alrededor de cada uno de ellos: patio este para las Hermanas y patio oeste para Escuela Agrícola y Escuela Primaria. La estilística neorrenacentista o "italianizante" está dada por la simetría compositiva, altura y proporción de aberturas, el empleo de zócalo, pilastras y cornisamientos, entre otros elementos identificatorios. En la composición plástica contrasta la horizontalidad marcada por las cornisas, dinteles y antepechos, con el ritmo modular marcado por las pilastras y el estructural de la crujía. Presenta techo a media agua con pendiente, hacia el patio interior.
Aparentemente, el perímetro de los patios poseía galería cubierta a modo de claustro. La fachada norte, de marcada simetría y 100 metros de largo, estaba compuesta por 5 paños de muro definidos por las pilastras e importantes ochavas en las esquinas. Fue construido con mampostería de ladrillo cerámico cocido, fabricado *in situ*, con mortero de barro y revoques interiores a la cal. La cubierta de techos tiene estructura de madera, ladrillos y encima una cubierta de chapa de hierro corrugado. El techo de la galería tiene sólo la cubierta de chapa y columnas de hierro. Las carpinterías son de madera, con hojas de abrir, y aparecen reseñadas por el autor del edificio: "Las puertas y ventanas las encargué a nuestra Escuela de Almagro en Buenos Aires. Eran de algarrobo y cedro..."[30].

6.3. Estancia San Pablo
El coronel Pablo Belisle se habría instalado en el valle del río Negro con posterioridad al inicio de la Campaña al Desierto. Durante la misma, ejerció la representación militar de mayor rango en la región: fue Jefe la Primera Brigada, 2da. División del Ejército con asiento en Ñorquín, Neuquén. En 1884 el cacique Namuncurá se rindió ante el Regimiento asentado en el Fortín de los Andes, que estaba bajo el mando de Belisle.
Según Fulvi, el coronel Belisle pretendió beneficiarse con la Ley 1532 del año 1884, de Derechos Posesorios. Como no pudo justificar la indispensable antigüedad de la ocupación requerida por la ley, su solicitud fue denegada por el propio Gral. Roca. No obstante ello, logró la obtención de la propiedad. En sus informes al Gobierno Nacional, Benavídez puso en evidencia la actitud de militares que habían desalojado a los primitivos pobladores. Como jefe militar del área, el coronel Belisle había establecido "comodatarios suyos" en tierras fiscales de la isla Choele Choel[31].
Durante la inundación de 1899, el coronel se refugió en la planta alta de la vivienda principal del casco de su estancia y en botes le acercaban las provisiones. Los peones se refugiaron en los "terraplenes que formaban las noreas" (sic).
La casa principal presenta arquitectura de influencia neorrenacentista con torre mirador y remate almenado. Esta terminación superior de muros ha motivado que se la denominara "Fortín" aun cuando no cumplió esa función. La construcción se finalizó en 1888. La casa está aledaña a la laguna "del Cura", llamada también "del Padre Muerto", y rodeada de un parque notable con especies exóticas tales como encinas, robles, olivos y un llamativo

alcornoque. Según Fulvi la casa tenía cerco de hierro y "las seculares paredes destilan todavía alguna leyenda sombría."[32].
La casa responde a la tipología de "casa a patio" presentando una sucesión de 3 patios, en el tercero están las caballerizas. Fue construida con ladrillo cerámico común cocido, fabricado posiblemente en el lugar, y con mortero de barro. Las cubiertas de techo son de chapa de zinc ondulada, los pisos interiores son de pinotea y las paredes que dan al patio interno presentaban pintura mural cubierta, posteriormente, con capas de pintura superpuesta. Las saltaduras en algunos sectores permiten distinguir la pintura original.

La casa posee cinco habitaciones importantes, cocina, sala, comedor y dos baños, desarrolladas en una planta. Las carpinterías son de madera con hojas de abrir y puertas con celosías. Al frente y sobre el ángulo sudeste se levanta una torre de dos pisos con balcón a la que se asciende mediante una estrecha escalera tipo caracol de madera.
Algunos historiadores sostienen que aun después de finalizada la Campaña esta arquitectura tenía razón de ser debido a los ataques de grupos indígenas que quedaron aislados. No obstante ello, resulta contradictoria la plantación del parque realizada por el propio Belisle cuya arboleda impide la visualización a distancia.
Aledaña a la vivienda y hacia el sur se encuentra otra construcción la cual, según los lugareños funcionaba como cárcel aunque su tipología responde más bien a un edificio administrativo. Tiene una planta en "U" abierta hacia la laguna, con acceso central. También, y según los lugareños, existiría un subsuelo -hoy tapado- que funcionaba como cárcel de aislamiento.
En la Argentina, las estancias están consideradas como avanzadas civilizadoras que tienen sus orígenes en los primeros tiempos de la Colonia. De allí que las más antiguas presentaran el aspecto de fortificaciones con atalayas o mangrullos no sólo por la necesidad de controlar el campo sino también como defensa ante los ataques indígenas[33]. Este caso es el más representativo de esta tendencia que hemos encontrado en la Patagonia.

Estructura y cubierta de techos
Descripciones de las capillas galesas en Chubut mencionan el uso de sauce, jarilla, cortadera y barro para los techos. Williams[34] consigna el uso de techos de barro –suponemos que se refiere a la técnica conocida como “torta de barro”- junto con paja o juncos. Su utilización ha sido registrada tanto en construcciones de adobe, como de piedra y ladrillo cocido. El autor marca una evolución del sistema constructivo que consistió en:
- Un armazón de ramas o postes sobre el cual se colocaba paja o juncos, por encima se disponía el barro.
- Un entablonado por encima de una estructura de tirantes de madera aserrada y sobre la cual se disponía la paja y la correspondiente capa de barro.
- Chapa metálica como cubierta bajo la cual se disponía una capa de barro y paja de 3 cm de espesor a modo de aislación térmica.

Es usual encontrar cielorrasos de arpillera o bien la cara interior del techo a la vista.

Otros usos de la tierra
Hemos registrado el empleo del barro como material de relleno de juntas en las construcciones de tronco del tipo *blok haus*. También, como material aislante térmico en estructuras de entretecho tal el caso de la casa principal de la estancia Pilcan Ñeu, Río Negro, o como relleno de tabiques de madera en los puestos de la estancia María Behety, en Río Grande, Tierra del Fuego.

Registro preliminar
A los efectos de sistematizar la información disponible se encuentra en ejecución una grilla síntesis con los datos que consideramos más significativos para la elaboración de conclusiones. Del mismo modo, se están confeccionando fichas individualizadas, con los datos identificatorios de cada bien, destinadas a conformar un pre inventario del patrimonio existente como exponentes de la arquitectura construida con tierra en la Patagonia.

La grilla consigna, hasta el momento, 11 casos registrados con datos recogidos de la bibliografía consultada y de relevamientos propios. La selección se ha realizado en función de la disponibilidad de la información requerida. La reducida cantidad de casos da cuenta de la escasa relevancia asignada históricamente a esta arquitectura.
Los avances del proyecto PIP 5285/05 "Patrimonio arquitectónico, urbano y rural de la Patagonia" que se encuentra en elaboración bajo la dirección de la autora nos permitirá profundizar la temática, precisar los datos y ampliar los registros.

	Año	Denominación	Ubicación	Zona	Tipo constructivo
1	c. 1770	Iglesia Nuestra Señora de la Soledad	Puerto Soledad, islas Malvinas	Litoral	Tepe (reconstruida en piedra en 1801)
2	1798	Vivienda del alarife Andrés Araque	La Cantera, Carmen de Patagones	Litoral	Cueva excavada
3	1859	Vivienda Luis Piedrabuena	Isla Pavón, río Santa Cruz	Litoral	Adobe (por destrucción, se reconstruyó en ladrillo)
4	1888	Estancia San Pablo	Belisle, Río Negro	Valle	Ladrillo con mortero y revoques de barro
5	1891	Colegio San Miguel	Stefenelli, Río Negro	Valle	Ladrillo con mortero y revoques de barro
6	1903	Herrería y taller de afilado	San Carlos de la Colonia Agrícola Ganadera del Nahuel Huapi (actual San Carlos de Bariloche)	Cordillera	Quincha
7	1910	Capilla Bethel	Trevelin, Chubut	Cordillera	Ladrillo con mortero y revoques de barro
8	1914	Viviendas para colonos	Stroeder, sur de la provincia de Buenos Aires	Valle	Adobe
9	1915	Vivienda Gwilyn Jones	Río Corintos, colonia galesa "Valle 16 de octubre", Chubut.	Cordillera	Quincha
10	Antes 1920	Puesto estancia Anita	Calafate, Santa Cruz	Cordillera	Adobe
11	Antes 1950	Dissinger	El Bolsón, Río Negro	Cordillera	Quincha con revestimiento exterior de madera

Conclusiones provisorias
El conocimiento del territorio y de casos sobre los que no hay información nos permiten adelantar que la quincha caracteriza la arquitectura de tierra en la zona cordillerana, muy especialmente, en la Patagonia norte en coincidencia con el clima húmedo de bosques y lagos. Algunos de estos edificios se han conservado merced al uso de madera como revestimiento de protección ante las agresiones del viento, lluvia y nieve. El adobe, en cambio, es más frecuente en los valles y en el litoral esteparios. El tepe y la tapia aparecen más como curiosidad tipológica que como técnicas de amplia difusión. Pese a que la clásica obra *Tipos predominantes de arquitectura natural en la Argentina* consigna el enchorizado como característico de la arquitectura rural en la Patagonia norte no hemos registrado, hasta el momento, construcciones en las que se haya empleado esa técnica[35].
Las construcciones en ladrillo cocido con argamasa de barro aparecen, hasta el momento, empleadas en edificios de tipologías diversas y de mayor jerarquía y duración, como respuesta a la fragilidad de la tierra frente a la destrucción del agua.

Arquitectura en peligro

Pese a que existe un acuerdo tácito e indiscutido sobre sus valores, la arquitectura de tierra forma parte de un patrimonio frágil, cada vez más vulnerable frente al auge de la globalización social y económica. A la arquitectura en tierra debemos sumarle, además, la vulnerabilidad natural del material, el desconocimiento de su manejo y la debilidad de las políticas de protección patrimonial. Resultan esperanzadoras las iniciativas de rescate de estas técnicas en procura de la calidad de vida y salubridad que brindan.

Citas y notas

[1] Vernáculo, la. (Del lat. *vernacŭlus*.) adj. Doméstico, nativo, de nuestra casa o país. (*Diccionario de la Lengua Española*. T. II. 21ª. Ed. Madrid: Real Academia Española; 1992.). Med. s. XIX. Tom. del lat. *vernacŭlus* 'indígena', 'nacional', deriv. de *verna* 'esclavo nacido en casa de su dueño', 'nacido en el país, indígena'. (COROMINAS, Joan. *Breve diccionario etimológico de la lengua castellana*. 3ª. Ed. Madrid: Gredos; 1997.). Arquitectura vernácula. Estilo de arquitectura que ejemplifica las técnicas de edificación más corrientes basadas en las formas y materiales de un período, región o grupo humano concretos. (CHING, Francis D. K. *Diccionario visual de arquitectura*. México: Gustavo Gili; 1997. P. 160).

[2] BELLUCCI, Alberto Guillermo. "La arquitectura vernácula entre la inocencia y el pintoresquismo" en *Summarios* 65-66. Buenos Aires: Summa; junio 1983. P. 4.

[3] Citado en PAULA, Alberto de. "Arquitectura en el litoral patagónico" en *Documentos de Arquitectura Nacional DAN* 4. Resistencia: Dpto. de Historia de la Arquitectura, Universidad Nacional del Nordeste; 1976. P. 41.

[4] Aquí corresponde señalar como excepción el extremo noreste, entre los ríos Colorado y Negro, donde la influencia del los vientos patagónicos se reduce, incrementándose la incidencia de los vientos húmedos del Atlántico. Ello otorga al paisaje una fisonomía similar a la del resto de la pampa bonaerense, más apta para los cultivos agrícolas.

[5] ANGULO IÑIGUEZ, Diego. Estudio de los planos y de su documentación. Tomo II. Madrid; 1939. P. 553. Cit. en PAULA, Alberto de. "Arquitectura y planeamiento en las Malvinas 1764-1844" en *Documentos de Arquitectura Nacional DAN* 1. Resistencia: Dpto. de Historia de la Arquitectura, Universidad Nacional del Nordeste; 1973. P. 95.

[6] PAULA, Alberto de. "Arquitectura en el litoral patagónico" en *Documentos de Arquitectura Nacional DAN* 4. Resistencia: Dpto. de Historia de la Arquitectura, Universidad Nacional del Nordeste; 1976. P. 48.

[7] PAULA, Alberto de. *Las Nuevas Poblaciones en Andalucía, California y El Río de la Plata (1767-1810)*. Buenos Aires: Instituto Americano de Investigaciones Estéticas FAU-UBA; 2000. P. 193 y 197.

[8] INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA VIVIENDA, FAU-UBA. *Tipos predominantes de vivienda natural en la República Argentina*. Buenos Aires: EUDEBA; 1972.

[9] PAULA. "Arquitectura y planeamiento en las Malvinas…". Op. Cit. P. 93. El autor se basa en documentos del Archivo General de la Nación identificados como "AGN IX-17-1-1, Islas Malvinas, varios, 1799/1802".

[10] PAULA. "Arquitectura y planeamiento en las Malvinas…". Op. Cit. P. 94.

[11] "AGN IX-17-1-1, Islas Malvinas, varios, 1799/1802". Cit. en PAULA. "Arquitectura y planeamiento en las Malvinas…". Op. Cit. P. 96.

[12] Cfr. ver LOLICH, Liliana. *Patagonia. Arquitectura de estancias*. Buenos Aires: CEDODAL; 2003.

[13] Los esfuerzos españoles por dominar la Patagonia son contemporáneos a los realizados en el litoral rioplatense debido al intento de creación de la colonia Nueva León, en Chubut, en 1535.

[14] Reporte del barco inglés Cracker citado en WILLIAMS, Fernando. "Las viviendas rurales de la colonia galesa del Chubut. Primeras conclusiones de un relevamiento" en *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas 'Mario Buschiazzo'* 33-34. Buenos Aires: FAU-UBA; 1998-1999. P. 107. El autor identifica estas técnicas con el "chorizo" y la equipara a la conocida como "pared francesa" que, no obstante, corresponde a la "quincha". El barro y ripio lo relaciona, en cambio, con la "tapia".

[15] PAULA, Alberto de. "Las colonias galesas del Chubut y su arquitectura" en *Sumarios* 65/66. Buenos Aires: Summa. P. 16.

[16] WILLIAMS. Op. Cit. P. 109.

[17] Ibidem.

[18] WILLIAMS. Op. Cit. P. 110.

[19] Cfr. LOLICH, Liliana. "Stroeder" en GUTIÉRREZ, Ramón (Dir.). *Hábitat e inmigración. Nordeste y Patagonia*. Buenos Aires: CEDODAL e Instituto de Investigaciones Neohistóricas CONICET; 1998. P. 131-146.

[20] Es probable que la vivienda se asemejara a la ilustrada por PEINEMANN, Norman. *Notas sobre la colonización Alemana Monte La Plata*. Bahía Blanca: Trascender; 1997. P. 30.

[21] En la zona se la conoce bajo la denominación popular de "pared francesa".

[22] Ficha de inventario R-8400-E.81 en LOLICH, Liliana (Dir.). *Patrimonio Arquitectónico y Urbano de San Carlos de Bariloche*. T. II. Bariloche: Municipalidad de San Carlos de Bariloche; 1995. P. 120 y 121.

[23] WILLIAMS. Op. Cit. P. 115.

[24] Ibidem.

[25] Las tareas se realizaron entre noviembre del 2005 y mayo del 2006.

[26] Albañil y constructor. Aprendió a construir con tierra y a fabricar hornos de barro con su padre que era albañil. Ello le despertó la inquietud por continuar con el uso de la tierra como material de construcción de edificios por ser económico, sano y natural. Tras estudiar construcciones se radicó en El Bolsón a los 17 años donde encontró un ambiente propicio al desarrollo de una arquitectura natural, bioclimática, con utilización de energías renovables. Su vocación se consolidó al visitar centros de investigación y desarrollo de energías sustentable en Chile tras lo cual comenzó a dictar "talleres de construcción natural" en distintas localidades de la zona.
[27] AGN IX-17-1-1, Islas Malvinas, varios, 1769/1770. Cit. en PAULA. "Arquitectura y planeamiento en las Malvinas…". Op. Cit. P. 94.
[28] Boggio considera a Stefenelli "un verdadero pionero en materia de agricultura" por haber sido el primero en regar con bomba y motor. En Torino había estudiado con Don Bosco especializándose en agronomía y climatología y llegó a la Argentina cuando tenía 20 años. En Patagones construyó un observatorio meteorológico "que fue el primero permanente y técnicamente organizado en la Patagonia". Se ordenó sacerdote en 1889, siendo de los primeros consagrados en la Patagonia. BOGGIO, Lucio. "Aquí vivimos" en revista *Río Negro*. Gral. Roca; junio 2001.
[29] De ahí en más, los nombres de militares y religiosos se trasformarían en toponímicos que pasaron a reemplazar gran parte de las denominaciones con las cuales los indígenas identificaban su territorio.
[30] BELLI, Jaime. Pbro. *El Padre A.Stefenelli y la agricultura y el riego en el Alto Valle de Río Negro*. Documentario Patagónico 5. Bahía Blanca: Archivo Histórico Salesiano de la Patagonia Norte; 1995. P. 44. El texto reproduce la descripción del padre Stefenelli.
[31] FULVI, Nilo Juan. "La Isla de Choele Choel. Una historia con altibajos" en *Río Negro pasado y presente*. S/l: Chrismas; 1980. P. 82.
[32] FULVI. Op. Cit. P. 170.
[33] "Las estancias se iniciaron en la vida rural del país, como avanzadas civilizadoras, semejantes a reductos fortificados." (Diccionario enciclopédico. Madrid: Espasa-Calpe S.A.; 1981.P. 2234)
[34] WILLIAMS. Op. Cit. P. 109.
[35] INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA VIVIENDA. Op. Cit. P. 52.

Bibliografía

BELLI, Jaime. Pbro. *El Padre A.Stefenelli y la agricultura y el riego en el Alto Valle de Río Negro*. Documentario Patagónico 5. Bahía Blanca: Archivo Histórico Salesiano de la Patagonia Norte; 1995.
BELLUCCI, Alberto Guillermo. "La arquitectura vernácula entre la inocencia y el pintoresquismo" en *Summarios* 65-66. Buenos Aires: Summa; junio 1983. P. 4-10.
BOGGIO, Lucio. "Aquí vivimos" en revista *Río Negro*. Gral. Roca; junio 2001.
Carta del Patrimonio Vernáculo Construido. ICOMOS;1999.
CHING, Francis D. K. *Diccionario visual de arquitectura*. México: Gustavo Gili; 1997.
FULVI, Nilo Juan. "La Isla de Choele Choel. Una historia con altibajos" en *Río Negro pasado y presente*. S/l: Chrismas; 1980.
GUTIÉRREZ, Ramón (Dir.). *Hábitat e inmigración. Nordeste y Patagonia*. Buenos Aires: CEDODAL e Instituto de Investigaciones Neohistóricas CONICET; 1998.
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA VIVIENDA, FAU-UBA. *Tipos predominantes de vivienda natural en la República Argentina*. Buenos Aires: EUDEBA; 1972.
LOLICH, Liliana. *Patagonia. Arquitectura de estancias*. Buenos Aires: CEDODAL; 2003.
LOLICH, Liliana (Dir.). *Patrimonio Arquitectónico y Urbano de San Carlos de Bariloche*. T. II. Bariloche: Municipalidad de San Carlos de Bariloche; 1995.
PAULA, Alberto de. "Arquitectura en el litoral patagónico" en *Documentos de Arquitectura Nacional DAN* 4. Resistencia: Dpto. de Historia de la Arquitectura, Universidad Nacional del Nordeste; 1976. P. 41-53.
PAULA, Alberto de. "Arquitectura y planeamiento en las Malvinas 1764-1844" en *Documentos de Arquitectura Nacional DAN* 1. Resistencia: Dpto. de Historia de la Arquitectura, Universidad Nacional del Nordeste; 1973. P. 91-103.
PAULA, Alberto de. "Las colonias galesas del Chubut y su arquitectura" en *Sumarios* 65/66. Buenos Aires: Summa. P. 16-21.
PAULA, Alberto de. *Las Nuevas Poblaciones en Andalucía, California y El Río de la Plata (1767-1810)*. Buenos Aires: Instituto Americano de Investigaciones Estéticas FAU-UBA; 2000.
PEINEMANN, Norman. *Notas sobre la colonización Alemana Monte La Plata*. Bahía Blanca: Trascender; 1997.
VIÑUALES, Graciela (Coor.). *Arquitecturas de Tierra en Iberoamérica*. Buenos Aires: Habiterra;1994.
VIÑUALES, Graciela. *Restauración de arquitectura de tierra*. S/l: Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de la Arquitectura y del Urbanismo; s/f.
WILLIAMS, Fernando. "Las viviendas rurales de la colonia galesa del Chubut. Primeras conclusiones de un relevamiento" en *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas 'Mario Buschiazzo'* 33-34. Buenos Aires: FAU-UBA; 1998-1999. P. 93-116.

Liliana Lolich

Arquitecta, UMza. (1977); Magister en Historia de la Arquitectura y del Urbanismo en América Latina, UNT (2002); Doctora en Historia del Arte y de la Arquitectura en Iberoamérica, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (2005).
Investigadora adjunto CONICET. Sub delegada y asesora honoraria de la Comisión Nacional de Museos y de Monumentos y Lugares Históricos.
Miembro activo ICOMOS Internacional. Miembro CEDODAL. Miembro TICCIH.

Entre sus publicaciones se destaca:

Patagonia. Arquitectura rural en madera;
Patagonia. Arquitectura de estancias;
capítulos varios en *Hábitat e Inmigración. Nordeste y Patagonia;*
"Northwest Patagonia rain forest" en *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*. Oxford, UK: *Cambridge University Press;* dic. 1997.

5.13

TAUSA Y SUTATAUSA
PÉRDIDA Y PERMANENCIA DE DOS TEMPLOS DOCTRINEROS EN COLOMBIA

Cecilia López Pérez
Pontificia Universidad Javeriana- Bogotá, lopez.c@javeriana.edu.co

Palabras clave: arquitectura patrimonial - construcciones en tierra - templos doctrineros

Resumen
Durante el proceso de conquista en Colombia, se fundaron nuevas poblaciones en los territorios recién ocupados. Mientras el español tomaba posesión de las tierras los religiosos se encargaban de la instrucción de los indígenas en la nueva fe. Para ello se hacia necesario la creación de espacios arquitectónicos y urbanísticos que permitieran el proceso evangelizador, de tal manera que se contó con una tipología que ha sido denominada de "Templo doctrinero". Esta correspondía a un esquema de contrato con el que se construía y establecía el ancho, alto, clase de cubierta y acabados de puertas y ventanas.

De este tipo de edificaciones, y de acuerdo a la investigación adelantada por el grupo GRIME (1) *"Rehabilitación de Arquitectura en tierra en edificaciones de interés patrimonial para el área Andina"* de la Universidad Javeriana en el año 2004, se determinó que existían alrededor de 139 iglesias construidas con este esquema en la zona andina colombiana.

Dos de estas iglesias son la de Tausa y Sutatausa. Sutatausa es un poblado, localizado a 88 kms de Bogotá, que tiene un conjunto doctrinero cuyas construcciones datan del siglo XVI y XVII y Tausa es un pueblo pequeño, cercano a Sutatausa, ubicado a 80 Kms de Bogotá, el cual posee un templo doctrinero localizado dentro del conjunto urbano viejo que lo convierte en un punto de referencia tanto para el pueblo nuevo como para el antiguo.

Ambos templos fueron construidos en tierra y en periodos cercanos. Sin embargo, el estado de conservación de los dos es muy opuesto. Mientras uno se conserva casi intacto con una alteración pequeña en una de sus capillas posas, el otro se encuentra prácticamente abandonado. Es por esto el interés en profundizar en las causas y razones que han hecho que las dos edificaciones se encuentren en su estado actual.

Desarrollo
Una vez terminada la etapa de conquista por parte de los españoles llegó la colonización, con la cual empezaron a surgir asentamientos permanentes de carácter misional que acogían indígenas para su adoctrinamiento. Estos asentamientos requerían de la ayuda del urbanismo y la arquitectura para la creación de los centros evangelizadores, que llegaron a implantar nuevas normas de vida, espacios y formas. Pero la construcción de estos centros plantearon varios problemas ya que no contaban con alarifes calificados para realizar esta labor. Adicionalmente, los recursos eran limitados y los indígenas preferían los espacios abiertos y las actividades al aire libre.

Estas circunstancias, obligaron a que los doctrineros emplearan para la catequización inicial, las construcciones que ya poseían los indígenas y esperaron algunos años la llegada de alarifes europeos, que les permitieron el desarrollo de centros doctrineros con técnicas más elaboradas que los naturales desconocían como la tapia y el adobe.

Estos centros doctrineros estaban conformados por el templo, el atrio o plaza, las capillas posas y la cruz atrial.

Localización
Sutatausa se encuentra ubicada en el valle de Ubaté a 88 kms de Bogotá, sobre la vía que conduce a Chiquinquirá, Cundinamarca; con una población de 3.757 habitantes y una temperatura promedio de 15º y Tausa posee 5.532 habitantes, una temperatura promedio de 12° y está localizada a 80 Kms de la capital.

Antecedentes históricos
La génesis de las poblaciones de Tausa y Sutatausa se encuentra muy relacionada. Ambas se encuentran localizadas, en un lugar conocido como el "Boquerón de Tausa" o de "Tierra negra" que comunica la sabana de Bogotá y el valle de Ubaté.

Esta zona era estratégica no sólo como lugar de enfrentamiento entre tribus en la época prehispánica por el control del territorio, sino como un lugar de comercio muy activo. Los cronistas mencionan una batalla en este lugar entre las fuerzas invasoras de Nemequene contra el cacique Ebaté o Ubaté y sus aliados los Tausas, Sutas y Susas a quienes venció, luego sometió a los Fúquene y Simijaca.

En cuanto a la actividad comercial allí se intercambiaban productos agrícolas y de caza como el algodón, sal, papa, maíz, quinua, los conejos silvestres y los venados por esmeraldas y carbón mineral de Muzo y Somondoco y oro traído del Magdalena en la zona norte del territorio.(2)

Asimismo, se relata que para 1.500 los indios Suta, Tausa y Simijacá ya se encontraban organizados en encomiendas, y para 1541 se sublevaron por el maltrato que recibían de los encomenderos. Con sus familias se refugiaron en el Peñón cerca a la actual Sutatausa defendiéndose con piedras, flechas y dardos; sin embargo, los españoles dominaron la sublevación con espadas obligándolos a lanzarse al vacío, se calcula que allí murieron alrededor de tres mil aborígenes. Después de este sacrificio masivo quedó poca gente para formar el nuevo poblado.

Por este motivo el 2 de Agosto de 1600 el oidor Luís Henríquez ordenó a los caciques de Tausa, Suta, Cucunuba y Bobotá se reunieran en un solo pueblo, pero esta orden no se cumplió pues los nativos volvieron a sus rancheríos. Para evitar que esta situación se repitiera se recurrió a la quema de todas las construcciones y centros de culto una vez los indígenas eran trasladados; de manera que cuando los nativos regresaban no hallaban sus construcciones y eran disuadidos de escapar.

En 1748 se funda Tausa como pueblo de blancos sobre el sitio ocupado por el resguardo indígena de los Tausas y en 1762 se funda Sutatausa como pueblo de blancos de la reunión de vecinos de Suta y algunos de Tausa.

En 1773 los indios de Tausa fueron llevados como esclavos a la vecina población de Nemocón a las minas de sal y expropiados de sus tierras. Sin embargo, en 1781 de acuerdo a las Capitulaciones Comuneras ellos regresaron al pueblo hasta el año en el que son trasladados al pueblo nuevo.
En Mayo de 1926 se facultó al municipio de Tausa para trasladar su cabecera a la zona llamada Aguasal. El traslado se produjo por la aparición de una grieta en la mitad de la plaza, además del agrietamiento de algunas de las edificaciones aledañas a las mismas. Además, se buscó acercar el poblado a la carretera que de Bogotá conduce a Ubaté.

En la actualidad el antiguo poblado presenta un proceso de expansión y repoblamiento después de ser prácticamente abandonado. Las casas ya no son las originales pues fueron destruidas por tres incendios, pero se conservan algunas del marco de la plaza, en tanto que Sutatausa conserva hasta la fecha su localización inicial.

Los Templos Doctrineros

Descripción Arquitectónica

El conjunto doctrinero de Sutatausa consta de un templo ubicado en la esquina nororiental, con un amplio atrio que conforma la plaza rectangular con una capilla posa en cada esquina.

El oidor Tomas López ordena la construcción en 1559 de una iglesia, la cual fue hecha en tapia y bahareque, cubierta de paja con sus correspondientes campanas y ornamentos. Pero el 17 de Julio de 1600, el oidor Luís Henríquez contrata una nueva construcción ya que la anterior era muy pequeña.

Esta nueva edificación consta de una nave central de aproximadamente 31 mts de largo x 8 mts de ancho y una altura de 6 mts, de acuerdo al esquema de contrato y la edificación encontrada. (Véase la figura 1-a)

Las cuatro capillas posas se encuentran en los costados de la plaza con un tamaño promedio de 4,24 x 4,89 mts y una altura de 2,40 mts en la parte mas baja y 3,60 en el punto más alto. (Véase la figura 1-b). El conjunto doctrinero fue declarado monumento nacional mediante el decreto 192 de 1.980



(a) **(b)**

Fig. 1. (a) Fachada de la iglesia de Sutatausa; (b) Capilla Posa

Por otra parte, en Tausa la construcción consta de una nave central que remata en la capilla mayor y dos capillas laterales, la documentación encontrada no es suficiente para asegurar que el templo fue construido y terminado en su totalidad antes del traslado de la cabecera municipal. El edificio es casi simétrico, cada espacio parece ser concebido como un volumen sencillo e independiente, lo que conduce a determinar las diferentes etapas de construcción. Y se corrobora cuando se analizan los materiales que conforman los muros de cada recinto.
El largo es de 32 mts de largo x 6,20 de ancho con una altura 6,40 en la nave central y 3,80 mts en las capillas laterales. (Véase la figura 2)



(a) **(b)**

Fig. 2. (a) y (b) Fachada actual de la iglesia de Tausa

Sistema Constructivo
Para el análisis se tomaron como base las exploraciones encontradas en los archivos de la Dirección de Patrimonio del Ministerio de Cultura de Colombiano. (Véase Fig. 3)

CIMENTACION
En ambas construcciones la cimentación es ciclópea, con una profundidad entre 0,66 hasta 1,50 mts y un ancho promedio de 1,20 mts. Las piedras tienen un tamaño aproximado de 0,25x0,25 y se encuentran pegadas con una mezcla de tierra y cal (argamasa)

SOBRECIMIENTOS
En Tausa se encontraron entremezclados ladrillos y piedra con una altura de 0,40 aproximadamente. Los ladrillos tienen tamaños de 0,36x 0,23 x 0,5; 0,36x 0,17 x0,13 y 0,24x0,18x0,5. En Sutatausa se encontró ladrillo tablón de 0.23x0.15 x 0.5 con una altura de 0.84 mts

En ambos casos no se encontraron evidencias de la aplicación de impermeabilizantes, aunque la literatura y los relatos de cronistas comentan el uso de: brea, betún, aislantes naturales (latex ó resinas) y piedras planas (lajas).

MUROS
En Sutatausa predominan el adobe de 0,40 x 0,20 x 0,10 y la tapia pisada de 1.00 mts de espesor hasta alcanzar un altura promedio de 6 mts.
Los adobes encontrados en Tausa presentan medidas variables entre 0,38-0,43 x 0,18-0,26 x 0,8-0,10 y otros de 0,33x 0,17 x 0,10 con una altura máxima de 6,40 mts. Actualmente, los muros de la nave central y la fachada principal son en piedra y ladrillo, el muro posterior y los cerramientos de las capillas laterales son en adobe y los muros de la Capilla Mayor, la parte baja y los arcos son en ladrillo y la parte superior es en adobe. La espadaña fue reconstruida con ladrillos de diversos tamaños y aparejos.

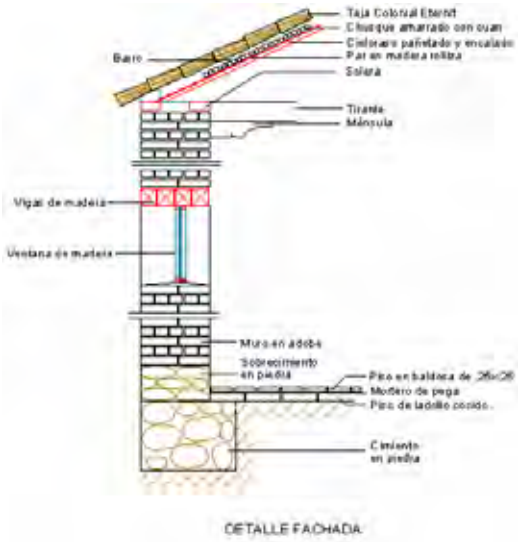


Fig. 3. Sistema constructivo del templo de Tausa y Sutatausa

CUBIERTAS
La cubierta de Sutatausa posee la conformación de las armaduras triangulares originales de par y nudillo, constituyendo una gran artesa en el espacio de la nave central y naves laterales de la iglesia. Esta construida en madera rolliza, sobre la cual se colocó un entramado de chusque y cuan y la teja de barro (Roblones y canales)
En Tausa no existe evidencia de la cubierta original a causa de los incendios y abandono a que fue sometida. Actualmente los habitantes con el apoyo del cura párroco cubrieron la

nave central con una cubierta a dos aguas con tejas de asbesto cemento que no posee ningún valor estético. Los muros de la parte posterior no poseen remate o elemento de protección.

CARPINTERIA
Los vanos de puertas y ventanas se realizaban en ladrillo como un recuadro, el dintel era en madera con un rebase de aproximadamente 0,30 a cada lado. Las ventanas y puertas son construidas en madera.
En Sutatausa en la zona del coro, el presbiterio y la casa cural las barandas son en madera y se encuentran en buen estado.

PISOS
En Tausa se encontraron dos capas de pisos:
1. Tablón de arcilla cocida de 0,25x0,25 x0,04, sobre esta una capa de nivelación en arena de 0,01 cms
2. Una capa de mortero de cemento con baldosín de cemento de 0,20x0,20x0,02 cms.

En Sutatausa se encontraron varias capas de piso:
1. Ladrillo tablón de arcilla cocida de 0,16x 0,35 x0,04
2. Superpuesta sobre la anterior de 0,34x 0,16x 0,04 y sobre ella una capa de recebo
3. Piso en tablón de arcilla cocido de 0,30x0,30x0,03
4. Una capa de arena, piedra y cascajo
5. Baldosín de cemento de 0,20x0,20x0,015 sobre un mortero de pega de cemento y arena.

Disposición espacial
La disposición de las baldosas dentro del espacio varía. Algunas están alineadas con los muros pero en otros casos son oblicuas a las mismas o formando figuras que cubren el 100% del espacio. Como complemento a estos acabados se encontraron guarda escobas y revestimientos en piedra.

PINTURA MURAL
Para contribuir al proceso de adoctrinamiento los religiosos recurrieron a las imágenes y conjuntos decorativos, basados en historias o episodios tomados de los evangelios, ángeles, vírgenes y vidas de santos. Estas pinturas cumplían un fin didáctico y pedagógico al mismo tiempo. Dentro de estas pinturas se encuentran elementos indígenas mezclados en las temáticas decorativas, indicando una clara presencia y participación de los nativos en la nueva fe.

En Sutatausa, en la nave central sobre el lado derecho se encuentra la representación de la cena pascual, la pasión de Jesucristo, el juicio final e imágenes de vírgenes. Cerca al arco toral se encuentra la Cacica de Sutatausa, una representación de una indígena dibujada en actitud de oración con su rosario en la mano y vestimenta nativa. (Véase Fig. 4). Asimismo el intradós del arco toral muestra representaciones de imágenes florales. Por otra parte, las capillas posas también cuentan con este tipo de representaciones religiosas.

El retrato y el vía crucis pertenecen a una primera fase y las vírgenes y los retratos de los caciques donantes y el juicio final a una segunda etapa de pintura mural. Se presume que a partir del siglo XVII fueron cubiertos con cal, pero con la intervención del año 2000 se volvieron a descubrir.



Fig. 4 Pintura Mural. Cacica de Sutatausa

FACHADAS

En Sutatausa las fachadas no presentan alteraciones de importancia, pero en Tausa la fachada principal es nueva construida en piedra y ladrillo. Los contrafuertes en ambas edificaciones se encuentran en buen estado aunque algunos están simplemente apoyados sin tener ningún tipo de unión con el muro.

Intervenciones

Sutatausa ha tenido a través de su historia alrededor de cinco intervenciones en diferentes épocas. Estas intervenciones se han realizado con el ánimo de ampliar los espacios de la estructura original. Cuando se ha intervenido a nivel de zócalo se ha usado cemento lo que ha producido efectos nocivos, especialmente sales que atacan el material arcilloso del adobe o la tapia.

En cuanto a Tausa la forma alargada de la nave central corresponde a la primera etapa de la edificación y sobre este volumen se fueron adicionando los espacios que conforman la construcción. La capilla mayor, las dos capillas laterales y el bautisterio fueron etapas posteriores de desarrollo. Sin embargo es importante resaltar que el templo fue abandonado y permaneció casi cincuenta años en ruinas, esto implica que gran parte del edificio se perdió hasta su reconstrucción en 1981. Esta nueva construcción no hace un gran aporte estético, pero nace como una respuesta a la necesidad de la población.

En el año 2003, la Maestría en Restauración de Monumentos de la Pontificia Universidad Javeriana con sus alumnos de la quinta promoción realizó la rehabilitación de la espadaña del templo, reforzándola y pañetándola, empleando morteros de cal.

PATOLOGIAS

En Sutatausa, una de las causas principales de deterioro del templo era el piso en baldosín de cemento, causando serios daños al actuar como sellante e impidiendo la evaporación normal de la humedad. Adicionalmente, había humedad ascendente en los muros afectando su cohesión, el efecto era incrementado por el zócalo en cemento realizado a mediados del siglo pasado. Estas diferentes capas de pisos fueron retiradas dejando sólo una capa en tablón de arcilla cocida y el retiro del pañete de cemento y reemplazado por uno de cal, con lo cual ha desaparecido esta patología en los muros.

Asimismo, la cubierta presentaba problemas de mantenimiento y humedad, generando un estado avanzado de deterioro, las cabezas de los tirantes se encontraban podridas desestabilizando la estructura. Con la intervención efectuada en el año 2000 estas patologías fueron corregidas.

Las capillas posas presentaban agrietamientos causados por fallas del terreno por lo cual se construyeron muros de contención contra el terreno inclinado para contribuir a la estabilización.

En cuanto a Tausa los muros más deteriorados se encuentran en la zona expuesta a la intemperie en las capillas laterales las cuales amenazan ruina. Existe perdida de pañetes y amplias zonas que al parecer nunca fueron recubiertas y una erosión superficial en todas las zonas desprotegidas.

Asimismo, se presentan problemas de erosión, degradación del material, grietas y fisuras, manchas, crecimiento de lama y plantas, desprendimiento de pañetes y perdida de piezas de mampostería. Las zonas del muro más afectadas son la base y el cabezal siendo la humedad el mayor problema, pues ocasiona perdida de resistencia en el material, y genera otras patologías que afectan el edificio.

Conclusiones

La iglesia de Sutatausa se conserva en buenas condiciones mientras que la de Tausa esta prácticamente en ruinas. El análisis mostró que han sido varias las causas para llegar a este nivel de deterioro. Una esta dada por sus habitantes, otra por la cercanía a la vía principal y la declaratoria como monumento nacional.

En Sutatausa el municipio fue fundado como pueblo de blancos lo cual garantizaba que no existiera traslado constante de sus habitantes como si sucedía con los pueblos de indios. El hecho de que sus pobladores permanecieran allí, permitió que se realizara mantenimiento de la edificación en forma continúa y al estar cerca de la vía con mayor tráfico genero turismo constante y una apropiación mayor por parte de sus habitantes. Con la declaratoria como monumento nacional en 1980, se destinaron recursos para los estudios y trabajos de recuperación del inmueble, que finalizaron en el año 2000.

En cuanto a Tausa, por ser originalmente un asentamiento indígena sus pobladores fueron trasladados en repetidas ocasiones para trabajar en las encomiendas y con el traslado del casco urbano en 1926, con el ánimo de quedar más cerca de la nueva vía la iglesia fue varias veces incendiada y finalmente desmantelada. Durante el tiempo que el templo estuvo abandonado y en ruinas se perdió importante información para reconstruir el edificio; la cubierta, el coro, el arco toral y parte de los muros desaparecieron sin dejar huellas y a pesar de evidencias de 1908, del estado de la cubierta y las construcciones vecinas, no es posible tener una idea precisa y fiel de la construcción original. La nave central se recuperó pero aún así la mayor parte del edificio se encuentra en ruinas.

Agradecimientos

La autora desea agradecer la colaboración de las siguientes unidades académicas: Vicerrectoría Académica (financiación del proyecto “Rehabilitación de arquitectura en tierra en el área andina”), Departamento de Ingeniería Civil, Maestría en Restauración de Monumentos Arquitectónicos, y Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana- Bogotá.

Citas y notas

(1) GRIME. Grupo de investigación en materiales y estructuras

(2) Algunos de estos productos agrícolas se siguen comercializando en los mercados de la región.

Bibliografía

FUENTES PRIMARIAS

Archivo general de la Nación

Fondo Colonia

- Visitas Cundinamarca, Tomo IV. Folios 936 a 947
- Visitas Cundinamarca, Tomo IV. Folios 990 a 993
- Visitas Cundinamarca, Tomo IV. Folios 1023 a 1046

- Visitas Cundinamarca,. Auto del 14 de Diciembre de 1600, T. XIII, fl.847
- Visitas Boyacá. Tomo XVIII. Folios 270 a 410
- Visitas Boyacá. Tomo XVIII. Folios 344 a356
- Tierras Cundinamarca. Tomo XXX. Folios 157 a 180
- Visitas Cundinamarca. Tomo XIII. Folio 746 a 747
- Visitas Cundinamarca. Tomo X. Folios 969 a 973
- Fabrica de iglesias. Tomo II. Folio 571
- Fabrica de iglesias. Tomo II. Folio 1740
- Resguardos Cundinamarca, T. III, fl. 3 al 35

Fondo República
- Eclesiásticos, anexo. Tomo XXXII. Folio 501 a 516

FUENTES SECUNDARIAS

*ARANGO BUENO, Teresa. Precolombia, Ed Rivadeneyra, Madrid, 1980

*VALLIN, Rodolfo. Imágenes bajo cal y pañete: Pintura mural de la colonia en Colombia. FIDUCAFE , Bogotá, Colombia, 1998

*VELANDIA, Roberto. Enciclopedia histórica de Cundinamarca. Tomo IV. Biblioteca de autores Cundinamarqueses, Colombia, 1982

Cecilia López Pérez

Arquitecta restauradora de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá, con especialización en planeación, desarrollo de procesos técnicos y patología de materiales.
Vinculada desde el año 2000 como coordinadora del área técnica de la Maestría en Restauración de Monumentos; Investigadora principal del grupo GRIME- Grupo de investigación y materiales- y docente en pregrado y posgrado de la misma institución. Ponente en eventos internacionales y autora de artículos relacionados con el patrimonio construido y sus deterioros.

5.14

MOLINO HARINERO REYNAUD – MENDOZA (ARGENTINA).
APORTES PARA LA DETERMINACIÓN DE SU VALOR CULTURAL.

Lorena Manzini*
Becaria de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica PICT 13-14022
AHTER – INCIHUSA – CRICYT – Argentina
Av. Ruiz Leal s/nº - Parque General San Martín – Ciudad – Mendoza Argentina.
Teléfono: 0261 4288797 – 0261 155261304
lmanzini@lab.cricyt.edu.ar

Palabras clave: Valoración cultural, Patrimonio Industrial, Conservación.

Resumen
El cultivo de trigo en Mendoza data de la época colonial. La producción de cereales junto a la red de canales, cursos de agua con suficiente fuerza para mover molinos, facilitó el surgimiento de la industria molinera. Esta actividad experimentó, hacia los años 1850 y 1870, un momento exportador de harinas cuyos principales mercados fueron Santa Fe, Córdoba y San Luís.
El desarrollo agroindustrial de la denominada "Mendoza Molinera", modeló una economía local que requirió de obras, entre otras, arquitectónicas, como fueron los molinos, edificios de importancia, significativos dentro del conjunto.
Uno de los testimonios heredados de este período, es el objeto de análisis del presente trabajo, data de 1875, y se denomina Molino Harinero Reynaud, ubicado en Carrodilla, Luján de Cuyo, Mendoza.
Son muy escasos los testimonios materiales que se conservan de esta etapa de la economía regional, unos pocos de las decenas de molinos que existieron en la actual área metropolitana. Si bien han sido identificados, estudiados y resguardados del olvido en ámbitos especializados, valorados por sus propietarios y depositarios, no ha sido posible aún garantizar su protección e integración a la vida del presente. La falta de conciencia de los actores sociales involucrados sobre las posibilidades que brindan estos bienes patrimoniales como recursos dentro de los programas de desarrollo local, la falta de políticas oficiales efectivas han colocado a estos edificios, pioneros ejemplos de una actividad productiva muy antigua, en peligro de desaparición.
En síntesis, podríamos decir que estos bienes culturales se encuentran demandantes de medidas de conservación, como también de una clara definición de su valor cultural y sus múltiples significados para poder efectuar en un futuro inmediato acciones técnicas tendientes a su preservación y su puesta en valor.
Desde esta perspectiva, el objetivo general del trabajo propuesto radica en definir y desarrollar el valor cultural que posee el Molino Hidráulico Reynaud, con el fin de contribuir con la formulación de un soporte conceptual para las iniciativas sobre su futura conservación.
Para la definición de los valores condensados en este bien cultural, utilizaremos los criterios más actualizados, vigentes dentro de la disciplina. Este trabajo aspira a constituirse en un aporte necesario para la elaboración del fundamento conceptual de un futuro plan de manejo del bien.

Relevancia del tema, marco conceptual de referencia
El surgimiento de la industria molinera mendocina fue favorecida por la red de canales, donde circulaban fuertes cursos de agua y el cultivo de trigo que data de la época colonial.[1]
La economía local modelada por el desarrollo agroindustrial de la denominada "Mendoza Molinera"[2], requirió de obras entre ellas de arquitectura, como fueron los molinos, edificios de importancia significativa dentro del conjunto.
Estos molinos fueron materializados a través de prácticas constructivas propias del saber popular, con escasa o nula intervención profesional en sus diversas etapas de construcción, utilizando materiales del lugar y tecnologías adecuadas a las características bioclimáticas del sitio. Además es importante destacar que *"…en la región de Cuyo Argentina estas*

condiciones particulares del campo arquitectónico, se subordinan a otras de marco más amplio, que engloban a toda la producción material y determinan los grandes caracteres culturales del oasis, como son la aridez del clima y la alta sismisidad…" [3]
En 1861 Mendoza sufre un devastador terremoto que constituyó un acontecimiento traumático para la ciudad y sus alrededores. Este alteró violentamente la estructura de la ciudad y modificó su desarrollo de la producción arquitectónica futura.[4]
El fenómeno quedó inscripto en la memoria colectiva como un antes y un después, generándose un quiebre en la materialidad alcanzada en Mendoza desde su fundación a mediados del S XVI. [5]
Después del terremoto se siguió construyendo con tierra pero con ciertas modificaciones, especialmente en el agregado de estructuras resistentes de madera. Esto se debe a que la población consideraba que los sistemas constructivos con tierra eran más elásticos, económicos y estaban al alcance de todos.[6]
En las últimas décadas del Siglo XIX el desarrollo de la tecnología en torno a la tierra que caracterizó a la región, como material de construcción, había llegado a su máximo nivel de evolución.[7]
En el marco general mencionado hacia 1875 se construye El molino Harinero Hidráulico Reynaud, el cual estudiamos. Este es considerado como uno de los molinos mas jóvenes testigo de la transición de la etapa económica de la Mendoza cerealera a la Mendoza bodeguera.
Este tipo de patrimonio industrial heredado, después de varias décadas de reflexión sobre los alcances del concepto patrimonial,[8] en los últimos decenios del siglo XX fue considerado como parte del patrimonio cultural [9] y económico.
Si bien el molino en estudio ha sido identificado, estudiado y resguardado del olvido, en ámbitos especializados, como valorado por sus propietarios, no ha sido posible aún garantizar su protección e integración a la vida presente.
En síntesis podríamos decir que el molino se encuentra demandante de medidas de **conservación**[10], como también de una clara definición de su **valor cultural** [11]y sus múltiples significados para poder efectuar en un futuro inmediato acciones técnicas tendientes a su preservación y puesta en valor[12].
Conforme a lo expuesto, dejamos establecido los nudos conceptuales del tema propuesto, necesarios para la interpretación del objetivo general del trabajo. Este radica en definir y desarrollar el valor cultural del Molino Harinero Hidráulico Reynaud, con el fin de contribuir con la formulación de un soporte conceptual para las iniciativas sobre su futura conservación.

Definición de los valores del Molino Reynaud
Para abordar la definición de los valores, creemos importante vislumbrar como marco general del tema, que en los valores que se le atribuyen al patrimonio histórico, se encuentra la justificación a su conservación.[13]
Nicolini sostiene al respecto, que fácilmente podemos determinar "**que**" edificio se considera valioso, pero lo complejo es precisar "**por qué**" se considera valioso. Además menciona que "*…el paso final de la valoración destacará aquellos aspectos relevantes de la obra en sí para mí y para mi sociedad hoy…"*[14]
La aseveración mencionada, junto con las posturas de las cartas internacionales de la conservación del patrimonio, nos orientan en la concepción que todo juicio de valor atribuible a un bien cultural, puede diferir de cultura en cultura, por lo tanto, no es posible basar los juicios de valor sobre criterios fijos, al contrario el respeto debido a las diversas culturas exige que cada bien patrimonial se considere y juzgue con criterios del contexto cultural al que pertenecen.[15]
Por lo tanto para determinar los valores del molino creímos conveniente adoptar la clasificación de los valores expuesta en la Guía de la Carta de Burra para la Significación Cultural, documento del ICOMOS Australia, y los criterios principales de valoración propuestos por Cirvini en el proyecto "Bienes culturales y desarrollo local".[16]

La categorización y el orden implementados son en función de una mayor comprensión del bien en estudio. Estas son las siguientes:

a- Valor como conjunto de un entorno significativo:

Existen bienes culturales en que su valoración proviene del hecho de conformar conjuntos o áreas de importancias paisajísticas o ambientales, donde el valor se encuentra depositado en las relaciones interdependientes de los diferentes componentes del conjunto o área. Ej., conjuntos industriales, barrios, zonas antiguas, parques, etc.

b- Valor histórico:

Son los valores que surgen de la consideración de los bienes como producto representativo del proceso socio-cultural habido en el desarrollo de una comunidad, desde una perspectiva de múltiples aspectos de la vida en el pasado (económica, productiva, social, cotidiana, etc.).

c- Valor arquitectónico - estético:

Son los valores que nacen de las cualidades o características del bien como objeto arquitectónico, artístico, arqueológico.

d - Valor económico:

Los bienes culturales son objetos únicos e irrepetibles, considerados como recursos no renovables. La pérdida o desperdicio de los bienes, además de ser un acto de irresponsabilidad ocasiona pérdidas económicas significativas a mediano y largo plazo. El patrimonio cultural inmueble posee un valor propio de la construcción al que habría que sumarle el valor agregado del uso activo y rentable que podría tener a partir de las respectivas medidas de conservación.

Desarrollo de los valores del Molino Reynaud

a- Valor como conjunto de un entorno significativo:

El establecimiento molinero denominado Molino Harinero Reynaud,[17] se encuentra ubicado sobre el antiguo carril que comunicaba Mendoza – Luján, hoy conocido como Calle San Martín, al nº 6538 en el Distrito de la Carrodilla, perteneciente a Departamento de Luján de Cuyo, Provincia de Mendoza, Argentina.



Figura Nº 1

El área donde se encuentra emplazado, posee un fuerte valor arquitectónico, urbanístico, histórico, económico y social por múltiples razones.
La primera razón es que la calle San Martín donde se encuentra ubicado el bien, es una antigua vía de circulación provincial, conectora de Luján y Mendoza.
Un segundo punto a destacar es que en la zona en estudio dispuesta a lo largo de la calle, se encuentra una vasta y diversa cantidad de bienes culturales y patrimoniales, como el monumento religioso, Iglesia de la Carrodilla, y el calvario, viviendas de un riquísimo valor arquitectónico, histórico, tecnológico. Como así también patrimonio de la producción vitivinícola y vestigios de vivienda obrera, por citar solo algunos ejemplos.

En síntesis, el lugar en donde se encuentra emplazado el establecimiento molinero, posee múltiples y excelentes valores arquitectónicos, históricos, económicos, paisajísticos y sociales que concebidos en conjunto, le dan un incremento y efecto multiplicador de valor, personalidad y atractivo de los bienes en sí mismos y de la zona en estudio.

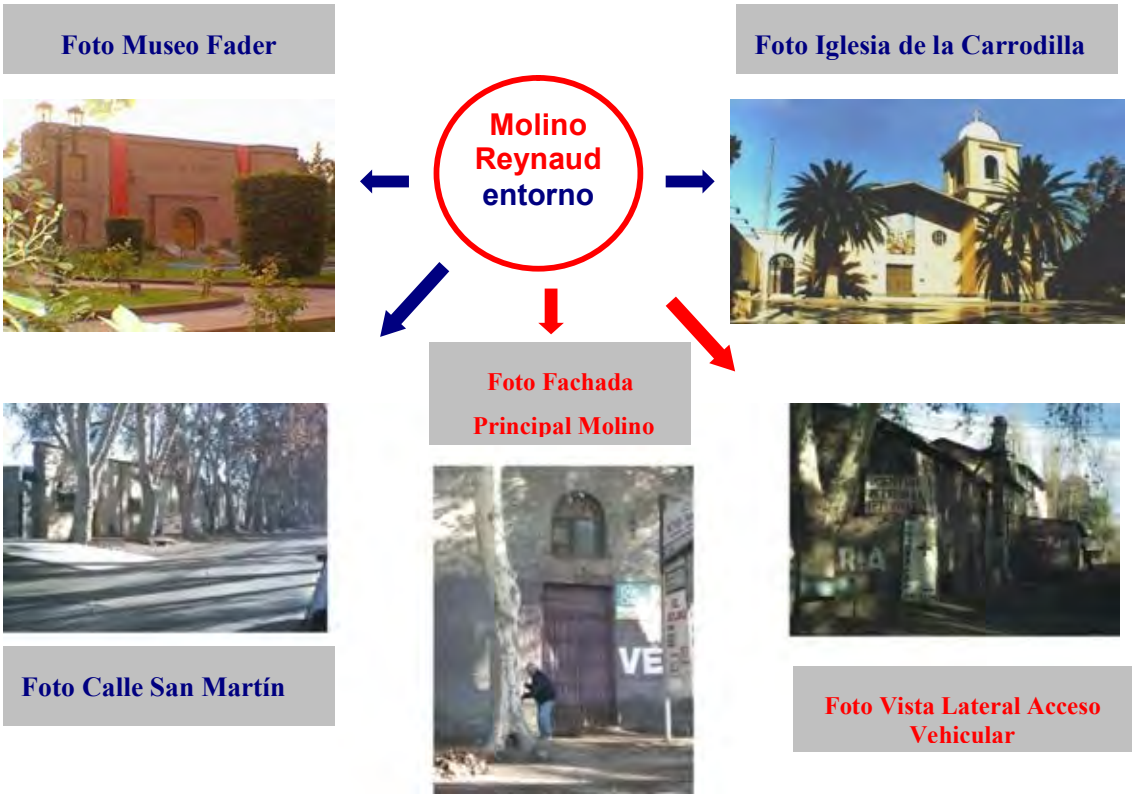


Figura Nº 2

b- Valor histórico:
Realizada la fundación de la ciudad de Mendoza, comenzó un largo y lento proceso de colonización, en las tierras periféricas. Estas paulatinamente se fueron poblando y dieron origen a los futuros departamentos de la provincia. En el caso de Luján, su territorio era conocido por los españoles antes de la fundación de Mendoza en 1561.[18]
Durante la época colonial, los pilares de la economía mendocina fueron el comercio con Chile y el litoral argentino; el primero consistía en el ganado en pie y el segundo principalmente en vinos, frutas secas y harinas.[19]
Nuestra provincia contaba con la ventaja de poseer cursos de agua. Éstos eran una fuente de energía disponible, abundante y barata que posibilitó la actividad productiva harinera local. Esto tuvo una importancia de impacto geográfico porque determinó que la localización de los establecimientos molineros se dispusiera sobre los canales de riego.[20]
El desarrollo arquitectónico de esta época colonial ha estado condicionado por dos factores

principales propio del soporte físico natural, el primero, a la aridez de un lugar desértico y el segundo, a la alta sismisidad de la región.[21]
La época colonial se caracterizó por el uso empírico de los materiales y tecnologías tradicionales. La periferia agrícola como la ciudad poseían un trazado homogéneo, de construcciones de una sola planta (bajas) y de muros de adobe o tapia (tierra sin cocer), con aberturas pequeñas, techos de palos de madera sobre ellos caña y torta de barro.
Los materiales comúnmente utilizados eran los disponibles en el medio local a saber: barro, caña, vegetales propios de los ríos y lagunas, madera de flora autóctona, muy escasa, y posteriormente otras variedades como frutales y álamo, traídas por los españoles. [22]
En el Siglo XVIII, existían algunas familias asentadas en torno del casco de la estancia de Don Antonio Molina Vasconcelos.[23]
A fines del mencionado siglo y principios del Siglo XIX, se produjo la consolidación del oasis agrícola y la disponibilidad de madera de los cultivos como los frutales y olivos junto con otras especies como el álamo introducida por los españoles.
Por consiguiente las construcciones se fueron aligerando y modulando, los techos de cubierta de bóvedas fueron reemplazados por techos a dos aguas, gracias a la madera de álamo que posibilitaba cubrir luces mayores.[24]
En 1861 en pleno momento exportador de harinas, la ciudad de Mendoza y sus alrededores se vieron fuertemente afectadas por el terremoto ocurrido produjo modificaciones en el sistema de construcción.[25]
Se produjeron innovaciones tecnológicas que radicaban en el agregado de estructura resistente de madera, se concibió la importancia de brindar a los edificios de una estructura de vinculación entre sus componentes. Como menciona Cirvini"*…en los encuentros de muros, la viga (collar) o (collarín), se generalizan las vigas de dintel en las aberturas…*"[26]
Las formas espaciales se vieron influenciadas en planta como en alzada, tendieron a la simetría y modulación. Estas transformaciones fueron alimentadas por la tradición cultural traída de la progresiva inmigración desde 1880 principalmente italiana y francesa.[27]

Con el avance del Ferrocarril Central Argentino, se produjo paulatinamente un desarrollo cerealero y molinero en Santa Fe y Córdoba, generándose el comienzo de una ruptura en los mercados económicos locales que generó un cambio en la producción local en búsqueda de un mercado sin competidores.
Con la vitivinicultura, Mendoza reorientó su producción con claro criterio capitalista y se integró económicamente a nivel nacional.[28] De esta manera, se determinó la lenta desaparición de los molinos y se abrió el camino a una Mendoza vitivinícola.

En el marco general planteado, en las ultimas décadas del Siglo XIX fue fundado en 1875 el molino que estudiamos con la denominación de "Francés", propiedad de Esteban Sarracena, industrial harinero poseedor de varios establecimientos molineros.[29]
El molino funcionó en sus orígenes como negocio auxiliar de la fideera anexa sobre calle San Martín, denominados estos negocios como "amasijos".[30]
Luego, en el año 1927 fue adquirido por la familia Reynaud que lo mantuvo funcionando hasta 1993. Desde esa fecha hasta el presente luchan por su conservación y preservación, transformados en custodios de un valioso bien patrimonial industrial de nuestra región y producto de nuestra cultura mendocina.

En síntesis podríamos decir que el molino posee un gran valor histórico para nuestra provincia ya que es testigo y partícipe de la transición del modelo económico de la Mendoza de fines de siglo XIX de producción harinera a la Mendoza de producción vitivinícola y bodeguera que subsiste en la actualidad.
Es testimonio vivo de una actividad fundamental en la vida de nuestra sociedad mendocina desde la colonia hasta fines del siglo XIX. Además, en este establecimiento, se encuentran manifestadas e integradas las variables tecnológicas, sociales, económicas y arquitectónicas propias de la época y cultura de nuestra historia, de la sociedad y el territorio provincial.

c- Valor arquitectónico – estético
Descripción general arquitectónica:
Los molinos en una etapa inicial fueron antecedentes arquitectónicos de las bodegas. Las características edilicias que presenta, responden a la arquitectura de transición o postcolonial. Esta manifiesta a nivel morfológico y tecnológico una gran dependencia e influencia de las características de la arquitectura colonial, ya desarrolladas anteriormente.[31]
El molino Reynaud como características generales es austero, realizado con materiales simples: como piedra, caña, tierra y álamo. No aparece lo estético como una necesidad, el diseño responde a requerimientos funcionales. El esquema de planta es por agregación simple de locales, posee ambientes cúbicos y aberturas pequeñas.[32]

El edificio se encuentra en un eje predominantemente Oeste-Este y su fachada principal se orienta hacia el Este. Posee una planta rectangular con una volumetría dividida en 3 cuerpos de diferentes alturas. Los muros externos son de adobón o tapia de 90 cm. de espesor aproximadamente construidos sobre cimientos de piedra. El techo es a dos aguas con las cabriadas de madera de álamo y la cubierta está armada con cañas y barro y chapa galvanizada reemplaza una cubierta original la que Figueroa - Ponte suponen era de barro y grasa.
Los pisos son de diversas características, existen áreas de contrapisos de hormigón, ladrillotes y fundamentalmente entablonado. La carpintería es de álamo y las aberturas son de tamaño restringido.

Históricamente el ingreso al edificio se realizaba por la puerta principal de la fachada y el acceso vehicular se hacía lateralmente por el callejón de servicio.
La función del primer cuerpo era de lugar comercial, venta y atención al público, originariamente existía una conexión directa con la fábrica de pastas que funcionó durante la primera mitad del siglo XX, luego que cerró, el molino debió adaptase independizándose de ella. Desde este momento el salón, sirvió para la venta y depósito, construyéndose posteriormente un nuevo silo con torre exterior.
El segundo cuerpo, se utilizaba para el depósito y envasado de harina. Por último el tercer cuerpo cumplía con la función de producción. En el se encuentra la sala de máquinas y el equipamiento del sistema de producción.

Foto Muro sector Posterior





Foto Interior Escalera

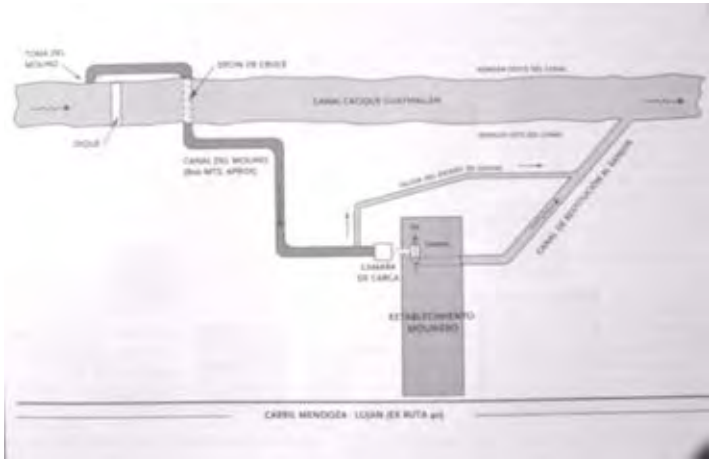
Figura Nº 3

Descripción general del funcionamiento, producción y equipamiento productivo:
El molino se encuentra ubicado a pocos kilómetros al Este del Zanjón Canal Cacique Guaymallén y funcionaba a raíz del movimiento del agua que traía el canal de aducción, entendida esta como *"...canal derivado del Río o canal matriz, por medio de una obra de toma (captación)..."* [33]

Esquema de Utilización del Agua del Molino

Ilustración Nº 31
Autor: PONTE, RICARDO.
De los Caciques del Agua a la Mendoza de las Acequias, Cinco siglos de historia de acequias, zanjones y molinos.
Mendoza.
Ediciones Ciudad y Territorio del INCIHUSA – CONICET.

Figura Nº 4



La producción en sus orígenes fue de harina de trigo, luego, a principios del Siglo XX incorporó la molienda de maíz, obteniendo productos como la sémola, grip y algunos otros. El proceso de elaboración era autosustentable y el agua usada retornaba al cauce del canal Cacique Guaymallén.[34]
Figueroa en su trabajo sostiene que la fuerza del molino necesitaba para funcionar de 1m3 de agua por segundo, de manera constante, lo que requirió de una cámara de carga de 4m de ancho por 6m de largo y 4m de profundidad, que se encuentra ubicada en el exterior al sur del galpón. En la década del 80´ para completar la fuerza del molino, se incorporó un motor eléctrico. [35]

El equipamiento productivo que compone el establecimiento, se encuentra en perfecto estado y podría actualmente funcionar.[36]
Este se distribuye en tres niveles, en su mayoría datan del Siglo XIX. Éste está compuesto por Mazamorreras, Banco de Cilindros, moledoras, básculas, cernidores y trituradoras. En el nivel dos y tres se concentra el proceso de molienda a saber:
En el nivel dos encontramos, la primera máquina utilizada en el proceso de producción, **la mazamorrera**, cuya función era pelar el maíz, originalmente habían dos.
En segunda instancia **el banco de cilindro**, este continúa con el proceso de rotura, originalmente también habían dos, también se realizan pasajes a elevadores y depósitos en pulmones de almacenajes.
Continúa el proceso, **la moledora** compuesta por dos piedras sobre una mesa y por último encontramos **la báscula** cuya función es pesar.
En el nivel tres vislumbramos **los cernidores**, actualmente son tres, cuya función es la selección final del producto. Luego **la trituradora o moledora**, cuya función era solo la molienda de cereales para alimento animal, compuesta por una tolva y luego propiamente dicha la trituradora.
Por último la máquina que completa la lista es la tostadora, se localizaba exteriormente actualmente no se encuentra en el establecimiento.
Es importante destacar que hemos expuesto la generalidad del proceso de producción y el equipamiento que lo compone pero este posee precisiones que hemos omitido con el fin de simplificar su comprensión. [37]



Figura Nº 5

En síntesis, podemos sostener que el Molino Reynaud, el estado de **autenticidad**[38] edilicio, como también el equipamiento productivo en que se encuentra, lo convierten en un referente, de gran valor arquitectónico, tecnológico y de infraestructura. Es poseedor de un potencial informativo y explicativo de las diversas actividades de una época provincial denominada la "Mendoza Molinera".
El bien en evaluación posee relevantes valores arquitectónicos, es parte de un patrimonio industrial provincial que responde la tipología molinera de la época en estudio, poseedor de características arquitectónicas post-coloniales propias de la manifestación de un periodo de transición.
Además, por las consideraciones generales ya nombradas, los molinos se habían instaurado como hitos en el paisaje rural, transformándolos en referentes de la vida cotidiana de la ciudad.[39] Estos son considerados como el antecedente arquitectónico de las bodega siendo el molino Harinero Reynaud uno de los últimos molinos que testimonian esta característica edilicia de transición tipológica local.

Es de gran significación destacar que posee además un gran valor testimonial sobre "**la cultura del agua**" en Mendoza, marco de referencia indispensable para la comprensión de las actividades e intereses vinculados con la construcción histórica del oasis de regadío, a través del aprovechamiento del recurso hídrico.[40]
La presencia de este bien, aparece con un fuerte valor cultural, testigo de las variadas actividades tecnológicas y sociales, vinculadas a la utilización del agua de riego.

d - Valor económico:
Como marco general del tema, es relevante considerar que después de la reciente redefinición del patrimonio, a estas construcciones se las contempla mas allá de sus significados identitatarios, también se las contempla como **recursos** y se las valora como **factor de desarrollo**[41], susceptibles de erigirse en **instrumentos de progreso** de los países.[42]
Esta nueva visión del patrimonio procura activarlo a través de su uso, uniéndolo a las demandas de la sociedad actual de consumo, de acuerdo a las profundas transformaciones ocurridas en torno al turismo, al ocio y medios de comunicación de masas.
Podríamos afirmar que el patrimonio actualmente se mueve entre la **lógica identitataria** y la **lógica del mercado**, en el cual su posible punto de compatibilización sea a través de la **utilidad social**.[43]
Entendemos el concepto utilidad social según lo define Jiménez de Madariaga como al rendimiento económico junto a una finalidad educacional, socializadora, asistencial, comunicacional etc., cuya ausencia dejaría sin sentido la conservación, protección y difusión del patrimonio.[44]

A raíz de lo expuesto, podríamos decir que el molino Reynaud es un testimonio del patrimonio de la producción local, poseedor de un valor económico propio importante. Es un bien cultural considerado como un recurso escaso y puede transformarse como instrumento de rehabilitación económica, social y ambiental del Departamento de Luján de Cuyo y la Provincia.
Vale destacar que su valor económico se ve incrementado por su condición actual de rareza edilicia, ya que es uno de los últimos sobrevivientes de este tipo de construcción industrial provincial, de decenas que existieron desde la colonia hasta el siglo XIX, y se podría decir que es el último establecimiento con presencia de maquinarias de la época, con posibilidades volver a funcionar.
En función de los valores pertenecientes al molino ya mencionados, se convierte en un recurso óptimo para el desarrollo de la actividad turística cultural.

En resumen podríamos inferir que el establecimiento molinero posee un alto valor económico, por las propias características de la construcción y equipamiento que se ven potenciadas por el nivel de autenticidad, escasez, y las sumadas por el valor agregado del uso activo y rentable que pudiera tener a partir de su puesta en valor.

Conclusión El valor cultural del molino Reynaud
Creemos que el establecimiento molinero denominado “Molino Reynaud” es un testimonio vivo cargado de un mensaje del pasado, que representa las tradiciones propias desde la fundación provincial hasta fin del Siglo XVIII incluso principio del XIX.

Además es testigo y partícipe del proceso de transformación del modelo económico de la “Mendoza Molinera” a la “Mendoza Vitivinícola y Bodeguera” y de todas las actividades e intereses vinculados con la “Cultura del agua” fundamental en el desarrollo de nuestro espacio y sociedad.

El molino es un bien patrimonial industrial poseedor de características particulares que lo hacen específico y propio de la cultura mendocina. Particularidades que debieran ser valoradas por nuestra sociedad ya que son una herencia histórica sociocultural provincial.

Por lo tanto a raíz de las características expuestas, queda manifestado su valor cultural, conformado por el profundo valor arquitectónico estético, histórico, económico y científico, que las generaciones actuales y futuras pueden vislumbrar y otorgar al bien en estudio.

Finalmente, sostenemos que su conservación es fundamental para el patrimonio cultural provincial por que es uno de los últimos molinos sobrevivientes, poseedor de un nivel de autenticidad sorprendente, que lo transforma en un principal referente con el potencial informativo y explicativo de las diversas actividades inherentes de la época, del cual somos todos responsables de su salvaguarda.

Citas y notas
[1] FIGUEROA, Paola y PONTE Jorge Ricardo. “La cartografía histórica como fuente de estudio de la arqueología industrial el caso de los molinos hidráulicos de Mendoza (Argentina) a mediados de siglo XIX”. en: *Memoria Segundo encuentro Nacional para la conservación del patrimonio Industrial, El patrimonio industrial mexicano frente al nuevo milenio y la experiencia Latinoamericana*. México. 2002. Págs. 468 a 492
[2] PONTE Jorge Ricardo, FIGUEROA Paola y ZEFERINO Carlos. “Donde hubo canales... molinos quedan. Estudios preliminares de un molino hidráulico en el departamento de Luján, Mendoza, Argentina”. En: *Arqueología histórica, Actas del 1º Congreso Nacional de Arqueología Histórica*. El Corregidor. Bs. As. 2002. Págs. 259 – 271. Adoptamos el término empleado por los autores, que la *“Mendoza Molinera es de 1609 y hasta 1912, es decir, desde la aparición de la primera referencia a un molino y la última señalización e un plano de la ciudad o territorial.”*
[3] CIRVINI, Silvia. “Arquitectura Vernácula en la región de Cuyo Argentina”. En *Memoria del 3er Seminario Iberoamericano de construcción con tierra*. CRIATIC – PROTERRA. Tucumán Argentina. 2001. Pág. 17

[4] ROMANO, Aníbal Marco. "Mendoza antes y después del terremoto (1854-1900)". En CUETO, Adolfo y otros autores. La ciudad de Mendoza a través de cinco temas. Fundación Banco Boston. Buenos Aires. 1991 Pág. 117 - 177

[5] CIRVINI, Silvia. "De la hacienda de los potreros a la Bodega y Viñedos Panquehua (Mendoza – Argentina)". En Revista XAMA 4-5. Mendoza-Argentina.1991-1992. Pág. 153

[6] CIRVINI, Silvia. "Arquitectura Vernácula en la región de Cuyo Argentina". En *Memoria del 3er Seminario Iberoamericano de construcción con tierra*. CRIATIC – PROTERRA. Tucumán Argentina. 2001. Pág. 19

[7] GONZALEZ CLAVERÁN, Jorge. "Visión histórica de la tecnología de la construcción de tierra". En: La tierra cruda en la construcción del hábitat. GTT. LEME. FAU. UNT. Tucumán Argentina. 2002.

[8] GUTIERREZ, RAMÓN. "Patrimonio para todos, Un futuro para la arquitectura industrial". En *Cuadernos: Preservación de la Arquitectura Industrial en Iberoamérica y España.* INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO (Autores Varios). Junta de Andalucía Consejería de Cultura, Editorial Comares. España. 2001. Pág. 128

[9] Para definir el concepto de *patrimonio cultural*, seleccionamos dos definiciones en las Cartas Internacionales sobre la conservación y la restauración de monumentos y de conjuntos históricos artísticos, una representa los orígenes del concepto y la segunda manifiesta el comienzo de la evolución y la adaptación de la temática en la apertura del concepto en estudio.

a- CARTA DE VENECIA ICOMOS – 1964 "*…Articulo 1: La noción de* ***Monumento histórico*** *comprende la creación arquitectónica aislada así como el conjunto urbano o rural que da testimonio de una civilización particular de una evolución significativa, o de un acontecimiento histórico. Se refiere no solo a las grandes creaciones si no también a las obras modestas que han adquirido con el tiempo significación cultural"*

b- DECLARACIÓN DE ÁMSTERDAM – 1975.*"…La noción de* ***patrimonio arquitectónico*** *abarca hoy todos los conjuntos construidos, se presentan como una unidad, no solamente por la coherencia de su estilo, si no también por la huella de la historia de los grupos humanos que allí han vivido durante generaciones (...) La Conservación del patrimonio arquitectónico entra así de pleno derecho en el marco de una apertura global y democrática del medio ambiente…".*

[10] CARTA DE BURRA – 1988. Adoptamos la definición de conservación desarrollada en la Carta, donde se establece: *"****Conservación*** *significa todo el proceso de tutela por un lugar con el fin de mantener su significado cultural, incluye el mantenimiento y dependiendo de las circunstancias, puede incluir preservación, restauración, reconstrucción y adaptación , por lo común será una combinación de mas de una de esas."*

[11] Ibídem. Entendemos por **valor cultural** *"al valor estético, histórico, científico y social para generaciones pasadas, presentes o futuras."*

[12] NORMAS DE QUITO DE 1967. Ver el tema **La puesta en valor** del patrimonio cultural. *"…Implica una acción sistemática eminentemente técnicas dirigida a utilizar todos y cada uno de esos bienes conforme a una naturaleza, estando y exaltando sus características y méritos hasta colocarlos en condiciones de cumplir en plenitud la nueva función a que están destinados…"* Este proceso de revalorización acrecienta a significación cultural del bien y ejerce un efecto multiplicador sobre el resto del área que resultará revalorizada en un conjunto.

[13] DOCUMENTO DE NARA – 1994. "Documento Realizado por Comité del patrimonio mundial sobre autenticidad en Nara Japón". Ver Valor y autenticidad.

[14] NICOLINI, ALBERTO. "Los Juicios de Valor en la Historia de la Arquitectura". Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán. (Inédito). Pág. 1

[15] DOCUMENTO DE NARA – 1994. "Documento Realizado por Comité del patrimonio mundial sobre autenticidad en Nara Japón". Ver Valor y autenticidad. Op. cit.

[16] CIRVINI, SILVIA. "Proyecto de Bienes Culturales y desarrollo local". (inédito). ANPCYT (2005 – 2008). Mendoza. Pág. 6

[17] Sobre la temática referente a molinos mendocinos, investigadores locales reconocidos como Cirvini, Ponte y Figueroa, han confeccionado trabajos desde un perspectiva arqueológica, arquitectónica e histórica, estudiando en profundidad la temática. Autores en quienes nos basamos para elaborar los valores del bien. Además el arquitecto Fernando Angeleri ha llevado a cabo un trabajo de relevamiento arquitectónico del molino, documentación técnica que le fue facilitada a la municipalidad de Lujan de Cuyo. Para ampliar la temática de Molinos en Mendoza se recomienda consultar la bibliografía de los autores que mencionamos en el punto VI de este trabajo.

[18] CUETO, Adolfo Omar. "La fundación de la ciudad de Mendoza y sus primeros doscientos años (1561 – 1761)". En Cueto y otros autores. *Su historia a través de cinco temas*. Fundación Banco Boston. Buenos Aires. 2001 Págs. 13 - 75

[19] RICHARD JORBA, Rodolfo. *Poder, Economía y Espacio en Mendoza 1850 – 1900, Del comercio ganadero a la agroindustria vitivinícola.* Talleres gráficos Facultad Filosofía y Letras. Mendoza. 1998.

[20] PONTE Jorge Ricardo y CIRVINI Silvia. *Mendoza, donde las acequias encauzan la historia, obras hidráulicas coloniales y la cultura del agua*. Zeta editor. Mendoza. 1998. Pág. 39

[21] CIRVINI, Silvia. "Arquitectura Vernácula en la región de Cuyo Argentina". En *Memoria del 3er Seminario Iberoamericano de construcción con tierra*. CRIATIC – PROTERRA. Tucumán Argentina. 2001. Pág. 18

[22] Ibídem.

[23] Es una antigua leyenda que en uno de los viajes de intercambio comercial hacia Buenos Aires, el tropero Pedro Molina Vasconcelos, enfermó gravemente y le pidió a la virgen de Luján de Buenos Aires por su cura. La

misma se produjo “milagrosamente”, por lo tanto el agradecido fiel, trajo consigo la imagen de la mencionada virgen.
La Imagen fue instalada en una pequeña capilla en su casona. Allí se aglomeraba gente que peticionaba y agradecía favores recibidos.
A raíz de ello, a su alrededor surgieron comercios y una población estable. Con el transcurso del tiempo, este lugar fue llamado Luján en honor a aquella Virgen
[24] CIRVINI, Silvia. “Arquitectura Vernácula en la región de Cuyo Argentina”. En *Memoria del 3er Seminario Iberoamericano de construcción con tierra*. CRIATIC – PROTERRA. Tucumán Argentina. 2001. Pág. 18
[25] Ibídem.
[26] Ibídem. Pág. 19
[27] Ibídem.
[28] RICHARD JORBA, Rodolfo. *Poder, Economía y Espacio en Mendoza 1850 – 1900, Del comercio ganadero a la agroindustria vitivinícola.* Talleres gráficos Facultad Filosofía y Letras. Mendoza. 1998.1998. Pág. 141
[29] CENSO NACIONAL DE 1895. Bs. As. Publicación Oficial, Compañía Sudamericana de Billetes de Banco, 1896.
[30] PONTE Jorge Ricardo y CIRVINI Silvia. *Mendoza, donde las acequias encauzan la historia, obras hidráulicas coloniales y la cultura del agua*. Zeta editores. Mendoza. 1998. Pág. 41.
[31]CIRVINI, Silvia. “De la hacienda de los potreros a la Bodega y Viñedos Panquehua (Mendoza – Argentina)”. En Revista XAMA 4-5. Mendoza-Argentina.1991-1992. Pág. 149
[32] Ibídem.
[33] PONTE, RICARDO**.** *De los Caciques del Agua a la Mendoza de las Acequias, Cinco siglos de historia de acequias, zanjones y molinos*. Mendoza. Ediciones Ciudad y Territorio del INCIHUSA – CONICET. 2005.
[34] Ibídem. Pág. 284
[35] Ibídem.
[36] ICARDI, Pablo. “El último molino harinero aún resiste en Carrodilla”. En Diario Los Andes. Sección A, Pág. 18, domingo 24 de julio de 2005. Mendoza.
[37] PONTE Jorge Ricardo, FIGUEROA Paola y ZEFERINO Carlos. “Donde hubo canales... molinos quedan. Estudios preliminares de un molino hidráulico en el departamento de Luján, Mendoza, Argentina”. En: *Arqueología histórica, Actas del 1º Congreso Nacional de Arqueología Histórica*. El Corregidor. Bs. As. 2002. Págs. 259 – 271. Pág. 266 – 267
[38] CARTA DE BRASILIA – 1995. ”Documento Regional del cono sur sobre autenticidad e identidad”. Adoptamos el concepto de autenticidad según esta carta, ver en “Autenticidad y Mensaje”. El significado de autenticidad, está íntimamente ligado a la idea de verdad, es autentico aquello que es verdadero.
[39] Para realizar la descripción general arquitectónica, se tomo como fuente a los datos expuestos en el trabajo de los siguientes autores.
PONTE Jorge Ricardo, FIGUEROA Paola y ZEFERINO Carlos. “Donde hubo canales... molinos quedan. Estudios preliminares de un molino hidráulico en el departamento de Luján, Mendoza, Argentina”. En: Arqueología histórica, Actas del 1º Congreso Nacional de Arqueología Histórica”. Bs. As. El Corregidor. 2002. Págs. 264 – 265.
FIGUEROA, Paola y PONTE Jorge Ricardo. “La cartografía histórica como fuente de estudio de la arqueología industrial el caso de los molinos hidráulicos de Mendoza (Argentina) a mediados de siglo XIX” . en: Memoria Segundo encuentro Nacional para la conservación del patrimonio Industrial, El patrimonio industrial mexicano frente al nuevo milenio y la experiencia Latinoamericana.. México. 2002. Págs. 468 – 492.
[40] PONTE Jorge Ricardo y CIRVINI Silvia. *Mendoza, donde las acequias encauzan la historia, obras hidráulicas coloniales y la cultura del agua*. Mendoza. Zeta editores. 1998. Pág. 39 a 42
FIGUEROA PAOLA Y JORGE RICARDO PONTE. “La cartografía histórica como fuente de estudio de la arqueología industrial el caso de los molinos hidráulicos de Mendoza (Argentina) a mediados de siglo XIX”. En: Memoria Segundo encuentro Nacional para la conservación del patrimonio Industrial, El patrimonio industrial mexicano frente al nuevo milenio y la experiencia Latinoamericana.. México. 2002. Págs. 469 – 470.
[41] JIMÉNEZ DE MADARIAGA, CELESTE. “La comercialización del patrimonio cultural”. En *ACTAS VI Jornadas Andaluzas de Difusión de Patrimonio Histórico***.** JUNTA DE ANDALUCÍA CONSEJERÍA DE CULTURA (Autores Varios). Málaga. Junta de Andalucía Consejería de Cultura. 2001. Pág. 94
[42] NORMAS DE QUITO DE 1967. Ver el tema Valoración económica de los monumentos
[43] JIMÉNEZ DE MADARIAGA, CELESTE Op. cit., Pág. 94
[44] Ibídem. Pág. 94

Bibliografía

Cartas internacionales de la conservación del patrimonio:
*CARTA DE VENECIA ICOMOS – 1964.
*NORMAS DE QUITO DE 1967
*DECLARACIÓN DE ÁMSTERDAM – 1975.
*CARTA DE BURRA – 1988
*DOCUMENTO DE NARA – 1994.
*CARTA DE BRASILIA – 1995.
*CENSO NACIONAL DE 1895. Bs. As. Publicación Oficial, Compañía Sudamericana de Billetes de Banco, 1896.

*CIRVINI, Silvia. “De la hacienda de los potreros a la Bodega y Viñedos Panquehua (Mendoza – Argentina)”. En Revista XAMA 4-5. Mendoza-Argentina.1991-1992.
*CIRVINI, Silvia. “Arquitectura Vernácula en la región de Cuyo Argentina”. En *Memoria del 3er Seminario Iberoamericano de construcción con tierra*. CRIATIC – PROTERRA. Tucumán Argentina. 2001.
*CIRVINI, SILVIA. “Proyecto de Bienes Culturales y desarrollo local”. (inédito). ANPCYT (2005 – 2008). Mendoza.
*CUETO, Adolfo Omar. “La fundación de la ciudad de Mendoza y sus primeros doscientos años (1561 – 1761)”. En Cueto y otros autores. *Su historia a través de cinco temas*. Fundación Banco Boston. Buenos Aires. 2001 Págs. 13 - 75
*FIGUEROA, Paola y PONTE Jorge Ricardo. “La cartografía histórica como fuente de estudio de la arqueología industrial el caso de los molinos hidráulicos de Mendoza (Argentina) a mediados de siglo XIX”. en: *Memoria Segundo encuentro Nacional para la conservación del patrimonio Industrial, El patrimonio industrial mexicano frente al nuevo milenio y la experiencia Latinoamericana*. México. 2002. Págs. 468 a 492
*GONZALEZ CLAVERÁN, Jorge. “Visión histórica de la tecnología de la construcción de tierra”. En: La tierra cruda en la construcción del hábitat. GTT. LEME. FAU. UNT. Tucumán Argentina. 2002.
*GUTIERREZ, RAMÓN. “Patrimonio para todos, Un futuro para la arquitectura industrial”. En *Cuadernos: Preservación de la Arquitectura Industrial en Iberoamérica y España.* INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO (Autores Varios). Junta de Andalucía Consejería de Cultura, Editorial Comares. España. 2001.
*JIMÉNEZ DE MADARIAGA, CELESTE. “La comercialización del patrimonio cultural”. En *ACTAS VI Jornadas Andaluzas de Difusión de Patrimonio Histórico***.** JUNTA DE ANDALUCÍA CONSEJERÍA DE CULTURA (Autores Varios). Málaga. Junta de Andalucía Consejería de Cultura. 2001. Pág. 94
*NICOLINI, ALBERTO. “Los Juicios de Valor en la Historia de la Arquitectura”. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán. (Inédito).
*PONTE Jorge Ricardo, FIGUEROA Paola y ZEFERINO Carlos. “Donde hubo canales... molinos quedan. Estudios preliminares de un molino hidráulico en el departamento de Luján, Mendoza, Argentina”. En: *Arqueología histórica, Actas del 1º Congreso Nacional de Arqueología Histórica*. El Corregidor. Bs. As. 2002. Págs. 259 – 271.
*PONTE, RICARDO**.** *De los Caciques del Agua a la Mendoza de las Acequias, Cinco siglos de historia de acequias, zanjones y molinos*. Mendoza. Ediciones Ciudad y Territorio del INCIHUSA – CONICET. 2005.
*PONTE Jorge Ricardo y CIRVINI Silvia. *Mendoza, donde las acequias encauzan la historia, obras hidráulicas coloniales y la cultura del agua*. Zeta editor. Mendoza. 1998. Pág. 39
*RICHARD JORBA, Rodolfo. *Poder, Economía y Espacio en Mendoza 1850 – 1900, Del comercio ganadero a la agroindustria vitivinícola.* Talleres gráficos Facultad Filosofía y Letras. Mendoza. 1998.
*ROMANO, Aníbal Marco. “Mendoza antes y después del terremoto (1854-1900)”. En CUETO, Adolfo y otros autores. La ciudad de Mendoza a través de cinco temas. Fundación Banco Boston. Buenos Aires. 1991 Pág. 117 - 177

Lorena Manzini

Arquitecta, Becaria de la ANPCYT desde 2005, en el marco del PICT 13 – 1402 "*Bienes Culturales y Desarrollo Local*", AHTER – Unidad Ciudad y Territorio – INCIHUSA – CONICET. Doctoranda de la Universidad de Mendoza.

5.15

LA CONSERVACION DEL PATRIMONIO ARQUITECTONICO DE TIERRA BAJO TUTELA DE LA NACION EN CUYO

Situación actual y perspectivas

Juan Carlos Marinsalda
Distrito Cuyo de la Dirección Nacional de Arquitectura
Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.
e:mail: dnacuyo@ciudad.com.ar
Tel: 0261 4231459 / 0261 4380645
Av. España 1425, 7º piso, ciudad de Mendoza. CP 5500.

Palabras clave: Conservación, Comunidad, Estado.

Resumen
El patrimonio arquitectónico bajo tutela de la Nación en la región andina, está integrado en su mayoría por edificios de escala no monumental construidos con tierra cruda y ubicados en zonas rurales, muchas veces marginadas y donde habitan sociedades pauperizadas.
Este patrimonio de tierra necesita un mantenimiento cíclico, generalmente de bajo costo y que recurre a técnicas y materiales tradicionales. Debido a las características de los materiales que la componen, una obra de restauración en arquitectura de tierra, no es sustentable en el tiempo sin un mantenimiento y un uso apropiados.
El cambio de modelo operado en el Estado Nacional en la década de los años 90, que en área de conservación de patrimonio implicó el abandono del sistema de mantenimiento por administración, por otro exclusivamente dependiente de la contratación de empresas constructoras, disminuyó drásticamente las posibilidades de realizar el mantenimiento periódico, generando importantes deterioros cuya reparación implica intervenciones mayores.
Este cambio, que implicaba un traspaso o delegación de las tareas de mantenimiento, limpieza y uso apropiado en las administraciones municipales o en los propietarios o usuarios de este patrimonio, en la práctica no fue diseñado ni implementado adecuadamente, generando en muchos casos un vacío que provocó el deterioro de los edificios.
Ante este cambio de escenario se han propuesto y realizado distintas alternativas orientadas a generar una mayor participación de la comunidad, considerando la vigencia de pautas culturales relacionadas a la construcción y mantenimiento de este patrimonio.
En virtud de lo expuesto, este trabajo se propone analizar y evaluar en el contexto regional, algunos de los sistemas alternativos de gestión de la conservación del patrimonio que se han implementado en los últimos años. Se presentan casos concretos de proyectos y obras con diversos grados de participación de la comunidad y resultados dispares.
Las conclusiones inducen a reflexionar acerca de la pertinencia y alcances de estas alternativas en el contexto de referencia.

Introducción
El patrimonio arquitectónico bajo tutela de la Nación en la región andina, está integrado en su mayoría por edificios de escala no monumental construidos con tierra cruda y ubicados en zonas rurales, muchas veces marginadas y donde habitan sociedades pauperizadas.
Este patrimonio de tierra necesita un mantenimiento cíclico, generalmente de bajo costo y que recurre a técnicas y materiales tradicionales. Debido a las características de los materiales que la componen, una obra de restauración en arquitectura de tierra, no es sustentable en el tiempo sin un mantenimiento y un uso apropiados.
La mayoría de estas obras, enmarcadas en una dinámica de mantenimiento programado, requieren una moderada inversión, trabajos de complejidad media y permiten la participación de las comunidades locales y la pervivencia de pautas culturales vinculadas a su uso y conservación.

La complejidad de la conservación del Patrimonio bajo tutela de la Nación en Cuyo

La diversa problemática de cada edificio, conjunto o sitio cuya conservación es nuestro objetivo, hace necesario el desarrollo de distintas estrategias de intervención, que deben ser diseñadas para superar las debilidades y falencias y aprovechar las fortalezas que se puedan detectar luego de un profundo análisis de cada caso. Normalmente, a la hora de realizar un proyecto de conservación, se supone que partimos de la base de contar (como corresponde) entre nuestras herramientas con estudios histórico-arquitectónicos completos, relevamientos detallados de la materialidad y patologías constructivas, planimetría métrica, instalaciones, memoria de las intervenciones realizadas hasta el momento, planes de manejo, usuarios responsables, obreros, técnicos y empresarios capacitados, el amparo de leyes que se hacen cumplir, el encuadre en políticas coherentes y el presupuesto necesario que garantiza la ejecución de la obra en el plazo previsto.

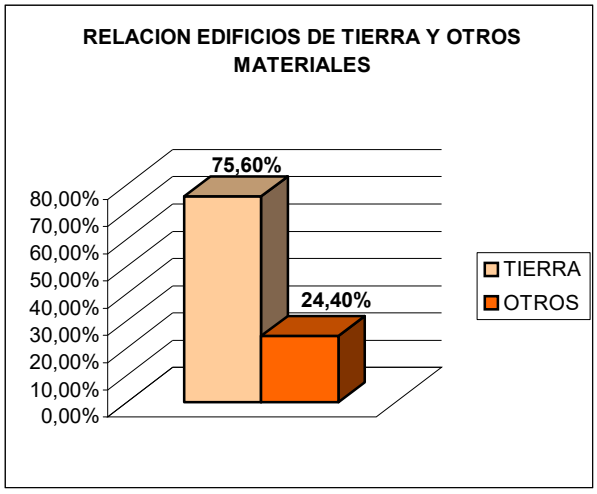
La realidad regional es compleja y a la hora de diseñar una intervención, nos vemos condicionados por una serie de factores que deben ser considerados, a continuación se presentan algunos:

La legislación y la estigmatización de la arquitectura de tierra

En las declaratorias que incorporan los edificios y sitios al patrimonio nacional en el marco de la Ley Nº 12.665, es normal la falta casi total de valoración, de estudios históricos – arquitectónicos y trabajos de campo, además de estudios de factibilidad de conservación, que permitan a la DNA elaborar proyectos sobre estos fundamentos. Incluso en algunos casos los edificios son erróneamente identificados (Capilla de Piedra Blanca por Iglesia de Nuestra Señora del Rosario de Merlo, Casucha de Puquios, que ya no existe, por la de Las Vacas; etc.) o declaratorias parciales sobre conjuntos (Molino de Rufino Ortega, excluyendo al resto de los edificios del casco de la estancia), o que agrupan elementos diversos en el tiempo y espacio (Fortín Malargüe y Molino de Rufino Ortega).

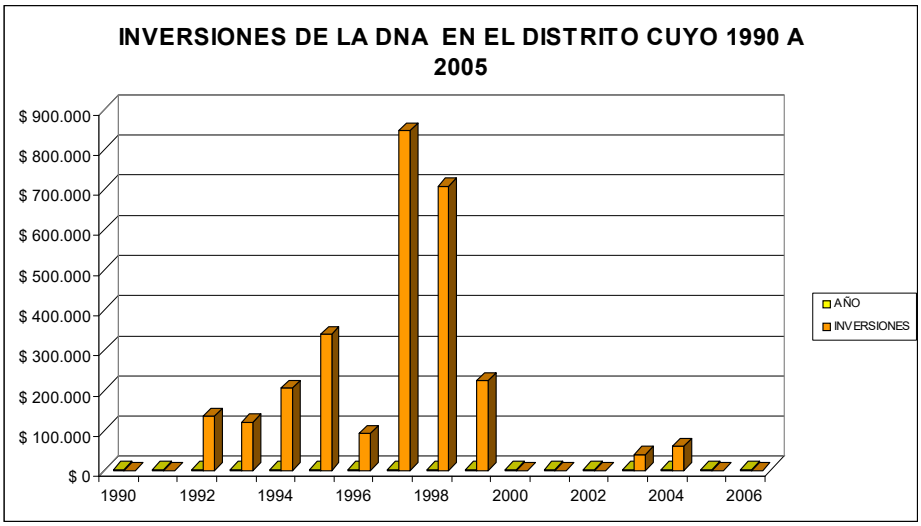
Estas declaratorias generalmente son poco precisas en relación a los límites de los edificios y sitios y no tienen aplicación sobre el entorno. Esto último es un problema importante cuando se observa que el 45% de los monumentos de la región están afectados en mayor o menor medida por problemas ambientales.

Un detalle no menor es que la legislación local promueve la destrucción de la arquitectura de tierra cruda por no presentar resistencia al sismo, prohibiendo la construcción en estos materiales, lo que no hace más que acompañar la cultura de la estigmatización de la arquitectura de tierra vinculándola con la pobreza.



La centralización excluyente

En la Dirección Nacional de Arquitectura se ha verificado en la última década una fuerte centralización a todos los niveles, eliminando los planteles de personal destinado a mantenimiento, reemplazándolo exclusivamente por el sistema de Licitación Pública Nacional para la realización de obras de restauración y mantenimiento y reduciendo a la mínima expresión la asignación de fondos para obras en el interior. En el caso de Mendoza, la última inversión fue en 1998; en tanto que en el año 2005 a Cuyo no se le asignó presupuesto, (tampoco a otras regiones) contra 5 millones de pesos para la Basílica de Luján (Buenos Aires) y 2,5 millones para la cueva de las Manos, sobre un total de 9 millones para todo el país. Desde la CNMMLH, también se han centralizado las decisiones. Hay proyectos elevados a consideración que pueden acumular una demora de seis años para ser considerados (Fuerte de San Rafael, que continúa en suspenso), con el consiguiente malestar de la comunidad y el creciente deterioro institucional.



Las relaciones con las provincias

A este nivel la situación es diversa: en el caso de Mendoza la ley de Patrimonio Provincial incorpora a su nómina todos los M.H.N. En su programa para la conservación del patrimonio provincial, la Dirección de Patrimonio Histórico Cultural está colaborando con la DNA con la compra de materiales para la obra de la iglesia de las Lagunas de Guanacache y se gestiona su apoyo para la restauración de la fachada de Casa Civit, entre otros M.H.N..

En el caso de San Juan, la CNMMLH organiza la realización de obras en el conjunto de los molinos históricos, acordando con la Dirección de Patrimonio de la Provincia, otros organismos nacionales y provinciales y una minera. La DNA en este caso participa integrando el conjunto mediante la realización de relevamientos y proyectos y con aporte de fondos para compra de materiales.

Las relaciones a nivel local

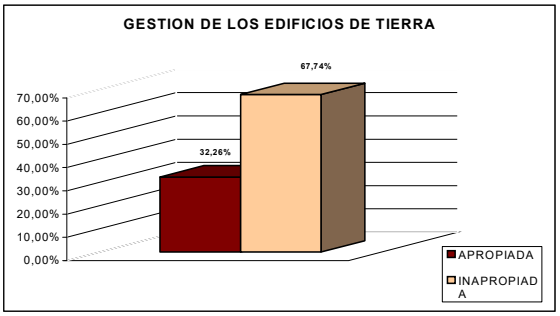
En este nivel hay un abanico de actores, con quienes se puede llegar a coordinar acciones con el objetivo de conservar el patrimonio y el de darle un uso adecuado y sustentable. Estos actores son las administraciones municipales por un lado y las, asociaciones parroquiales, vecinales, Comunidades aborígenes y propietarios particulares con las cuales se están realizando gestiones desde el Distrito Cuyo de la DNA para avanzar en propuestas consensuadas; (Lagunas de Guanacache con la Asociación Parroquial, la Comunidad Aborigen y la Municipalidad; La Toma de los Españoles con el Departamento General de Irrigación y la Municipalidad de Luján de Cuyo; el Molino de Rufino Ortega con la Dirección de Cultura de la Municipalidad de Malargüe; en la iglesia de Merlo con el Obispado de San Luis y la Comisión Parroquial; en los Molinos de García y Sardiña con la Municipalidad de Jáchal y con los propietarios en el caso de Casa Cruz Videla en Mendoza.)

El dominio de los Monumentos Históricos Nacionales
El tema del dominio es diverso, así un MHN. puede ser propiedad exclusiva del Estado Nacional, como el caso de un Museo Nacional (Casa de Sarmiento); de la Iglesia Católica (Iglesia de Jáchal, S. Juan, Iglesia de Barrancas, Mza.), de una Municipalidad, (ruinas de la Finca Molina, Molino de R. Ortega, ruinas del fuerte de San Rafael), o de un particular (los seis molinos en San Juan, Las casas de Juan de la Cruz Videla o de Alto el Salvador) o no tener un dominio claro (Casuchas del Rey, Toma de los Españoles en Mendoza o Poblado de Achango en San Juan).
El dominio también es determinante acerca de quienes son los responsables de la custodia, mantenimiento básico y uso apropiado del patrimonio, prestándose a frecuentes confusiones, ya que sólo en los casos en que el propietario o usuario es el Estado Nacional, a éste le corresponde esa responsabilidad exclusivamente.

El valor simbólico
Otro factor importante a la hora de diseñar la estrategia de intervención, es el del valor simbólico que los distintos monumentos tienen para una comunidad y autoridades locales, desde la coincidencia en la gran importancia de un edificio (Iglesia de las Lagunas de Guanacache, Mendoza), al extremo del desinterés de las autoridades locales por la custodia y conservación.
En el caso de propietarios particulares, se pueden tener casos extremos de disvaloración del patrimonio y desarrollo de acciones orientadas a inducirlo a ruina para realizar un proyecto más rentable o de propietarios que no permiten la participación del estado en el mantenimiento del bien hasta el momento de sufrir un colapso.
La valoración de una comunidad y autoridades locales y provinciales por su patrimonio y el deseo de recuperar testimonios de su pasado, obteniendo el valor agregado de su aprovechamiento turístico, puede colisionar con la opinión de los especialistas encargados de definir las políticas de conservación (Fuerte de San Rafael) o avanzar en el desarrollo de proyectos que impliquen la recuperación de actividades casi abandonadas (molinos de Jáchal).

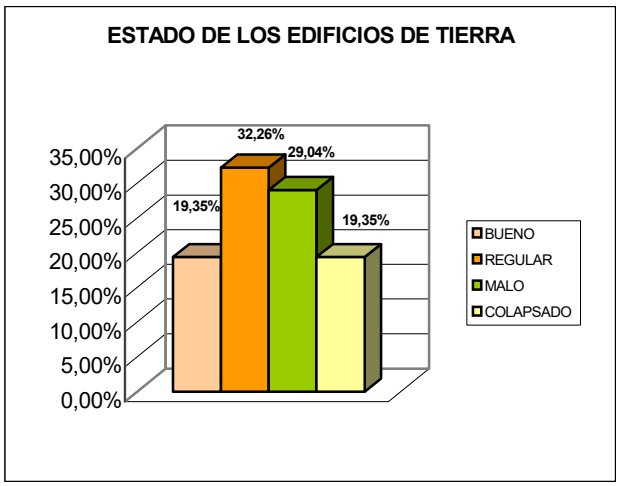
La vigencia de técnicas constructivas y pautas culturales
La vigencia de técnicas constructivas en tierra y de una dinámica local en la conservación se verifica en casos como el de Lagunas de Guanacache y su antítesis en la iglesia del Rosario de Merlo, aunque en ambos casos el interés de la comunidad por mantener su patrimonio sea altísimo. La intervención en este patrimonio material es, en consecuencia, muchas veces una intervención también sobre el patrimonio intangible.

El uso apropiado o inapropiado del patrimonio
El uso que se da a estos monumentos es diverso, desde la permanencia de la función original (Iglesia de Guanacache) hasta nuevos usos (Museo del Pasado Cuyano o Museo Histórico Sarmiento). Sin embargo hay casos en los que el uso es inadecuado y genera un deterioro mayor (Fuerte de San Rafael, Bóvedas de Uspallata) o cuando no hay definición ni previsión de uso alguno para el edificio o sitio.



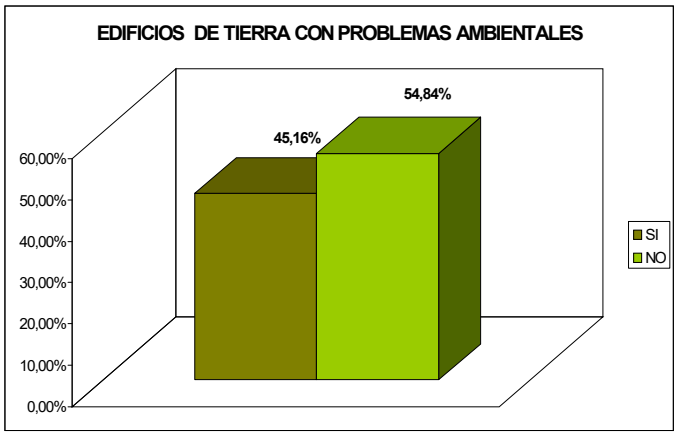
El mantenimiento preventivo
La eliminación de la planta de personal de la DNA, reemplazando el sistema de mantenimiento preventivo por el de intervenciones de mayor escala mediante contratación a empresas y la posterior falta de inversión, ha implicado la repentina desaparición del mantenimiento preventivo y de baja complejidad que podía realizar el estado, el que, a falta de directivas precisas, en muchos casos aún no ha sido asumido ni implementado por los usuarios ni responsables.

El estado en que ingresa un edificio al patrimonio nacional
Un factor recurrente en la arquitectura de tierra, es el estado muchas veces terminal en el cual un edificio es incorporado a la nómina de patrimonio nacional, y las expectativas que se generan en la sociedad, imaginando su inmediata resurrección, la que con el transcurso del tiempo se puede verificar, bastante utópica. Es evidente que un edificio de tierra cruda sufre deterioros progresivos en un corto plazo si se lo abandona. Hay algunos MHN de los cuales se desconoce que han sido reconstruidos por el Estado luego de más de un siglo de permanecer en ruinas (Bóvedas de Uspallata), o de ochenta años de ser un túmulo (Fuerte de San Rafael), o sesenta de haber sido desguazados al fin de su vida útil (molino de Rufino Ortega), al punto que no se cuente siquiera con un registro gráfico o datos fidedignos acerca de sus características originales, o de cuando estaba en pie y en uso. Un caso más cercano y preocupante es el de la Finca Molina, que estaba en pie en la década de 1980 y que cuando fue adquirida por el Estado Nacional en 1996 y transferida al Municipio, se encontraba tugurizada y ya presentaba un estado de ruina casi completo, conservando sólo una cúpula en riesgo de colapso. En estos casos es conveniente analizar la complejidad de factores que permitieron que llegaran a ese estado, para encontrar, tal vez, el camino viable hacia su conservación y el estado en que deben ser conservados.



Los problemas ambientales
Hay un alto porcentaje de edificios y sitios que presentan problemas ambientales (45%) que en muchos casos amenazan la supervivencia de los mismos. El caso extremo es el de la Casucha de Paramillos de las Cuevas, donde se ha concesionado la explotación de una mina de yeso a cielo abierto mediante uso de explosivos a escasos trescientos metros del edificio, hecho que, además del obvio riesgo de daños materiales, degradará profundamente el paisaje en el cual se inserta el refugio, concebido como un elemento de apoyo sobre el antiguo camino real, el que también será afectado por la explotación. Esta característica de ser refugios construidos en un terreno sin límites más allá de los topográficos, hace inviable la restauración y puesta en valor sin una ampliación del área protegida que permita implementar planes de manejo. Las presentaciones realizadas por el Distrito Cuyo de la DNA ante la CNMMLH y la Dirección de Patrimonio de la Provincia, no han resultado hasta el momento en una acción concreta. Otros problemas ambientales no menores lo presenta

la iglesia de Barrancas, que se ha convertido en un elemento anómalo al lado de los grandes galpones de la bodega Flichman; o la Casa Civit, afectada por la construcción de la torre de un hotel en el terreno colindante.



Algunos casos en desarrollo en la región

Molino de Rufino Ortega, Malargüe, Mendoza

Características generales

El Molino de Rufino Ortega se encuentra en el acceso a la ciudad de Malargüe, cabecera del departamento y se encuentra a 430 km. al sur de la ciudad de Mendoza, el clima es considerado Patagónico con fuertes vientos e inviernos fríos con fuertes nevadas en las montañas que se extienden a la ciudad, con temperaturas mínimas promedio de – 6º c y veranos de + 30ºc.

Breve historia de "La Orteguina"

En 1874 el Gobernador Civit otorgó la concesión, en carácter de ocupación y usufructo gratuito, de un extenso territorio en Malargüe al Sargento Mayor Rufino Ortega, con el objeto de poblarlo y consolidar la frontera con el indio. El establecimiento principal fue edificado en el sitio de Cañada Colorada y dio origen en el año 1886 a la fundación oficial de la villa de Malargüe. Ese año se edificó la primera capilla frente al edificio de la administración.

Hacia 1885 la villa contaba con 754 habitantes y la actividad económica de la estancia se fundamentaba en la crianza de ganado vacuno, bovino y caballar y al cultivo de trigo que era procesado en el molino. Parte de esta producción era comercializada en el sur de Chile, que junto con San Rafael constituían los dos núcleos más cercanos a unos cinco días de viaje.

En 1903 según inventario, la maquinaria del molino era nueva y se encontraba en buen estado y en 1917, de acuerdo con la documentación consultada, ya estaba instalada una turbina hidráulica de 15 HP. que accionaba las maquinarias del molino y proveía de energía eléctrica a parte de la villa. En 1932 la erupción del volcán Descabezado cubrió de cenizas los campos provocando la pérdida de las cosechas y gran mortandad de ganado, marcando el fin de la actividad del molino, ya alicaída desde años anteriores.

Finalmente la estancia pasó a ser propiedad del estado, que destinó los terrenos del casco fundacional al desarrollo de actividades municipales, construyendo, a partir de la década de 1990 un conjunto de edificios públicos emblemáticos.

Características Constructivas

El edificio del molino está construido con muros de adobes de espesores variables desde 0,66 a 1,30 m., con sobrecimientos de piedra toba canteada de 0,60m. de altura promedio nivelados con dos capas de ladrillos. El edificio de molienda tiene actualmente una altura de 10 metros en los muros que han sido excavados hasta una profundidad de –3,50m. en la zona sur, donde se encontraba antiguamente la noria (si la hubo) y luego la turbina. Este edificio tuvo un entrepiso de madera y posiblemente un sector subterráneo para canalizar y accionar el rodezno horizontal de las muelas.

Los techos eran de estructura de madera de álamo escuadrada, resueltos en cabriadas de pendolón y tornapuntas, con cubierta de barro y techado probablemente de jarilla, a la usanza de la zona. Los pisos más antiguos hallados en las recientes excavaciones arqueológicas, eran los de baldosas criollas de 0,25 X0,25m asentadas en barro. Las carpinterías eran de madera y en viejas fotografías puede observarse la presencia de aisladores enlozados para instalaciones eléctricas fijados a las cabriadas.

Intervenciones arquitectónicas realizadas por la DNA

Desde su abandono en la década de 1930 y hasta 1995, el molino fue desguazado de todas sus maquinarias y piezas de madera, subsistiendo los muros y parte de la estructura de madera de los techos. Los sucesivos solados quedaron ocultos bajo medio metro de tierra y también desaparecieron los vestigios de canales y cunetas.

De los catorce locales anexos, patios y corrales que se verifican en los inventarios de 1903 y 1917, sólo subsistieron en estado ruinoso los dos contiguos a la sala de máquinas. El resto del terreno fue ocupado por plantaciones de forestales y una edificación precaria, siendo hoy imposible reconocer vestigios del resto del conjunto desde la superficie.

En el año 1962, fueron declarados Monumentos Históricos Nacionales las ruinas del fortín Malargüe y del Ex molino de Rufino Ortega, curiosamente ningún otro edificio o equipamiento de la Ex estancia fue incluido en la declaratoria, que no contempló estudios históricos o arquitectónicos que la fundamentaran o documentaran.

En 1994 el Distrito Cuyo de la Dirección Nacional de Arquitectura realizó el primer proyecto de obra de rehabilitación del molino que continuaba en ruinas, el que fue aprobado por la Comisión Nacional de Museos y de Monumentos y Lugares Históricos. El proyecto se realizó sin fundamentarse en estudios históricos ni de campo, aparentemente inexistentes por entonces, salvo por un breve informe realizado por la Municipalidad.

Se resolvió, con acuerdo de la CNMMLH, incorporar al edificio una estructura de Pórticos invertidos de Hormigón Armado vinculados proyectada por el INPRES, se reconstruyó el techo y cubierta con una disposición distinta a la original cuyos vestigios se conservaban, utilizando techado de cañizo, recurso inexistente en la zona y sin antecedentes comprobables. Al no realizar un relevamiento detallado, se tomó por nivel de piso terminado el de tierra existente en ese momento, por lo que quedaron enterrados los pisos de baldosas criollas, los sobrecimientos de piedra y la parte inferior de los muros de adobes. Por no contar con un uso determinado, no se incorporó instalación eléctrica ni se realizó un plan de manejo y mantenimiento.

Estado Actual

Luego de su rehabilitación, la Municipalidad procedió a incorporar una instalación eléctrica de tipo aéreo con el fin de dar a los locales la posibilidad de desarrollar actividades culturales. Posteriormente se instaló una batería de estufas cuyo tiraje se realizó por las ventanas del depósito, en forma rasante a los muros, provocando un principio de deterioro en los aleros de caña y madera.

Las características del clima de Malargüe, con fuertes vientos y nevadas, incidió de manera determinante en el acelerado deterioro de las cubiertas, las que al perder la estanqueidad por el desplazamiento de aleros – cuya estructura no estaba vinculada a la del resto de las cubiertas - ingresó en un ciclo que terminó con el derrumbe de aleros, parte de la cubierta del depósito y destrucción de la estructura de cabriadas, cabios y correas por acción de la humedad contenida en los muros de adobe.

Los muros de adobe sufrieron también un importante deterioro producto del ascenso de humedad, ya que al haber elevado el nivel de solados interiores y exteriores en un promedio de sesenta centímetros, los sobrecimientos de piedra y los muros de adobe quedaron enterrados, siendo favorecido el ascenso por capilaridad al aplicarse revoques cementicios y construirse un solado de ladrillos interior y un veredín de lajas exterior, el cual además provocó el deterioro de revoques por las salpicaduras del agua de lluvia o la nieve.

Luego de analizar los antecedentes, se puede llegar a la conclusión que, además de las decisiones de proyecto que no se fundamentaron en un estudio histórico ni de campo, la

situación actual se debe a la ausencia de un plan de manejo del bien, herramienta fundamental para lograr la conservación de este tipo de arquitectura de barro que requiere un mantenimiento continuo por parte de los responsables locales, el cual no se efectuó adecuadamente en los nueve años posteriores a la reconstrucción.
Actualmente el edificio se encuentra con sus cubiertas colapsadas y apuntaladas en su totalidad y el acceso del público está restringido, no desarrollándose actividad alguna en su interior ni en su entorno.

Propuesta de rehabilitación
La actual situación de colapso del edificio impone una intervención urgente para detener el deterioro en que se encuentra luego de nueve años de su reconstrucción y de ausencia de mantenimiento.
Estos trabajos se realizarán como una primera intervención que reviste el carácter de urgente y está programada en el marco de un proyecto mas amplio que tendrá por objeto una recuperación histórico - ambiental del conjunto de la ex estancia.

Gestión e Investigación
Con el fin de proyectar la presente intervención, el Distrito Cuyo de la Dirección Nacional de Arquitectura programó y realizó una rigurosa investigación histórica en archivos oficiales y particulares, completada con trabajos de campo ejecutados por personal de la Municipalidad de Malargüe a cargo de un arqueólogo con el fin de contrastar la información obtenida de fuentes primarias y verificar las hipótesis planteadas al realizar la primera inspección al edificio en Junio de 2004.
Esta primera investigación permitió confirmar que los niveles de solados se han incrementado sesenta centímetros en el interior del molino y hallar los solados de baldosas y de tierra alquitranada que figuraban en los documentos consultados, verificando la hipótesis de la existencia de un sobrecimiento de piedra de ochenta centímetros que protegía a los muros de adobe de la acción de la humedad. Se realizaron diversos sondeos arqueológicos para confirmar la disposición de los sistemas de canales, llegando a un nivel de –3,50. metros en la zona de la antigua turbina y canal de expulsión. Se confirmó también en estos documentos que la cubierta original era de barro, por lo que se puede inferir que la estructura del techado haya sido de jarilla, como es usual en la zona y aún se conserva en la casa patronal y otros edificios de la Villa de Malargüe. La documentación consultada da cuenta además de la antigua existencia de catorce locales cubiertos, corrales y patios anexos al molino y de tipos y cantidades de máquinas y herramientas utilizadas en distintas etapas de la actividad del conjunto.
Este avance en el estado del conocimiento ha sido fundamental para programar la presente intervención y ha permitido verificar la conveniencia y factibilidad de desarrollar trabajos previos en forma conjunta.
Ante el proyecto del municipio de realizar obras de infraestructura que alterarían el entorno del molino, se realizaron gestiones en conjunto con la Dirección de Patrimonio de la Provincia que incluyeron una audiencia pública en Malargüe.

Proyecto de Intervención:
En la presente intervención está orientada a recuperar las características originales del edificio y a permitir una lectura adecuada de la función para la que fue creado, al rescatar sistemas de canales, niveles de pisos y cubiertas originales.
Se procederá a desmontar la cubierta y a reconstruirla con maderas escuadradas y jarillas o despunte de álamos. Este aspecto es muy importante ya que el techado existente ha sido reconstruido con cañizo, material que no se encuentra en la zona; el recurso al despunte de álamo como un recurso renovable es una alternativa al uso de la jarilla, ya que ésta no puede ser extraída en la cantidad necesaria (se está gestionando el rescate y acopio de jarilla desechada por la apertura de picadas destinadas a la prospección petrolera). Se terminará la cubierta de barro con una membrana geotextil pintada con el fin de evitar se reitere el fuerte desgaste que se produjo en la cubierta anterior. Esta resolución permitirá

asegurar la protección de la cubierta mientras se realicen los ensayos de materiales para definir la terminación apropiada.
Los revoques se realizarán con barro y la pintura será realizada en base a cal apagada y adicionada in situ.
Se procederá a deprimir el nivel del terreno en el entorno del molino hasta llegar al nivel histórico de –0,80m. con el fin de permitir un adecuado comportamiento de los muros ante la humedad del terreno y de origen pluvial y níveo. El escurrimiento del agua se realizará por medio de una zanja de infiltración perimetral excavada hasta la capa de ripio que se encuentra a cinco metros de profundidad aproximadamente. Los límites del terreno deprimido serán materializados en forma de talud, terminado con piedra bola asentada en mortero hacia los bordes definitivos – contra el canal al este y hacia el norte- y con un tablestacado de madera hacia el sur y el oeste, ya que en el futuro se proyecta continuar las excavaciones hacia esos sectores en los que se encontraban los edificios anexos y sistemas de canales. En el sector de admisión, se procederá a excavar y exponer los distintos sistemas de canales y compuertas y se explorará la ubicación del canal de salida del rodezno.
En el interior del molino, sobre el sector central comprendido por los accesos, se procederá a excavar hasta liberar el piso de baldosas criollas que se encuentra a –0,60m., dejando expuesto un perfil que permita la observación de los distintos niveles de pisos y de ser posible restos de lentes de cenizas de la erupción del Descabezado.
En el resto del depósito no será posible recuperar el nivel histórico del solado debido a la presencia de refuerzos de Hormigón Armado, por lo que se accederá al molino desde una pasarela de madera a nivel actual de solados exteriores e interiores que permitirá observar las características del edificio e interpretar las diversas etapas e intervenciones. En el sector excavado, se dejarán también a la vista los mampuestos de adobes y los arcos de ladrillos de las aberturas. En el sector de sala de máquinas se realizarán sondeos de muros y se solados con el fin de identificar las improntas del entrepiso y estructuras secundarias y diseñar el desarrollo de futuros trabajos de investigación destinados a recuperar la historia del molino.
En el exterior se rehabilitarán los dos locales anexos recuperando la disposición original de cubiertas, muros y terminaciones.
Con el fin de realizar una evaluación del comportamiento de revoques y cubiertas de barro, se montará un laboratorio de campo para someter las muestras a un control sistemático y evaluar su comportamiento a la acción de los agentes climáticos.
Todos los trabajos de excavación serán supervisados por arqueólogos que deberán asistir a obra en forma permanente durante la ejecución de los mismos.
Los trabajos se proyectan realizar mediante Licitación Pública Nacional por un monto de $ 526.000.-

Iglesia de Nuestra Señora Del Rosario, Guanacache, Lavalle, Mendoza.
Proyecto de Restauración parcial de la Iglesia y casa parroquial-museo-2005-2006
La primera fase de este proyecto fue presentada en el III Siacot y actualmente se está avanzando en los trabajos de campo y gestionando la reanudación de los trabajos que se vieron detenidos por la falta de Planes Sociales.

Antecedentes generales
La Iglesia se encuentra ubicada en el distrito de Lagunas del Rosario, Departamento de Lavalle, en el Norte de la Provincia de Mendoza. La comunidad cuenta con Escuela, Delegación Sanitaria, de Registro Civil y Policial y se encuentra organizada jurídicamente como Comunidad Aborigen.
El área de las lagunas es un sistema de humedales degradados alimentados por los ríos Mendoza y San Juan, es compartida con la Provincia de San Juan y ha sido denominada Sitio RAMSAR. En 1999 con el objeto de preservarla.
Para las fiestas patronales, el pueblo cobra inusitada vida y es invadido por miles de visitantes del desierto, ciudades y provincias vecinas que acampan durante tres días produciendo un fuerte impacto. De iguales proporciones es la fiesta de La Asunción y algo menos concurridas son las fiestas en los demás pueblos de Lavalle, como El Cavadito y San José.
Los edificios del conjunto están construidos con los recursos naturales del lugar, zona árida actualmente muy degradada y de baja diversidad. Los muros son de adobe, cubiertas de torta de barro sobre techados de cañizo y estructura de madera de álamo, especie foránea que debió ser introducida luego del proceso de desertificación de la zona, que produjo la desaparición de los algarrobales.
Hacia principios del Siglo XX toda la región del desierto de Lavalle comenzó a sufrir un muy importante deterioro ambiental y humano como resultado de la sobreexplotación de los algarrobales y el desecamiento de las lagunas, recursos que fueron y son actualmente consumidos por el Oasis Norte. Esta situación produjo un acentuado proceso de desertificación y de inequidad territorial en la distribución de recursos que terminó por sumergir a la población local sometiéndola a una importante emigración y al abandono de las áreas cultivadas. El edificio de la capilla permite realizar una lectura de este proceso a través de sus disposiciones constructivas.
Desde 1975, año en que fue declarada M.H.N., la Dirección Nacional de Arquitectura realizó tareas de mantenimiento de torteados y revoques de barro y pintura, sin modificar el edificio.
En el año 1999 la Dirección Nacional de Arquitectura - Distrito Cuyo, en colaboración con la Municipalidad de Lavalle realizó una importante intervención en el sitio que abarcó la restauración integral de la capilla y la casa parroquial y los edificios aledaños que pasaron a funcionar como museo. En la capilla se procedió a retirar y reconstruir todos los revoques exteriores y las cubiertas, reemplazando tirantes y cañizos; se restauró el piso de ladrillos de la galería y se colocó un piso de baldosas criollas en el atrio, se restauraron carpinterías y se pintó todo el conjunto.
Siguiendo criterios que hoy se trata de revertir, se procedió, por indicaciones de la CNMMLH. a dejar a la vista las piezas de madera de estructura de techos pilares, balaustres y dinteles, a la vez que se despintaron las puertas, dejando una pátina con restos de las numerosas manos de pinturas superpuestas. Esta solución es contraria a la actitud de pintar y decorar las superficies murarias y estructuras y de recrear en el interior de la iglesia un edén que el medio árido niega.
En los años 2001 y 2002 se realizaron tareas de mantenimiento de pinturas y revoques mediante compras de materiales por parte de la Dirección Nacional de Arquitectura y aporte de mano de obra de la comunidad mediante la Comisión Parroquial.

Trabajos de investigación de campo y gestión con la comunidad 2005-2006
Durante 2005 y 2006, el Distrito Cuyo integró un equipo de trabajo para realizar un relevamiento completo de la iglesia y trabajos de investigación en archivos con el fin de conocer la materialidad del edificio y su historia constructiva, hasta ahora conservada en el

terrreno de la tradición. Los trabajos de sondeos de muros permitieron confirmar que el edificio original, construido aparentemente hacia 1835, tuvo su frente orientado hacia el Sur, con una sola torre, sacristía y galería hacia el Este, siguiendo la tipología de iglesias coloniales habituales en la región andina del Noroeste, Centro y Cuyo. Esta primera fase está resuelta en adobes negros, realizados con barro de la laguna, con alto contenido de materia orgánica. Una segunda etapa consistió en la construcción de la segunda torre, y coro lateral. El sismo de 1861 generó daños que afectaron las torres, especialmente la nueva que perdió el campanario. Los trabajos de reconstrucción, que aparentemente arrancan por encima de los dos metros, implicaron la inversión del sentido de la nave, la construcción del nuevo coro y atrio y el incremento en la altura de la cubierta.
Se ha investigado el uso del color y la pintura decorativa en el interior de la nave, a partir de fotografías de la década de 1940 y de cateos realizados en los muros y equipamientos, comprobándose el uso reiterado de motivos y sectorizaciones que reconocen un notable vínculo con capillas del Noroeste.
A partir de esta información, se están realizando reuniones con la comunidad para informarles de los resultados de la investigación y poner a su consideración la pertinencia de recuperar o no el uso de las pinturas decorativas, además de proponer el uso de tinturas naturales obtenidas del desierto, desterrando el uso de materiales contaminantes e industrializados, encuadrando estos trabajos en las acciones de la comunidad en la búsqueda de la recuperación de la identidad lagunera. Se ha propuesto a la comunidad que incluya a los alumnos de la escuela para que mediante los talleres se incorporen a la tarea de recuperación del patrimonio.
El proyecto original, se planteó con provisión de mano de obra mediante planes sociales y el aporte de fondos para compra de materiales por la Dirección de Patrimonio de la Provincia; como una solución transitoria a la falta de inversión de la nación. Una vez entregados los materiales se realizaron algunos trabajos que no fueron retomados luego de la fiesta patronal de 2005 por carecer de planes sociales. Actualmente se está tramitando el aporte para pago de jornales y para compra de equipos desde la DNA.

Ruinas del Fuerte de San Rafael del Diamante, Mendoza.
El fuerte de San Rafael del Diamante fue fundado y delineado en 1805, sin embargo, el fortín original, de carácter provisorio, fue reforzado en 1806 por Telles de Menesses al no contar con recursos para construir el fuerte planificado; de éstas tareas se cuenta con una descripción. Durante los primeros años de la revolución, se ordenó su traslado, no habiendo aún consenso entre los historiadores acerca del primitivo emplazamiento. El fuerte siguió en servicio hasta la campaña del desierto y fue luego utilizado para otras actividades hasta que en 1900 una creciente arrasó con prácticamente todo el terreno, subsistiendo las ruinas del frente norte bajo un túmulo.
Las ruinas del fuerte de San Rafael del Diamante, fueron declaradas Monumento Histórico Nacional, por Decreto Nº 137846/42. Las primeras investigaciones históricas y la gestión para la protección de las ruinas fue iniciada por el Profesor Francisco Sosa Morales, quien, en 1940, publicó una historia ilustrada con la perspectiva y un plano hipotéticos basándose en el documento de 1806. Las investigaciones históricas y excavaciones arqueológicas que permitieron avanzar en el estado del conocimiento del sitio, fueron desarrolladas desde el Museo de Historia Natural de San Rafael a cargo del Dr. Humberto A. Lagiglia en 1956 y luego en 1973, 1974 y 1975. Hasta hoy, ésta línea de investigación sostiene que el emplazamiento habría sido siempre el mismo, y es en la que se fundamenta la reconstrucción, aunque habría indicios de la existencia de por lo menos dos emplazamientos distintos.
Respecto de la conservación de este sitio, deben observarse dos aspectos fundamentales:
1. Los proyectos y obras de rescate, consolidación, reconstrucción y puesta en valor.
2. El mantenimiento y custodia del sitio.

1. *Proyectos y Obras de rescate, consolidación, reconstrucción y puesta en valor ejecutadas por el Distrito Cuyo de la D.N.A.:*

a. En el año 1982 se procedió a realizar la excavación y reconstrucción parcial de los muros y bastiones de las ruinas y la exposición de pisos originales. Estos trabajos fueron complementados con la puesta en valor del sitio y se ejecutaron la nivelación y delimitación del terreno, el cierre perimetral, la iluminación, la caminería, mástil y monolito conmemorativo. Obras realizadas por Administración con personal del Distrito Cuyo de la Dirección Nacional de Arquitectura. Los trabajos se realizaron durante más de dos años.
b. En el año 1995 el Distrito Cuyo de la D.N.A procedió a realizar la construcción de una defensa de gaviones rellenando y nivelando el terreno del patio del fuerte hacia el sur, a medio camino entre el corte aluvional y el antiguo barranco. Obras realizadas por contrato por un monto de $ 115.660.
c. El último proyecto, todavía vigente y en trámite, que contempla la reconstrucción "analógica" del frente del fuerte, fue realizado por la Municipalidad de San Rafael y el Distrito Cuyo de la DNA, promovido y aceptado por la Delegación local de la CNMMLH.; la Dirección de Patrimonio Histórico y Cultural de la Provincia y parte de la comunidad de la Villa 25 de Mayo. El pliego licitario, cuyo presupuesto oficial ascendía a $ 380.000, fue elevado a la consideración de la CNMMLH en Mayo del año 2000 sin que hasta el momento la misma se haya expedido.

2. *Custodia, protección y mant enimiento del sitio:*

La custodia, protección y mantenimiento del sitio y de los trabajos ejecutados por la Dirección Nacional de Arquitectura ha estado, desde 1993 a cargo de la Municipalidad de San Rafael y desde septiembre de 2003 esta responsabilidad es compartida con la Asociación Fuerte Histórico de San Rafael, mediante convenios vigentes.

Estado Actual:
En la actualidad y debido a la falta de mantenimiento y vigilancia en los últimos 13 años, el sitio se encuentra depredado y el elemento más valioso, sus pisos de piedra, se han perdido en casi un 40% por causas antrópicas. Por parte de la comunidad, los festejos del bicentenario generaron una creciente inquietud para lograr la reconstrucción parcial o total del fuerte y el apoyo al proyecto 2000. Ante el estancamiento del trámite de aprobación por la CNMMLH y con el objeto de lograr el desarrollo de un nuevo proyecto de intervención y de uso sostenible consensuado entre los actores intervinientes, el Distrito Cuyo de la DNA, organizó un taller de debate de propuestas con participación de la comunidad y de especialistas de la CNMMLH. el cual fue programado para 2004, luego pospuesto para 2005 y actualmente en suspenso, al haber presentado el gobierno de la provincia, en forma unilateral, un proyecto ante la CNMMLH. en Buenos Aires, perdiéndose, momentáneamente, el espacio de participación y debate que se había intentado generar en la comunidad.

Propuesta D.N.A 2004-2006 para el debate en el taller:
Analizados los antecedentes históricos que fundamentan el proyecto de reconstrucción y otros que no habrían sido considerados, (Marcó del Pont, 1924; María Izuel, 2006); se observa que las dimensiones de la planta actual presentan ciertas divergencias con las del proyecto del fuerte de 1805 y con las del fuerte provisorio reforzado en 1806, aunque pueden coincidir con las del fuerte que describe el censo de 1847. También hay por lo menos una referencia a la posible existencia de ruinas de un antiguo fuerte abandonado (Edmundo Day, 1854), por lo que se considera conveniente continuar y profundizar las investigaciones históricas y de campo para avanzar en el estado del conocimiento del sitio.
Respecto del sitio y su estado actual, se verifica que más allá del problema de la degradación de muros y pisos, el mayor problema es la dificultad para comprender tanto las características del fuerte como del sitio por lo que se propone realizar un

"Proyecto de consolidación, puesta en valor e interpretación de las ruinas del Fuerte de San Rafael y área fundacional de la Villa 25 de Mayo", 2006.

1. Continuar con las investigaciones históricas y arqueológicas en el área del fuerte y su entorno.
2. Integrar los restos del fuerte, plaza de armas, casa Martínez y Museo Histórico en un complejo del área fundacional de la villa.
3. Recuperar el acceso al fuerte en forma frontal desde la plaza, mediante una pasarela que, superponiéndose a la trama de la plaza, llame la atención acerca de la distinta orientación del fuerte y la villa y sirva de puente con el pasado del sitio.
4. Con el fin de permitir una correcta interpretación del sitio, hoy muy desdibujado por el relleno y contención y desaparición de la línea de corte de 1900, se propone recuperar el terreno faltante hasta la línea de barranca del siglo XIX, reabriendo la línea del corte aluvional de 1900, para que permita realizar una lectura geológica e histórica del sitio y de la construcción del fuerte mediante los únicos testimonios materiales que se conservan, como son los estratos, cimientos, pisos y pozos de basura.
5. Delinear la impronta de la silueta exterior del fuerte sobre el terreno recuperado, único dato hasta ahora que puede proponerse con certeza.
6. Instalar cartelería que permita la interpetación del sitio.
7. Consolidar las ruinas existentes de cimientos, muros y pisos.
8. Acordar un plan de manejo del sitio y el guión de las visitas.
9. Instalar en el museo histórico existente, los testimonios materiales del fuerte y exponer los distintos proyectos que ha realizado la comunidad en su esfuerzo para recuperarlo.

Otros proyectos

Por razones de espacio y por haber sido tratados en oportunidad del III Siacot, no desarrollaremos aquí otros casos, aunque es oportuno señalar que están en evaluación la continuación de los trabajos en la Iglesia del Rosario de Merlo y en los molinos de García y Sardiña, casos realizados mediante transferencia de fondos. El proyecto de rehabilitación por etapas y mediante escuela taller de Finca Molina, no ha podido inciarse por falta de fondos de la DNA. y las ruinas son objeto de saqueo por falta de vigilancia.

Conclusiones

La arquitectura de tierra, por su naturaleza, es especialmente sensible a una intervención inadecuada, que puede provocar daños progresivos muy graves en el corto plazo, también puede observarse que la conservación de estos edificios depende tanto de una intervención adecuada como de su mantenimiento posterior.

El patrimonio arquitectónico construido en tierra cruda, tiene la característica de estar sujeto a los ciclos de la naturaleza, por lo que es importante evaluar la conveniencia y oportunidad de incorporar técnicas y materiales, a veces contaminantes, que con el objeto de lograr una mayor duración de las obras, desplazan o reemplazan el concepto del mantenimiento cíclico.

Es importante también observar que algunas prácticas actuales, resultantes de la progresiva pérdida de capacidad técnica, son a veces asumidas como una forma históricamente correcta de ejecución, como es el caso del uso de revoques gruesos o rústicos expuestos al medio.

Ante estas observaciones, podemos afirmar que no es viable pretender lograr la conservación del patrimonio de tierra sin un plan de manejo ni un uso apropiado; el panorama es en este sentido muy preocupante cuando contabilizamos que casi el 70% de los Monumentos Históricos Nacionales en la región, tienen problemas de gestión que van desde el uso inapropiado y falta de mantenimiento mínima (incluyendo edificios y sitios transferidos con cargo a municipios mediante convenios), a usos sin consenso de los usuarios y propietarios, llegando hasta el abandono por parte de sus responsables. Es de

destacar la carencia de planes de manejo prácticamente en la totalidad de los edificios y sitios analizados.

Estas aparentes debilidades del patrimonio construido en arquitectura de tierra cruda, representan también una fortaleza, al permitir generar un espacio de oportunidad para la participación de la comunidad, siendo ésta participación una herramienta importante para mantener, promover o recuperar la vigencia de valores culturales, garantizando de esta manera la implementación de un plan de mantenimiento sustentable del bien.

Citas y notas

Los trabajos de campo y de gabinete expuestos han sido realizados por el Distrito Cuyo de la D.N.A entre los años 2003 y 2006.
Dirección del Distrito: Arq. Juan Carlos Marinsalda.
Equipo Distrito Cuyo: Sres. Luis Catenazzi, Juan M. Maidana, Raúl Lucero, Carlos Raveaux, Patricia Sessarego, Ana Modrijan.
Participan en el Equipo: Arqs. Cecilia Alvarez, Fabiana Ortega y Carolina Márquez.

Colaboraron o colaboran en los trabajos de investigación y en la gestión presentados.
Municipalidad de Lavalle: Arq. Ana Castillo.
Comisión Parroquial Iglesia del Rosario: Presidente Antonio Pelaltay.
Municipalidad de Malargüe: Lic. Miguel Giardina, Lic. “Nito” Ovando, Lic. Angel Pradeiro.
San Rafael: Prof. María Izuel, Viviana Rebolloso.
Merlo: Ing. Daniel Badano, Prof. Nora Costamagna, Arq. Eduardo Pérez Camargo, Lic. Leonor Gorostiaga Saldías, R.P. Daniel Spillman.
Dir. de Patrimonio de Mendoza: Dra. Valeria Cortegoso, Arq. Edgardo Priori., Lic. Daniel Sanzoni, Estela Garma. Arq. Ana Villalobos.

Juan Carlos Marinsalda

Arquitecto U.B.A. 1985
Jefe del Distrito Cuyo de la Dirección Nacional de Arquitectura, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Presidencia de la Nación.
Doctorando en el Doctorado en Rehabilitación Arquitectónica y Urbana en la Universidad de Sevilla, habiendo obtenido la Suficiencia Investigadora, realizando actualmente la Tesis Doctoral "La Casa Histórica de la Independencia Argentina", con la Dirección del Dr. Víctor Pérez Escolano y Codirección del Dr. Daniell Schávelzon.
Primer premio nacional a la mejor intervención en el patrimonio edificado otorgado por la Sociedad Central de Arquitectos y el Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio, en los años 2001 (Iglesia de Belén de Susques) y 2003 (Iglesia del Rosario de Coyaguaima), en colaboración con el equipo del Distrito Noroeste de la Dirección Nacional de Arquitectura.
Participación como asistente y expositor en 15 Congresos y Jornadas nacionales e internacionales, realización de 15 cursos de especialización excluyendo los de Magister y Doctorado; participación como Docente y Conferencista en 11 Cursos y Seminarios internacionales, 10 exposiciones, 14 trabajos publicados en el país y el exterior y numerosos trabajos inéditos realizados individualmente y en colaboración.
Miembro de diversas instituciones oficiales dedicadas a la conservación del patrimonio cultural.
dnacuyo@ciudad.com.ar

5.16

PUESTA EN VALOR DEL MOLINO SARDIÑA

Estela B. Márquez, Ricardo F. Gómez, Myriam A. Romero
FACULTAD DE ARQUITECTURA URBANISMO Y DISEÑO – UNSJ
Complejo Islas Malvinas Av. I. de la Roza y Meglioli. Rivadavia 5407 San Juan
Tel. 0264 - 4232395 E-mail: aromerofurlani@yahoo.com.ar

Palabras clave: puesta en valor - Molino Sardiña - proceso de producción

Presentación

El objetivo de este trabajo consiste en difundir la puesta en valor realizada en el Molino Sardiña a partir de sus valores históricos, científico y social:

- Marco contextual del referente
- Puesta en valor a partir del valor histórico
- Puesta en valor a partir del valor científico
- Puesta en valor a partir del valor social
- Conclusión

Marco contextual del referente

San Juan

En una zona árido-sísmica como es la Provincia de San Juan con connotaciones diversas en lo referente a los objetos patrimoniales estos bienes culturales han aportado una experiencia distinta, no sólo a su modo de conservación sino también al relacionar la experiencia comunicativa generada por ellos con la propia experiencia de la comunidad.
Los Molinos Harineros del norte de la provincia representan una etapa muy importante de la historia de San Juan, en los siglos XVIII, XIX, y principios del XX.
En este periodo histórico la provincia alcanzó el tercer lugar en el país como productora de trigo. Este trigo tan especial que crecía al pie de la cordillera se trataba de una variedad muy resistente al clima y de gran rendimiento (trigo candeal).

Jáchal

El 25 de Junio de 1751, se fundó San José de Jáchal, se planteó conforme al modelo de poblaciones españolas en el Nuevo Mundo.
Los años iniciales de la fundación fueron duros y difíciles, en 1772 se le dio nombre de villa.
El apogeo de Jáchal se produce por la actividad ganadera (buena calidad de los potreros bajo riego y buenos campos para pastoreo) y agrícola (excelente calidad de su trigo y alfalfa que derivó en una gran producción de harinas y forrajes) y además se complementaron los intereses del oeste argentino con los de Chile.
Como consecuencia de ésta actividad se logra en Jáchal entre 1850 y 1930 el mayor esplendor arquitectónico; se erigen las grandes residencias de adobe, verdaderas mansiones de las familias pudientes de la zona. Aquí se editan un gran número de diarios y periódicos locales.
El norte de Chile era su mercado predilecto, los ganaderos de Jáchal tuvieron siempre sus ventas aseguradas en Antofagasta, Copiapó, Vallenar, Coquimbo, La Serena, etc. Los productos eran bien recibidos en todos aquellos lugares donde llegaban.
La semilla de alfalfa poseía mercado en el Litoral, Rosario y Córdoba.
En burros, mulas y carretas se traía el fruto de sus trigales a los Molinos jachalleros.
Comienzan a aparecer los primeros de los once molinos harineros que existieron y por el año 1870 sus cereales se exponían en todas las muestras nacionales artesanales. En el periodo de 1865 a 1885 Jáchal tiene su época de esplendor y su pico de apogeo. Sobre fines del XIX había en Jáchal 6.500 hectáreas cultivadas con trigo y 18.000 con alfalfa.

Los Molinos

A fines del siglo XIX funcionaban once molinos en Jáchal, en base a energía hidráulica, que poseían aproximadamente las siguientes capacidades de procesamiento de harina diarias:

- Bautista Echegaray (1825 el más antiguo de todos)1200Kg/día,-
- Francisco Nicolía (1830) 500Kg/día
- Retiro froilan Alday (1840)1200Kg/día,
- Saturnino Reyes (1845) 500Kg/día,
- Pedro Doncel (1865(1000Kg/día,
- Distrito Pampa del Chañar- Suiser (1862) 2500Kg/día,
- San Juan de Guillermo Tropea (1877)2500Kg/día
- Pampa Vieja, Bella Vista, M. Robles (1877) 400Kg/día
- Huaco de Eusebio Dojorti (1880)4000Kg/día
- San José – Moisés Cano (1884) 500Kg/día,
- **Santa Teresa Vicente Guell (Sardiña) (1889)4000Kg/día**
- **Total de Molinos: 11(once) - Producción promedio: 1664Kg/día**

En Jáchal el espíritu de la Revolución Industrial del siglo XIX, se halla presente. Sus magníficas maquinarias alemanas e inglesas del siglo XIX, lograron un mejor rendimiento de la producción y donde una sola persona bastaba para que todo funcionara perfectamente.

"RUTA CULTURAL DE LA INDUSTRIA HARINERA DEL NORTE SANJUANINO"

1

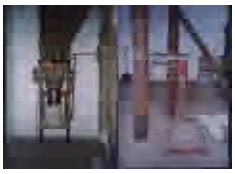
1 **MOLINO SARDINA ó STA. TERESA** | 2 MOLINO REYES | 3 MOLINO GARCIA ó DEL ALTO | 4 MOLINO PEREZ | 5 MOLINO DE HUACO | 6 MOLINO ESCOBAR ó DE IGLESIA | 7 MOLINO BELLA VISTA



DATOS HISTORICOS: Comienza a funcionar en 1885 construido y montado por el ingeniero Vicente Guell quien luego vende a Faraldo y este en 1908 vende a María Fernández de Llináz quien pierde esta propiedad en 1936 cuando el banco la remata y es adquirida por Antonio Sardiña, español ,siendo actualmente propiedad de la sucesión de sus 9 hijos. Desde entonces se lo conoce como "Santa Teresa". La maquinaria es traída de Francia, Inglaterra, Alemania y EE.UU.
En 1940 se instaló un generador de corriente eléctrica en el molino que le dio luz por primera vez a Jáchal.

PATRIMONIO INTANGIBLE: **EL PROCESO DE MOLIENDA**
Junto a la maquinaria existe una panelería de 0,70 x1,00 m que hace más didáctico el proceso.





APRECIACION DEL ESTADO ACTUAL: MUY BUENO. En 1937 se modifica su funcionamiento agregando una rueda de madera construida por artesanos locales de 4,5m de diámetro, que el 2003 fue reconstruida en su totalidad.

GESTION DE CONSERVACIÓN A CARGO DE: **U.N.S.J. - Dirección de Cultura Rectorado – Canal 8 – Gendarmería Nacional – Ministerio de Servicio e Infraestructura - Obrador Delegación Jachal.**

AUTORES: ARQ. ESTELA MÁRQUEZ
LIC. ADRIANA ROMERO
ARQ. RICARDO F. GÓMEZ



Puesta en valor a partir del valor histórico

Molino Santa Teresita

Los Históricos Molinos Harineros del Norte Sanjuanino



Molienda

Se deben abrir y seleccionar en forma manual, las "tapitas" o puertas del cernidor para que caigan los granos y sea llenada cada bolsa.

Ministerio de Desarrollo Humano y Promoción Social, Dirección de Patrimonio

Gestión de Conservación: U.N.S.J. Canal 8 Gendarmería Nacional Ministerio de Infraestrustura

Fotos: Alejandra Baletis Compaginación: Arq. Estela Marquez

Molino Santa Teresita

Los Históricos Molinos Harineros del Norte Sanjuanino



Molienda

Una vez llenas las bolsas se transportan y se descargan en la tolva del cilindro liso.

Ministerio de Desarrollo Humano y Promoción Social, Dirección de Patrimonio

Gestión de Conservación: U.N.S.J. Canal 8 Gendarmería Nacional Ministerio de Infraestrustura

Fotos: Alejandra Baletis Compaginación: Arq. Estela Marquez


Molino
Santa Teresita
Los Históricos Molinos Harineros
del Norte Sanjuanino
Molienda
2do pasaje: El trigo vuelve de la primera 1era molienda, arriba al cernidor.
3er y 4to pasajes: El trigo es subido al otro cernidor,
el cual selecciona los granos de molienda
Ministerio de Desarrollo Humano y Promoción Social, Dirección de Patrimonio
Gestión de Conservación:
U.N.S.J.
Canal 8
Gendarmería Nacional
Ministerio de Infraestrustura
Fotos: Alejandra Baldis
Compaginación: Arq. Estela Marquez

Puesta en valor a partir del valor social

En áreas sísmicas el concepto de Patrimonio es distinto porque existen diversas vivencias de las que se pueden hallar en cualquier otro lugar. Aquí el problema es que la comunidad tiene un sentimiento adverso al Patrimonio por ciertas vivencias. De nada sirve un perfecto estudio científico técnico sino hay un seguimiento Socio - cultural.

Al modo particular como en la Argentina asumimos la historia bien puede considerárselo una constante como una historia de rupturas, la dependencia cultural, los modelos los paradigmas, los terremotos hacen que nuestra cultura se presente como sumatoria de momentos y de hechos arquitectónicos, ya que configuran el componente básico de nuestras identidades regionales.

Desde la elaboración de las normas de Quito (1967), "documento fundamental para el Patrimonio Americano", comienza una verdadera campaña para salvaguardar nuestro patrimonio. Definiendo que *los valores patrimoniales abarcan desde el ambiente urbano y los monumentos hasta las expresiones de la cultura popular, considerando el ambiente es todo.* La evolución ha seguido ampliándose y se plantea hoy la necesidad de rescatar los pequeños poblados históricos. Ellos integran gran parte de nuestro patrimonio ambiental, cultural y urbano; una parte de ese patrimonio del país pertenece a comunidades cuya cultura tradicional no sólo está viva sino que es capaz de absorber los efectos de la modernización sin perder sus características fundamentales; como es el caso de Jáchal donde se requiere hacer esfuerzos indirectos que apoyen la cultura del lugar más que los hechos materiales.

Los molinos y su entorno constituyen un pequeño grupo económico y es el elemento aglutinante de las actividades del hombre en el medio rural. La vinculación entre los medios de vida, el sistema total de la casa, el asentamiento y el paisaje; es la unidad elemental, la huella de la presencia del hombre en el paisaje, refleja las condiciones del hábitat en el campo.

Los elementos que complementan el conjunto se disponen de diferentes modos haciendo un uso eminentemente racional de los recursos disponibles en un ejemplo de adaptación y respeto ambiental.

El hombre se apropia y transforma el paisaje natural, se *antropiza*, la agricultura genera un paisaje nuevo y marca la mano del hombre, comienza la estructura social del campo, donde se produce.

"*Insistir cada vez más en el valor social del Patrimonio de nuestros pueblos, no solo del edificio en sí y de sus valores arquitectónicos, tipologías, estructurales, sino también en el mensaje cultural que éstos emiten y que es parte indisoluble de su autenticidad". (Conclusión III Congreso de Rehabilitación del Patrimonio – Granada –España, 1996)*

Todos tenemos un esquema referencial que nos pertenece y que es el resultado de nuestra integración psíquica y física al lugar en que vivimos. El marco referencial de nuestra sociedad está en crisis, en proceso de cambio, vivimos en constante análisis, pero sólo en la medida en que éste se realice con valores y objetivos comunitarios podemos preservar el lugar que nos permite vivir y recuperar nuestra dignidad como habitantes. Las generaciones que construyeron el hábitat en el que hoy desarrollamos la mayor parte de nuestras actividades, están desapareciendo y con ellos la transferencia de los cómo y porqué de sus concreciones. La región debe asumir en el estudio de las técnicas constructivas tradicionales y la formación sistemática de la mano de obra que ejecutara la recuperación. No siempre el usuario comprende el lugar en que vive, el código construido por generaciones anteriores se ha transformado para él en una lengua muerta, sin embargo en la medida en que deposita allí sus hábitos, sus costumbres, lo cuida, lo respeta, le da un nuevo significado en consecuencia lo Habita. De esos habitantes (los técnicos) tenemos mucho que aprender, si integramos una comunidad con intereses compartidos nos educamos mutuamente.

Es necesario conocer a fondo la mecánica de los deterioros y sus patologías, para poder generar técnicas de Intervención y vincularlas a la Teoría de la Conservación y preservación histórica tradicional, con las posibilidades que ofrecen los nuevos materiales asociados con

nuevas y viejas técnicas. Recuperar entonces las tecnologías tradicionales propias de esta región, es recuperar sus edificios.
"Las restauraciones, ampliaciones, reparaciones a nivel popular anónimo son tan viejas como el construir y la arquitectura misma. Ambas actividades formaron siempre parte del proceso vernáculo de diseño quienes viven en pequeños poblados sienten que el ambiente les pertenece, no hay un conocimiento científico del mismo pero sí un alto grado de desarrollo de lo afectivo y en muchos casos, con medios muy limitados intentan el mantenimiento, necesidad que tiene el hombre de mejorar o cuidar su lugar existencial.
Se han realizado acciones concretas en la comunidad a través de concursos abiertos en las áreas de dibujo profesional, artístico, fotográfico, arquitectura, poesía, historias de vida cotidiana y diseño gráfico. También se han realizado en las escuelas capacitación para que la inauguración de las obras resultara un evento de gran importancia para la comunidad.

Puesta en valor a partir del valor científico
Los países, las regiones o Comunidades tienen diferentes elementos definitorios. Una Comunidad termina allí donde el compartimiento cultural global está suficientemente diferenciado de sus vecinos. La Argentina es por la extensión de su territorio, la variedad de sus climas, la diversidad étnica de los grupos humanos y por muchos elementos del pasado y del presente una compleja configuración de regiones con individualidad propia.-
Cada una de esas regiones se manifiesta como una fuente de asombrosa vitalidad para nutrir la cultura nacional. Tal es el caso de Jáchal y otras localidades aledañas.-
En la cúspide de su apogeo, pleno siglo diecinueve la arquitectura refleja una época esplendorosa, de abundancia que se manifiesta en la grandiosidad de sus construcciones palaciegas e industriales.-
Aún hoy en Jáchal el *Espíritu de la Revolución Industrial* del siglo diecinueve nacido en Europa se halla presente en los molinos harineros con sus magníficas maquinarias alemanas e inglesas del siglo pasado, en sus proyectos y composiciones logradas para un mejor rendimiento de la producción, en su carácter utilitario en el que una sola persona bastara para que todo funcionara.-
La pérdida de este patrimonio como entidad diferenciadora representa el perder total o parcialmente los sueños de identidad y olvidar parte de la raíz como pueblo singular.-
El molino está integrado por maquinarias totalmente de madera, con correas de cuero y ataduras del mismo material.
Estas construcciones están en condiciones de ser recuperadas, ya que la sequedad del clima sanjuanino permitió que se conservaran y que algunos estén activos hasta nuestros días. Dotados de maquinarias del siglo XIX, la antigüedad de sus recintos, el sistema de molienda impulsado por el agua, le confiere el carácter de auténticos representantes de una etapa de la historia de San Juan, cuando la construcción (carente de materiales y expertos constructores) mejoraba lentamente.
Una parte de las maquinarias es proveniente de E.E.U.U., según se lee en las placas de 1838, 1867, 1872. Son de madera de pinotea, en el interior dos rodillos de distinto tamaño que a distinta velocidad, se van apretando y por fricción muelen el grano.
Antiguamente se hacían tres turnos, eran tres molineros por día uno cada 8 horas.
Como era tanta la cantidad de trigueros que esperaban turno para moler su producción, y pernoctaban días y días, existían tambien un taller de carpintería para los carros y carretas, un taller de herrería para los herrajes de los caballos, corrales para descanso y comida de los animales y además habían cuartos para que el descanso de los trigueros.
A los Molinos de aquella época acudían los arrieros, que en sus carretas, llevaban el fruto de los trigales de la provincia y de otras vecinas para la fabricación de harinas, que era muy apreciada en Chile, Córdoba, La Rioja y San Luis. La industria harinera alcanzó tal desarrollo que aún es añorada por jachalleros e iglesianos.
Los molinos y sus construcciones anexas constituyen un conjunto testimonial de valor científico arraigado en la memoria colectiva de los pueblos. Son también una manifestación sobreviviente de un proceso productivo regional de tradición agrícola ganadera, que se prolonga hasta principios del siglo XX.

Conclusión

Los Molinos y sus construcciones aledañas, constituyen un conjunto testimonial de valor histórico arraigado en la memoria colectiva del pueblo jachallero, son la manifestación sobreviviente de un proceso productivo regional, muestran nuestra realidad, fuente de recursos económicos de la provincia de esa época. La valoración de esta arquitectura de carácter utilitario es una forma de autovaloración que respeta todo el quehacer del hombre. Hablar de Patrimonio Industrial, es uno de los componentes esenciales de este trabajo, y es para nosotros referirnos a un grupo de obras arquitectónicas que son referencias materiales que hacen a la historia de nuestra comunidad, pero ese Patrimonio Cultural también lo conforman las costumbres y tradiciones (Patrimonio Intangible) que definen a ese patrimonio como hecho cultural de una determinada clase social, modos de vida, forma de construir, representativos de una época.

Esta historia que rescata lo cotidiano, la producción del hombre común (no puramente estético) es nuestra cultura popular, nuestra producción cultural y nos transmiten un verdadero acervo constructivo tradicional que nos expresa como se vivía, con respuestas lógicas y espontáneas al clima, con uso de materiales y tecnología regionales, (Patrimonio Arquitectónico Modesto), con sus modos de vida y costumbres (Patrimonio intangible.) y con la transculturación de sus maquinarias (Patrimonio Industrial).

Es fundamental entonces considerar a estos bienes patrimoniales como bien de recurso, deben ser reconocidos por su valor histórico, científico y social.

Revivir esas vivencias, recuperar esa memoria del pasado, establecer la conexión de la historia con la realidad de hoy, hace que surja la iniciativa del presente trabajo.

Bibliografía

Guía del Instituto Geográfico Militar de San Juan (1902)
MO, Fernando: "*Cosas de San Juan "*
VIDELA, Horacio: "*Historia de San Juan Tomo I"*
MORENO, Carlos: "Patrimonio de la Producción Rural"

Estela B. Márquez

Arquitecta – Docente investigadora de la FAUD – UNSJ – Integrante del CICOP – Docente de Historia y Crítica IV – Docente Cátedra Patrimonio y Turismo – Especialista en Patrimonio Arquitectónico.

Ricardo F. Gómez

Arquitecto Investigador de la FAUD – UNSJ – Integrante del IRPHA – Instituto de Planeamiento Regional del Hábitat.

Myriam A. Romero

Licenciada en Servicio Social – Investigadora de la FAUD – UNSJ – Integrante del IRPHA – Instituto de Planeamiento Regional del Hábitat.

5.17

CONSOLIDACIÓN EMERGENCIAL DE LAS ESTRUCTURAS DE ADOBE DE LAS RUINAS DE LA ANTIGUA FÁBRICA DE TEJIDOS SANTA BÁRBARA MG – BRASIL

Alexandre Ferreira Mascarenhas
Museu Nacional-UFRJ
Av. N.S. Copacabana, 1182/802 CEP: 22070-012 Rio de Janeiro
tel: 55-21- 2267.9072 / e-mail: afmascarenhas@yahoo.com

Palabras clave: capacitación - consolidación - patrimonio

Resumen

Las primeras industrias de tejidos en Brasil fueron implantadas a partir del siglo XIX. No obstante, la implementación de la industria textil en Minas Gerais vivió su apogeo hasta mediados del siglo XX cuando fueron instaladas en el interior de la provincia innumerables fábricas montadas con maquinaria proveniente, sobre todo de Inglaterra. Estos equipamientos venían en navío hasta Rio de Janeiro y entonces eran transportados a lomo de burro por las montañas y sierras de *Minas Gerais*. El aumento de la exportación del algodón juntamente con la abolición de la esclavitud en 1888, incrementando el trabajo remunerado, contribuiría para el desarrollo de la industrialización.

En este período, todavía era común el sistema constructivo utilizando la tierra como material de construcción. La pared de barro y cascotes o palos atravesados y los adobes fueron comúnmente utilizados en la edificación de casas, capillas e iglesias en diferentes regiones; específicamente en aquellas donde la existencia de piedra y de vegetación era escasa. Semejantes realizaciones de estas técnicas de arquitectura, actualmente, todavía pueden ser identificadas.

La fábrica de tejidos Santa Bárbara fue erguida en 1874. Su sistema de construcción se constituye de la siguiente manera: piedra en la base que sostiene las columnas, estructura en madera y en los muros de tablas de madera con adobes y tejados coloniales. En los años 1950, una nueva sede es construida y la antigua fábrica es abandonada. La villa de obreros todavía se conserva y permanece inalterada.

En el año 2005, uno de los propietarios de la antigua fábrica decide transformar las ruinas de la misma en un palco para un festival de jazz. El espacio de tiempo era corto, entonces, fue desarrollado un proyecto de emergencia de restauración visando solamente la higienización y consolidación de las estructuras en adobe y el tratamiento del maderaje.

La estructura compuesta por madera y paredes en adobe, que se encontraba bastante deteriorada, presentaba patologías como desmoronamiento, desvíos y relieves sobresaliendo del adobe y de las argamasas; pérdida y fragmentación en adobes y argamasas; suciedad generalizada; manchas de humedad y presencia de sales. El maderaje había sido atacado por termitas de suelo y de madera.

El proceso de restauración se dividió en dos etapas: concientización y capacitación de la comunidad local y ejecución de la intervención propiamente dicha. La primera etapa envolvió la formación de profesionales que habitan en la villa obrera y que no prestaban ningún tipo de servicio para la actual fábrica. Criterios de intervención como la compatibilidad y la permeabilidad de materiales, la máxima conservación del original y la estabilización y preservación de la estructura fueron tenidos en cuenta.

El festival de jazz fue realizado con suceso, atrayendo a un público de diversas provincias de Brasil. La preservación histórica arquitectónica aliada a programas de gestión cultural y de turismo, cuando es bien administrada, alcanza resultados positivos y, paralelamente, la formación y educación patrimonial de mano-de-obra carente, la revalorización de la región como polo turístico y su mantenimiento, posibilitan la continuidad en el proceso de restauración y conservación del edificio como así también en mejoras económicas y sociales.

Industria Textil: Breve historia e implantación en Minas Gerais

A partir de finales del siglo XIX, con el impulso de la Revolución Industrial en Inglaterra, el perfil de la industria textil en Brasil muda radicalmente sobre todo en lo que respecta a la maquinaria que se prolifera en las fábricas textiles en el interior del país. El sistema mecanizado utilizando máquinas a vapor, a carbón y a motor de combustión substituyen el uso de fuerza humana e instrumentos manuales en estos establecimientos. Es éste el período de instalación de los primeros telares industriales en el país.

El desarrollo de las estamperías en tejidos en Brasil se inicia con la llegada del príncipe regente Don Joao VI a Río de Janeiro en 1808. No obstante, los primeros ejemplares de telares llegan al país en el siglo XVI, por medio de los colonizadores. La producción de esta época, servía solamente para suplir las necesidades domésticas.

Las primeras plantaciones de algodón se instalan en las regiones Nordeste y Norte, además de Río de Janeiro, Sao Paulo y sobre todo en Minas Gerais durante la extracción del oro. El desarrollo comercial de la manufactura textil minera se consolida a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, cuando las minas de oro se agotan.

El modelo británico de complejo industrial, donde existía la fábrica y la villa obrera, va a ser difundido en todo el territorio de Minas Gerais. La economía brasileña que hasta entonces era predominantemente agrícola, se vuelca para el sector textil donde a partir de la década de 1870 se inicia un significativo crecimiento de la industria brasileña.

Mientras que en gran parte del territorio nacional los inmigrantes tuvieron mucha influencia en el proceso de industrialización, en Minas Gerais no ocurre lo mismo. A pesar de la importancia de éstos, sobre todo europeos (alemanes, italianos, ingleses) en la conformación y establecimiento de la industria, los brasileños representan la mayoría de los "empresarios" que invirtieron en Minas Gerais. La industria textil minera está concentrada en la región central de la provincia y es prácticamente originaria de pocas familias tradicionales y grupos de amigos de clases dominantes como estancieros y comerciantes. Distintos establecimientos textiles fueron implantados entre las décadas de 1870 y 1880 entre los cuales vale destacar la Fábrica do Cedro, Fábrica da Cachoeira, Fábrica Sao Sebastiao, Fábrica do Biribiry, Fábrica do Brumado, Filatorio Montes Claros, Fábrica Sao Roberto, Tecelagem Mascarenhas y Fábrica Santa Bárbara.

La fábrica de tejidos Santa Bárbara fue inicialmente planeada por el médico, político y comerciante de diamantes, Joao da Matta Machado, proveniente de Diamantina. Después de su muerte, sus hijos y yernos crearon una sociedad para el establecimiento de la fábrica. La conclusión de la edificación se dio en 1874 (Fig. 1).

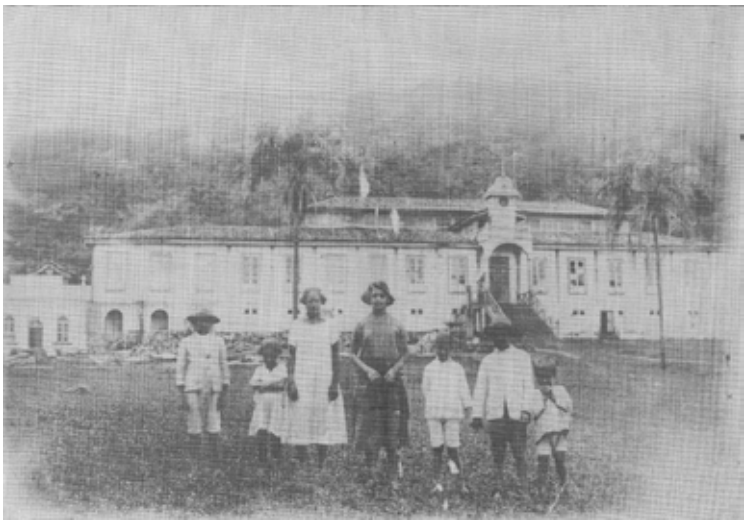


Figura 1: la fábrica de tejidos Santa Bárbara en el final del siglo XIX
Fonte: acervo família Paculdino

La villa de Santa Bárbara fue fundada al final del siglo XIX, siendo ésta pasaje obligatorio para troperos que venían de Bahía y del Norte de Minas en dirección a Diamantina, considerada en la época la ciudad más importante de la región. Al final del Imperio, había una política de incentivo para la instalación de industrias próximas a ríos con potencial de generación de energía hidráulica. Así, surgió la fábrica de tejidos Santa Bárbara y se formó entonces, una villa de obreros, hoy distrito del municipio de Augusto de Lima.
La fábrica pasó por diversos propietarios hasta los años 1950 cuando el hijo del operario de la industria textil todavía en actividad, Joao Paculdino Ferreira, adquirió la misma, invirtiendo en su modernización. El antiguo establecimiento fue abandonado y una nueva construcción fue edificada.

Sistema Constructivo y Estado de Conservación
En el Brasil colonial las técnicas más difundidas de construcción utilizaron la tierra como principal material. Durante los primeros siglos de la colonización y en regiones menos ricas en piedra como Sao Paulo y Goiás, la pared de barro fue bastante usada y a pesar de sus limitaciones, pasó a caracterizar las construcciones expedicionarias, simbolizando a la civilización paulista, dando carácter peculiar a las ciudades y a los establecimientos rurales.
No obstante, en los suelos pedregosos e montañosos de Minas Gerais, con el difícil acceso y transporte de las tierras arcillosas de los fondos de los valles, otras técnicas de construir con tierra fueron empleadas. Debido también a la facilidad en la obtención de madera y utilizando la tierra local o los palos y el adobe representaron la cultura constructiva minera en esta región.
La construcción de la Fábrica de tejidos Santa Bárbara fue erguida por medio de una estructura autónoma de madera y muros en ladrillos de adobes. Las argamasas fueron ejecutadas con barro, fibra natural y arena, técnica local muy difundida en esta época. La edificación en un único pavimento, en estilo colonial, presenta quince aberturas de escuadras y un acceso principal de entrada en la fachada frontal, encimada por arco y torre. La cobertura es compuesta por dos elementos, ambos a cuatro aguas, siendo que el elemento superior, más contenido y central, buscaba también facilitar la ventilación e iluminación del interior de la fábrica.
La localización del edificio, en lo alto de la colina, resalta y valoriza la imponencia y grandiosidad de la construcción.
La villa operaria que sigue la curvatura del relevo descendiente es compuesta por aproximadamente 100 casas, una capilla, un mercadito, una farmacia, una panadería, un campo de deportes y plaza central. Las construcciones, padronizadas, se mantienen todavía muy bien conservadas, una vez que siguen ocupadas por los funcionarios de la industria.
Pero, lo mismo no puede decirse del antiguo predio de la fábrica, completamente en ruinas. Después de la substitución e implantación de la fábrica por un nuevo edificio construido en la década de 1950, el abandono y el tiempo se tornaron los mayores villanos de esta imponente edificación.
Construcciones históricas presentan sistemas constructivos distintos de las edificaciones contemporáneas. Esos monumentos arquitectónicos, durante todo el período de su existencia, están sometidos al tiempo, al clima, al hombre, a su uso y a un contexto específico donde están inseridos. Esos agentes, activos, causan patologías diversificadas en los componentes de los edificios.
Las patologías están directamente asociadas a anomalías o síntomas decurrentes de un proceso de deterioración, que sucesivamente aparecen en las edificaciones.
La falta de información por parte de los propietarios de los inmuebles, muchos de éstos tumbados, contribuye también para la degradación, desestabilización y hasta el deterioro de estas edificaciones. Entre algunos de los principales agentes causantes de patologías están el hombre y la acción de la intemperie, como en el caso de la Fábrica de tejidos Santa Bárbara.

La presencia constante del agua – humedad – está asociada directamente a la mayoría de las degradaciones percibidas en la edificación – paredes internas, fachadas, coberturas y forros. Más allá de eso, acciones provenientes de la variación de temperatura, de los vientos y de los organismos biológicos – animal y botánico - ocasionaron agentes patógenos como acumulación de suciedad, fisuras, rajaduras, ranuras, relieves, desprendimiento y podrecimiento parcial de las argamasas y de los elementos estructurales.
El agua es, por lo tanto, considerada como un importante agente de deterioro, afectando no solamente las argamasas, sino también sus sistemas estructurales. La edificación sufrió alteraciones, sobre todo cuando es expuesta continuamente a la acción de la intemperie. En muchas áreas las argamasas se soltaron de su soporte (los adobes).
La humedad, tal cual la temperatura, oscila de forma variada, dependiendo de la época y de la región en que actúa. Las mayores tasas de humedad relativa son percibidas cuando el sol se pone y es este período el más favorable para el desarrollo de agentes biológicos. Se puede observar la presencia de hongos y líquenes, ya que el ambiente propicia tasas de humedad e temperaturas elevadas, o sea, ideales para el desarrollo de estos microorganismos.
En algunas partes del maderamen principal - columnas, vigas y estructura del tejado – fue posible percibir la pudrición de la madera y la presencia de colonias de termitas. En algunos casos, la estructura ya había perdido su función estructural. Los xilófagos se alimentan de la madera ingresando en las estructuras del predio y algunos locales, mantienen intacta una fina camada externa de las piezas de madera que atacan, dejándolas sin función estructural, siendo irreversible en algunos casos.
Otros importantes agentes de degradación de la fábrica Santa Bárbara son compuestos por acciones como el peso y presión. Estos factores son responsables por patologías como rajaduras y trincas.
Parte del piso, original en tierra batida y madera, había sufrido desnivel y consecuentemente pérdida substancial de material y formación de rajaduras y desprendimiento de argamasas en las paredes.

Capacitación Profesional y Educación Patrimonial
La conservación de los bienes culturales exige el conocimiento de los materiales y de las estructuras – sistema constructivo – así como la forma en que cada elemento reacciona a los diversos factores ambientales. Las acciones de la física y de la química, así como de la ingeniería y de la arquitectura, constituyen los antecedentes y presentan características fundamentales para la evaluación y el entendimiento de los edificios. En las últimas décadas, dos fenómenos fueron importantes para la manutención y restauración de los monumentos. El primer fenómeno dice a respeto de las técnicas y de las tecnologías, que se han perfeccionado para satisfacer gran parte de las necesidades en una obra de restauración. El segundo está asociado al profesional restaurador especializado en conservación, dotado de habilidades, conocimientos y experiencias prácticas y teóricas, concientes de que el uso y la introducción de determinado tipo de material y técnica sea compatible con el original, asegurando su integridad física y estética, no comprometiendo su autenticidad y garantizando su reversibilidad.
A pesar de la restricción política preservadora, que muchas veces no facilita el acceso a la manutención constante de este patrimonio, se observa un gran número de obras de restauración siendo ejecutadas en las diversas ciudades desparramadas por el país. El número de construcciones históricas que están siendo restauradas, revitalizadas y rehabilitadas viene creciendo a cada año; sin embargo, lo mismo no acontece con el número de profesionales competentes y habilitados para actuar de manera adecuada y conciente.
En vista de este vacío profesional en el área de restauración del patrimonio histórico edificado, el Ministerio de Cultura, juntamente con UNESCO y con recursos del BID, creó el *Programa Monumenta*, visando el rescate de los oficios y técnicas tradicionales, con la formación y capacitación en contexto de trabajo de mano-de-obra especializada para actuar en este exigente mercado de trabajo.

Programas de capacitación profesional y educación patrimonial han sido una tendencia actual en el país. Distintas acciones de formación especializada en conservación, han sido realizadas en ciudades como Ouro Preto, Tiradentes, Goiás Velho, Pelotas, Olinda, Salvador, Recife, Rio de Janeiro, Sao Paulo, Santos entre otras.
Nuevas tecnologías y metodologías vienen siendo transmitidas a las poblaciones inseridas en los centros históricos donde estas acciones vienen siendo implantadas.
A partir del 2002 algunas actividades relacionadas a la recuperación del patrimonio arquitectónico fueron ejecutadas. En Goiás Velho, un equipo formado por maestros albañiles y carpinteros desarrolló talleres prácticos rescatando el uso de técnicas tradicionales como el adobe y las paredes de barro con canto rodado, y juntamente con la mano-de-obra formada, recuperaron gran parte del caserío del centro histórico que se encontraba bastante danificado después de inundaciones ocurridas en enero de ese mismo año.
En Ouro Preto, maestros en pintura rescataron el uso de argamasa y pintura a base de cal y la utilización de pigmentos naturales encontrados en la región.
En la Fábrica de tejidos Santa Bárbara, el programa de capacitación contó con la participación de un especialista en conservación de arquitectura de tierra y argamasas. El grupo a ser capacitado era compuesto por desempleados de la fábrica y jóvenes interesados en aprender un oficio; todos habitantes de la villa obrera.
Este programa fue dividido en dos etapas: una etapa destinada al tema educación patrimonial y la otra, a la capacitación profesional propiamente dicha.
La primera etapa (Educación Patrimonial) incluyó actividades como: desarrollo de actitudes y comportamientos de preservación patrimonial; asimilación de conceptos de bien cultural, patrimonio cultural, bien inmueble, bien integrado, bien mueble, conservación, preservación, restauración y revitalización; conocimiento básico de las legislaciones, normas, cartas y recomendaciones nacionales e internacionales de protección patrimonial e instituciones afines; identificación y reconocimiento de las técnicas constructivas; conocimiento de la historia local e identificación de las patologías incidentes en la estructura de la edificación.
La segunda etapa (Capacitación Profesional) consistió en: identificar los materiales utilizados en el soporte y en las argamasas; utilizar las herramientas adecuadas; realizar testes para definición del proceso de higienización y consolidación; y ejecutar servicios de restauro propiamente dicho como higienización superficial, limpieza mecánica y química, protección, consolidación y protección.

Propuesta de intervención: procedimientos, materiales y técnicas
Entre los principios básicos aceptados internacionalmente en relación a la restauración de las edificaciones está el de asegurar la autenticidad, permitiendo que el máximo de material histórico se conserve. Además de eso, otro elemento fundamental que debe ser observado está asociado con la compatibilidad de los materiales, garantizando su integridad física y la reversibilidad de éstos. El concepto de compatibilidad establece que los nuevos materiales utilizados en la restauración o conservación deben, siempre que fuese posible, presentar resistencia física y mecánica igual o menor a los materiales constructivos del original, garantizando y posibilitando así alargar la vida del monumento.
Cada construcción presenta singularidades en los materiales, en el sistema constructivo y en sus valores ornamentales, además de distintas patologías y niveles de degradación, que deben ser discutidas entre instituciones y profesionales de las respectivas especialidades, para entrar en un consenso y presentar resultados satisfactorios. El especialista debe estar conciente de sus limitaciones y no debe en ningún momento tomar decisiones que estén más allá de sus conocimientos o ejecutar tareas que sobrepasen sus habilidades.
La conservación de un edificio implica mantener su estado original libre de degradación o de transformaciones. La prevención contra estos daños es prolongar la vida del bien cultural. La propuesta de conservación en el caso de la Fábrica de tejidos Santa Bárbara implica los varios tipos de procedimientos que visan salvaguardar edificaciones, haciendas o centros históricos, entre ellos, la manutención, la consolidación, actos de refuerzo y estabilización y protección.

De acuerdo con los principios de la Convención del Patrimonio Mundial, el objetivo de mantener los bienes culturales es garantir que sus valores culturales sean preservados y bien presentados al público.
Dentro de las posibilidades financieras y de las necesidades de uso que o propietario de la fábrica de tejidos designó para el edificio, el proyecto de intervención priorizó acciones de emergencia para que en el futuro, sea posible la continuación completa de la restauración y preservación de este edificio histórico.
El proyecto de consolidación, higienización y protección de las ruinas de la antigua fábrica de tejidos Santa Bárbara partió, entonces de una iniciativa privada de uno de los propietarios con la intención de, preservar y dar un nuevo uso a la edificación. Fue considerado el valor artístico-histórico-cultural del monumento y sus aspectos constructivos.
Había un tiempo muy corto para ejecutar todas las etapas consideradas imprescindibles. El edificio sería sede del I SANTA BÁRBARA JAZZ FESTIVAL. El objetivo mayor era no perder las estructuras de adobe, las argamasas y principalmente la estructura en madera que se encontraba en mal estado de conservación. El proyecto y la ejecución de la intervención debería se preocupar con la estabilización de las estructuras (adobes y madera), ya que este espacio iba a recibir un número grande de personas y músicos que producirían movimientos vibratorios (cajas de son, aplausos, usuarios) con los cuales ya no estaban preparados y condicionados.
Todas las etapas de intervención tuvieron la preocupación en preservar y conservar la autenticidad y originalidad de la estructura asumiéndola como ruina, y evitando así su no caracterización.
Los trabajos se iniciaron en abril del 2005.
Primeramente fue necesario realizar una etapa de desinfección en el maderaje infectado de termitas, xilófagos y hongos. Las áreas degradadas fueron cambiadas y tratadas. Tanto las piezas de sustentación y apoyo cuanto el piso sufrieron tratamiento a base de funguicida (formol diluido a 1% e agua), aplicados por medio de inyección y pulverizado. Después del tratamiento, se realizó higienización y protección de todo el maderaje.
El pedregullo fue retirado con palas y escobas.
La higienización de los revoques y de los ladrillos de adobe fue realizada usando trinchetas, aspirador de polvo, escobas y pinceles. Esta limpieza mecánica retiró las suciedades generalizadas y manchas de humedad de las argamasas de acabado todavía existentes. El proceso por medio del cepillado controlado (escobas de metal y cepillos de cerdas blandas) también fue utilizado generando resultados satisfactorios. La limpieza química fue ejecutada por medio de una medida de agua y alcohol en la proporción de 1:1.
Las argamasas y revoques en desprendimiento, imposibles de recuperar fueron removidos con espátulas y trinchetes. No obstante eso, las argamasas pasibles de restauración fueron sometidas a un proceso de sostenido y consolidación por medio de inyección. La solución de agua y alcohol (1:1) también fue imprescindible para facilitar el acceso y adherencia del reforzador en el interior del muro de piedra gruesa. El reforzador inyectado era compuesto de polvo de ladrillo molido fino, cal y cola blanca de PH neutro (Fig.2). Este mismo proceso fue utilizado en las fisuras, rajaduras y en las pequeñas cavidades, siendo entonces niveladas con pasta de tierra fina por medio de espátulas con dientes y espátulas de yesero.



Figura 2: consolidación e higienización de los adobes
Fonte: Alexandre Mascarenhas

Los espacios vacíos entre el revoque y el soporte de adobes fueron rellenados con un argamasa de tierra (1 polvo de ladrillo: 1 cal hidratada: 1 1/2 arena fina: agua de cola) permitiendo la adherencia y estabilización de ambos.
Las superficies de los ladrillos estaban demasiado rugosas y con residuos, molidos de polvo. La intención no era crear una película o u film sobre estas superficies, pues era necesario dejarlas respirar. Después de algunos ensayos in loco (en el local) se definió que la consolidación de los ladrillos y la protección de éstos serían ejecutadas en dos etapas. Primeramente se aplicó una solución acuosa de Primal AC33 diluido en hasta 7%, por medio de pulverización y trinchetes. Después de secas, se aplicó Paraloid B72 diluido en xilol (5%) con trinchetes y brochas. Estas etapas eran sucesivamente repetidas hasta obtener el resultado esperado, o sea, crear una protección que sirviese como elemento fijador y reforzador y al mismo tiempo retener el polvo (Fig.3).



Figura 3: aplicación de Primal AC33 en los adobes
Fonte: Alexandre Mascarenhas

Resultados

La valorización del Patrimonio Histórico Edificado incentivado por acciones que culminan en la producción social tienen resultados positivos para las comunidades inseridas en las áreas de intervención. La implementación de un programa donde las acciones visan conservar y revitalizar edificios históricos, viabiliza la socialización y el rescate cultural de las poblaciones residentes y usuarias de estas regiones.

La ciudadanía es fortalecida a través del conocimiento, de la apropiación y valorización del patrimonio ambiental, cultural e histórico que define la identidad de una comunidad, de un grupo social.

Programas de formación profesional, educación patrimonial aliadas a la conservación de construcciones históricas con uso turístico vienen siendo cada vez más frecuente en el país. Este conjunto de acciones viabiliza la formación especializada de profesionales y la generación de trabajo en el campo de la preservación del patrimonio arquitectónico y, sobre todo en la valorización de la identidad cultural y en la preservación de estos monumentos para las futuras generaciones.

Las obras de emergencias en las ruinas de la antigua fábrica de tejidos Santa Bárbara representan apenas el inicio de un trabajo complejo, largo y delicado. Estas acciones contribuirán para plantar en aquella comunidad local un apego aún mayor entre habitantes e historia, entre usuarios y arquitectura , entre conservadores y monumento.

El I Santa Bárbara Jazz Festival fue realizado en junio del 2005 con éxito, no solamente por el público, por los músicos e instrumentistas y por los organizadores, pero sobre todo por la conquista de asociar preservación, cultura, patrimonio histórico, acciones sociales y turismo, generando autonomía financiera y rehabilitación sustentable.

Se espera que la conservación y la preservación evolucionen en caminos distintos y que las instituciones gubernamentales y privadas puedan colaborar, salvaguardando el patrimonio mundial. “El futuro es incierto, mientras que el presente ya se presenta e, instantáneamente, pertenece al pasado. La meta es lograr concienciar que la conservación no estará dedicada al pasado, pero principalmente al futuro”



Figura 1: detalle del bar en el festival de jazz
Fonte: Guilherme Paculdino

Bibliografía

BRASILEIRO, Vanessa Borges. *La disciplina de la historia de la arquitectura como instrumento formador de una conciencia de preservación del patrimonio cultural*. En *Cuadernos de Arquitectura y urbanismo*. PUC-MG.Brasil. 1998.

BARDOU, Patric; ARZOUMANIAN, Varoujan. Arquitecturas de adobe. Editorial Gustavo Gilli. España. 1981.

BIRCHAL, Sérgio de Oliveira. *El empresario brasileño: un estudio comparativo*. Sitio www.ceaee.ibmecmg.br/wp/wp11.pdf , entrado el 10 de mayo del 2006.

MASCARENHAS, Alexandre Ferreira. *Patologías y restauración de los revestimientos ornamentales y estructurales en edificaciones históricas*. Monografía de mestrado. Universidad Federal Fluminense. Brasil. 2005.

MELLÃO, Renata; IMBROISI, Renato. *Que chita bacana*. Editora A Casa. Brasil. 2005

MELLO, Suzy de. *La experiencia brasileña en el entrenamiento de arquitectos restauradores. El curso de especialización en Minas Gerais*. En *Revista Barroco*. Brasil. 1978-9.

UEP – TIRADENTES. *Proyecto Educación Patrimonial: Aprendiendo a preservar.* Brasil. 2004.

WARD, Philip. *La conservación del patrimonio: carrera contra reloj*. The Getty Conservation Institute. USA. 1992.

ALEXANDRE MASCARENHAS

Alexandre Mascarenhas es graduado en *Arquitectura y Urbanismo* por la FAMIH - Belo Horizonte; Maestro en P*atologías en edificaciones históricas* por la Universidad Federal Fluminense – Niterói; Especialista en *Conservación de estructuras de tierra* (UNESCO / ICCROM / INC-PERU / CRATerre / Getty Institute); y Especialista en C*onservación de ornamentos* (MinC-Brasil / BID / UNESCO / Centro Europeo de Conservazione di Venezia). Mascarenhas posee una larga experiencia en conservación y restauración de monumentos edificados artísticos e históricos, habiendo actuado en la coordinación, en la capacitación y ejecución de obras como las fachadas de la Estación da Luz en Sao Paulo, La bow-window sul do Castelo Mourisco da FioCruz en Rio de Janeiro, Los forros en estuque ornamental del Palace Hotel en Ribeirao Preto y del Palacete Francisco Antunes en Pelotas. También realizó trabajos de restauro en el Centro Cultural de la Justicia Federal en Rio de Janeiro, en la consolidación de los forros estructurales en estuque de la cúpula de la capilla de la Iglesia Nossa Senhora do Carmo en Mariana entre otros. Ya ha suministrado cursos, work-shops y palestras sobre restauro en estocaría ornamental y arquitectura de tierra; actualmente, es profesor de la Universidad Estácio de Sá - RJ y asesor de restauración en el Museo Nacional / UFRJ donde está siendo implantad un taller-escuela de argamasas e ornatos.

5.18

RECUPERACIÓN PATRIMONIAL CASA MOLINA

Antecedentes, evolución y diagnóstico preliminar

Fernando José Mazza, Jorge Ricardo Ponte
Unidad "Ciudad y Territorio"
del INCIHUSA – CONICET.
Calle Ruiz Leal s/n. Parque Gral. San Martín.
Ciudad de Mendoza. [5500] Argentina.
Tel: +54.261. 4288797/ fax: +54.261. 4287370 /
e-mail: jrponte@speedy.com.ar
arq_mazza@yahoo.com.ar

Palabras claves: Recuperación Casa Molina

Resumen
Retomando el proceso de investigación, propuesto por la Municipalidad de Guaymallén y su nueva gestión de gobierno, nos abocamos en la tarea de relevar el estado actual del edificio en cuestión, para ello, nos fue necesario replantear algunos de sus antecedentes históricos y su evolución arquitectónica, para intentar realizar un diagnostico previo de algunos problemas fácilmente visibles.

Según consta en algunos planos históricos, la actual y mal llamada "Casa Molina Pico" (usada como dependencia de la Municipalidad de Guaymallén como Dirección de Cultura y abierta al público desde marzo de 1994 como museo), estaría emplazada en el solar de una reconocida familia de hacendados mendocinos: los *"Sotomayor",* por lo cual, la fecha de creación del inmueble, seria mucho mas antiguo que lo que actualmente se conoce.
La hipótesis de este verdadero emplazamiento se ve apoyada por los datos familiares tanto de los Sotomayor como de los Molina. Para destacar alcanza con mencionar que el reconocido político y ex-gobernador de la Provincia de Mendoza Don Pedro Molina (en realidad su nombre completo era "Pedro Molina y Sotomayor"), habría heredado esta propiedad de su madre: Doña Josefa Sotomayor y Videla.
La evolución arquitectónica de la casa se vio afectada por las múltiples intervenciones, tanto decorativas como funcionales, que la fueron "*agiornando"* a los usos y necesidades de cada época, sin tener en cuenta ningún análisis, ni control de sus características naturales como el hecho de que fuera de adobe. Los terremotos acaecidos por la provincia también dejaron cuenta de su paso, sumado a las pocas o casi nulas intervenciones estructurales, nos encontramos con un estado actual bastante afectado, por lo que urge una tarea de restauración y puesta en valor de este bien.

Por ello, encaramos la tarea de realizar un nuevo relevamiento completo del estado actual de la vivienda, ayudados, tanto por los datos antes mencionados, como por el uso de las nuevas tecnologías digitales.
Obtuvimos así, toda la información técnica necesaria (plantas, cortes, vistas, maquetas en tres dimensiones, etc.) para poder iniciar un diagnostico previo de algunas situaciones ya reconocidas e iniciar la construcción de un plan de manejo del bien.

Tratamos con todo ello de retomar una conciencia patrimonial a la población, y sobre todo a las autoridades del municipio que la albergan, para intentar, no solo resolver los problemas estructurales actuales, sino, realizar un plan de gestión, administración y mantenimiento del bien.

Introducción
Gracias a la iniciativa de la nueva gestión de gobierno de la Municipalidad de Guaymallén, se retoma el proceso de investigación del estado del edificio, para poder comprender profundamente el origen de algunas patologías y de esta manera encarar un sistema metodológico de "patología-causa-diagnosis" para obtener un claro conocimiento del estado del edificio en cuestión.

Como resultado de este enfoque, conseguimos una plataforma de conocimientos para poder desarrollar un "Plan de Intervención" respetuoso en función de la tipología arquitectónica (histórica y actual), usos y plan de manejo a futuro.

DATOS GENERALES:

Denominación:

Original: **Presunta Casa Sotomayor de fines del siglo XVIII.**
Otras denominaciones en el tiempo: **Casa Molina Pico.**
Actual denominación: **Museo-Casa Molina en el Solar de los Sotomayor.**

Ubicación:

Dirección: **Diego Paroissien 747 y Húsares.**
Localidad: **Distrito de Pedro Molina.**
Departamento: **Guaymallén.**

Datos catastrales:

Padrón Municipal: **43779.**
Provincial / Territorial: **69435.**

Propietario (o poseedor del Bien):

Actual: **Adquirido por la Municipalidad de Guaymallén.**

Fecha de creación del Bien, fecha de construcción y/o emplazamiento:

Toda la información histórica referida a esta casa está basada en información oral, no corroborada documentalmente. Lo único cierto es que hay una datación en la propia obra que remite a 1895, pero que pondremos en duda con las hipótesis que se observaran en dicha ponencia.

Particularidades, características específicas o intrínsecas del Bien:

Tuvo una intervención edilicia muy importante entre 1948/50 por parte del Arq. Manuel Civit, un arquitecto muy reconocido en la historia mendocina del siglo XX, la cual es muy interesante, ya que se lo inscribe en su periodo historicista vertiente colonial español.

Importancia histórica del bien y su actual función social:

Más allá de la verosimilitud histórica que asigna a la casa una gran antigüedad [mediados del siglo XVII] la vivienda de "los Molina" se ha instalado en el imaginario popular guaymallino como una vivienda histórica asociada al personaje histórico Pedro Molina Sotomayor ex-gobernador de Mendoza y figura descollante de la política mendocina de inicios del siglo XIX.

Ha funcionado desde su adquisición por parte de la Municipalidad de Guaymallén como casa museo y sede de la Dirección de Cultura Municipal.

INVESTIGACIÓN PREVIA:

Documentos históricos:

La investigación consistió en la búsqueda y armado de un "*corpus documental"* que nos permitiese evaluar, desde períodos anteriores hasta nuestros días, el origen, ubicación, desarrollo y estado actual del edificio, logrando así, establecer algunas pautas de las patologías estructurales que presenta hoy el inmueble.

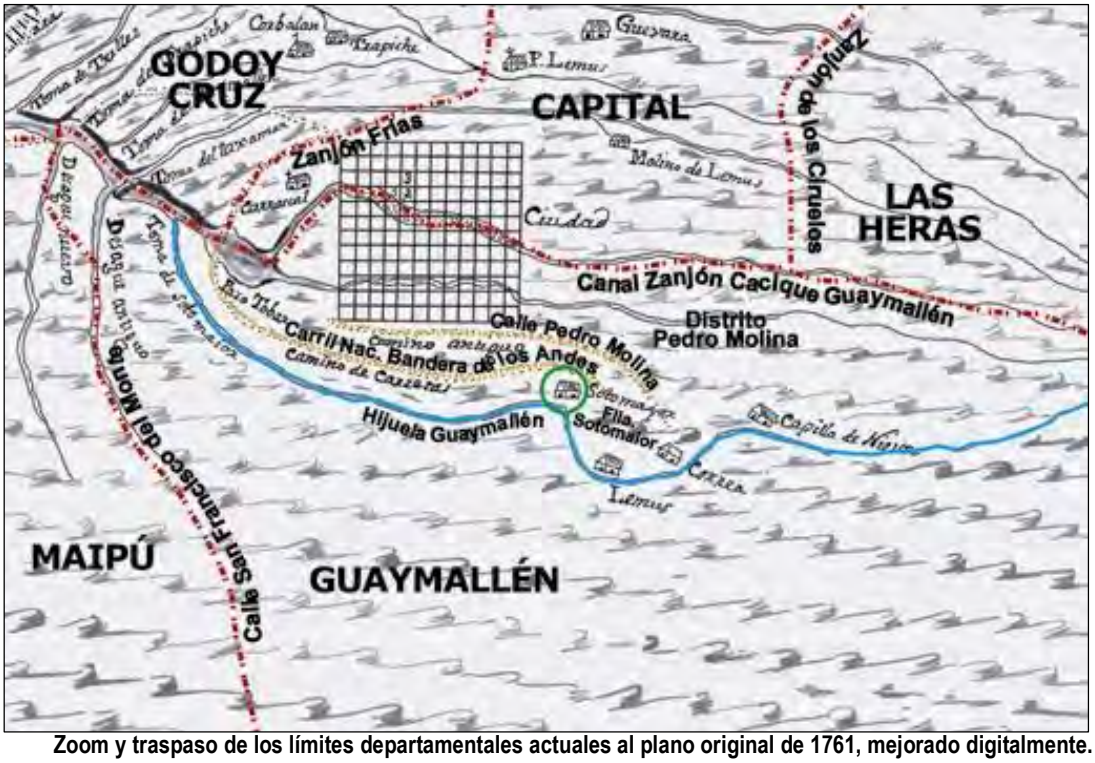
En el desarrollo del corpus se trabajó restaurando digitalmente algunos planos históricos y traspasando la información de los mismos en los planos actuales, alcanzando así, una mayor comprensión.

Corpus documental:

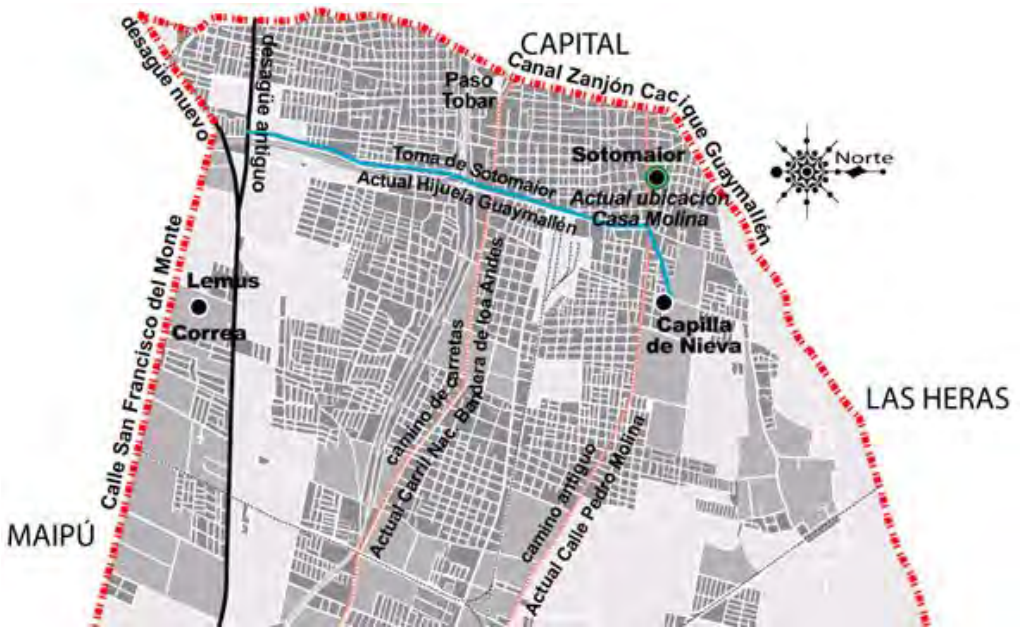
- Plano de 1761, Archivo Nacional de Chile, denominado: "Plano de la Ciudad de Mendoza, disposición de su terreno y cursos de sus aguas", restauración y traspaso.
- Plano de 1766, Archivo Nacional de Chile, denominado: "Tierras en Mendoza Litigadas por el Hospicio", restauración y traspaso.
- Plano de 1846, publicado por La revista del Plata, Buenos Aires, denominado como: "Plano topográfico de la Ciudad y Suburbios de Mendoza", restauración y traspaso.
- Datos de la familia Sotomayor en: VILANOVA, Alberto. "*Los gallegos en la Argentina".* , Tomo I. Ediciones Galicia, Buenos Aires, 1957.
- Datos en el libro: *"Nobiliario del Río de la Plata"* del genealogista argentino CALVO, Carlos.
- Algunas fotos antiguas de muy mala calidad.

- Poca (casi nada) documentación técnica histórica de la casa.

En función de esta documentación obtenida, hemos podido inferir lo siguiente:
Su creación y ubicación:
En el plano de 1761, denominado: "*Plano de la Ciudad de Mendoza, disposición de su terreno y cursos de sus aguas"* aparecen identificadas dos sendas nominadas como: "*Camino Antiguo"* que se pierde en el ángulo sureste de la traza urbana y que se correspondería a la *Calle Larga* (actual Pedro Molina del distrito de mismo nombre en el departamento de Guaymallén) y el *"Camino de Carretas",* que aparece dibujado con una inclinación en el sentido sur norte cuando debiera, en realidad, trazarse de oeste a este, el cual era la vinculación de Mendoza con las provincias de Córdoba y Buenos Aires y conocido actualmente como Carril Nacional Bandera de los Andes.
Otro aporte importante de este plano seria la aparición de una hijuela denominada *"Toma de Sotomaior"*, que se corresponde en realidad a la actual hijuela Guaymallén, que irrigaba las propiedades de: "S*otomaior", "Lemus", "Correas" y la "Capilla de Nieva";* La familia Sotomayor era una de las mas importantes y ricas de esta época, por lo que creemos que la hijuela que regaba su propiedad (y la de otros) tomó el nombre de la familia por sobre el nombre del actual departamento.
Por ultimo, como ya hemos mencionado, traspasando los límites actuales al plano original y reubicando los elementos que aparecen en el mismo al catastro actual, observamos como la casa denominada *"Sotomaior"* esta ubicada en las inmediaciones del actual distrito Pedro Molina y a la vera del Camino Antiguo, o sea, la actual calle Pedro Molina, sitio muy próximo a la ubicación actual de la Casa Molina.

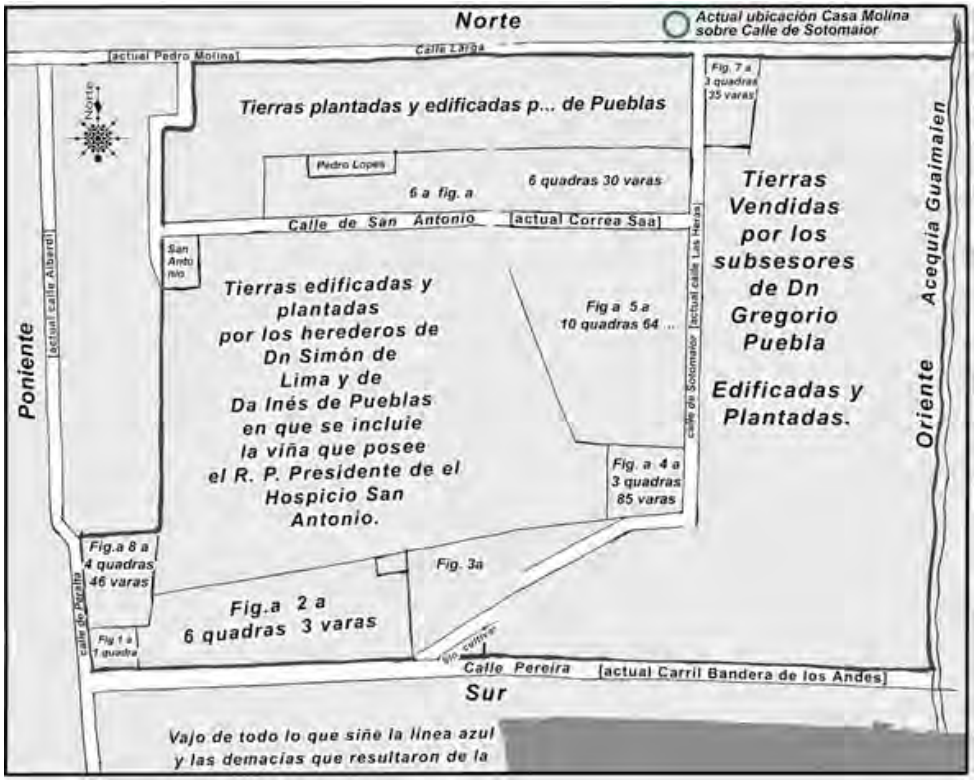


Zoom y traspaso de los límites departamentales actuales al plano original de 1761, mejorado digitalmente.

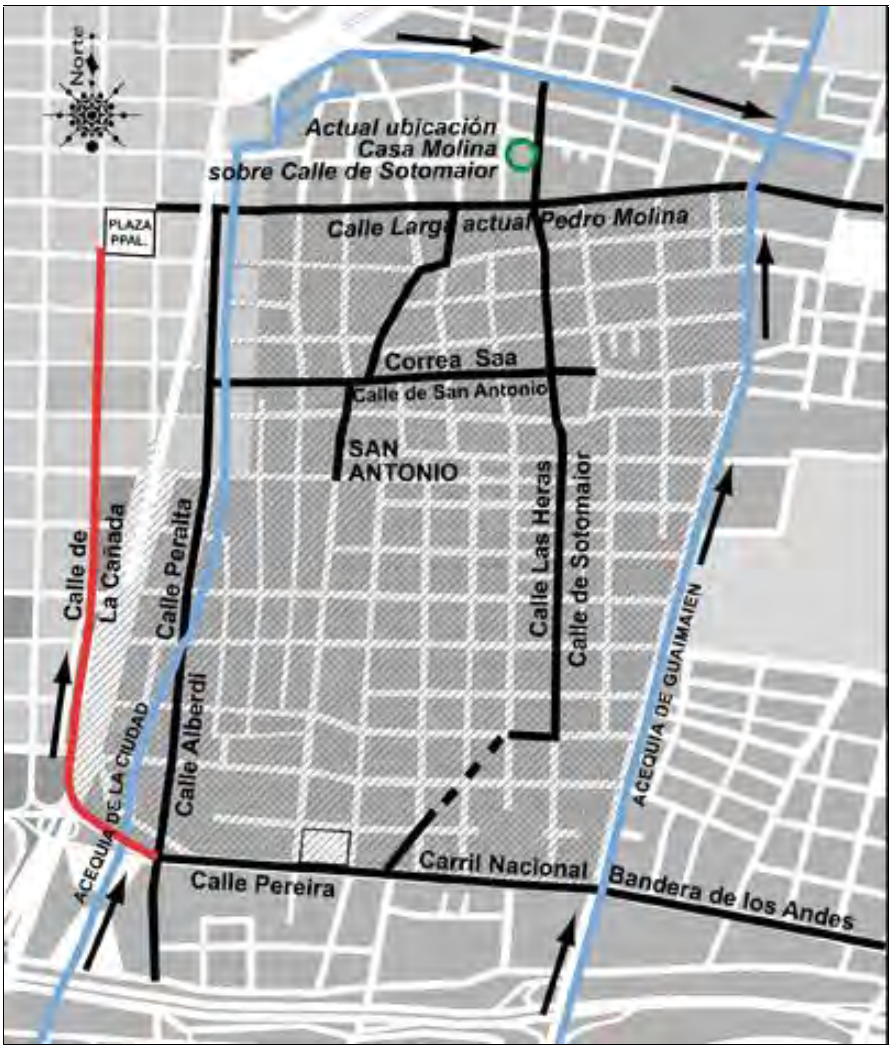


Traspaso de los elementos del plano de 1761 al catastro actual.

Al analizar el plano de 1766 denominado; *"Tierras en Mendoza Litigadas por el Hospicio",* confeccionado a raíz de argumentar el reclamo que formulan los herederos de Dⁿ Eusebio de Lima y Sra. quienes habían testado su finca de San Antonio a favor de la Orden Betlemita y que ponen en cuestión sus herederos legales, nos encontramos con lo siguiente: Aparece nominada, entre otras importantes, la *"Calle de Sotomaior"* hoy conocida como calle Las Heras en su tramo comprendido entre calles Bandera de los Andes y Pedro Molina (nominadas en el plano como Calle Pereira y Calle Larga), la cual, toma ese nombre por que sobre dicha calle se encontraba el antiguo solar de la familia Sotomayor, sitio donde hoy esta la Casa Molina.



Plano original de 1766, restaurado digitalmente con la ubicación actual de la Casa Molina.



Traspaso de los elementos del plano de 1766 al catastro actual.

Por otro lado, hacia 1846, ya aparecen nominados algunos barrios importantes de los arrabales de la Ciudad de Mendoza, tal es el caso del *"Barrio de la Calle Larga"*, antiguo nombre de la actual calle Pedro Molina, en donde, por su cercanía a la Ciudad, comienzan a desarrollarse espaciosas viviendas construidas por acaudalados hacendados, tal el caso de la familia Molina, protagonistas de la vida social y política de la época.

El apellido del ilustre ex-gobernador de la Provincia de Mendoza Pedro Molina, hijo de Francisco Javier de Molina, era en realidad, "*Pedro Molina y Sotomayor",* con lo cual, tiene verosimilitud la hipótesis de que dicho patriota mendocino habría heredado la propiedad conocida hoy como *"Casa Molina"* de su madre Doña Josefa Sotomayor y Videla.

La familia Sotomayor en Mendoza:
Según los datos consignados por el genealogista argentino Carlos Calvo[i] en su libro "Nobiliario del Río de la Plata", los datos relativos a la familia Sotomayor.

> *"A finales del siglo XVI llegaba procedente de Galicia, Don Pedro Tello y Sotomayor a ciudad de Tucumán. Acompañado de su esposa Dona María de Sotomayor y el su hijo Pedro Tello de Sotomayor y Sotomayor, todos naturales de Galicia. Luego esta familia se traslada desde Tucumán a Rioja, adonde ocuparían los más destacados cargos de gobierno e iniciaron otras líneas genealógicas que se perpetuaron hasta nuestros días en la bisbarra riojana de Argentina."*

Según da cuenta este autor, los Sotomayor vinculados con Mendoza serían los siguientes:

- José Sebastián de Sotomayor y Villafañe. Maestre de Campo, General, Alcalde y Teniente Corregidor de Mendoza; Corregidor de Cuyo. Contrae matrimonio con María Isabel de Videla Salazar. Tuvieron dos hijos: Martín Sebastián y José Agustín.
- José Agustín de Sotomayor y Videla. Nace en Mendoza en 1760. Capitán de Milicias Regladas de Infantería y Abogado. Estaba casado con María Josefa Corvalán y Rozas.

Hipótesis históricas:

Por todo lo antes mencionado, nuestras hipótesis serian las siguientes:

- La actual "Casa-Museo Molina Pico" (tal el nombre como vulgarmente se la conoce), está construida sobre lo que habría quedado de la antigua casa solariega de los Sotomayor luego del terremoto de Santa Rita de 1782.
- La fecha de creación del inmueble es imposible de corroborar, pero si podemos aseverar que ya aparece mencionada en el plano de 1761 como "Sotomaior".
- La casa dejó de reconocerse como de Sotomayor, debido a la importancia que tomó la familia Molina Civit (últimos moradores) en la vida política y social de Mendoza.
- El verdadero nombre como debería reconocerse la casa sería: *"Museo-Casa Molina en el solar de los Sotomayor".*

Composición arquitectónica y evolución histórica de la construcción

Para contar la historia de la casa Molina debemos manejarnos con cuidado porque hay mucha información perdida y mucha confusión con lo que se cuenta respecto de ella. La Casa Molina ha tenido numerosas intervenciones en su existencia que le han cambiado mucho la fisonomía original de esta vivienda de adobe. Para reconocer los distintos momentos de su construcción debemos hacer una cuidadosa lectura de sus intervenciones.

La casa Molina original tenía forma de U y estaba construida con adobes con techos de caña y barro. Galerías externas y una serie de construcciones complementarias comunes a una casa semi-rural como la presente.

Los Molina Civit, sus últimos dueños estaban emparentados con el arquitecto mendocino Arturo Civit quien, alrededor de 1948, modificó profundamente la casa de su pariente Molina Civit. Transformando la casa rural de los Molina en una casa urbana. Como tampoco tenemos la documentación técnica de esta modificación, la misma debemos inferirla. Fruto de esta intervención sería la expresión *neocolonial* de la casa, la aparición de las rejas en las ventanas, el arco escarzano de los dinteles, los arcos interiores, las gárgolas y los elementos de hierro forjado que fueron incorporados a la vivienda para dar un carácter más colonial. Civit le incorporó todo un repertorio decorativo para que la casa fuera "leída" como una vivienda auténticamente colonial.



Modificaciones hechas en las ventanas.



Acceso actual de la vivienda.

Según pensamos, de esta época sería el cambio del ingreso a la vivienda desde el original por el sur al actual por el norte, la entrada por el jardín. El acceso original, con su ingreso por *Calle de Sotomayor*, actual calle Húsares, responde a la salida próxima a la actual calle Pedro Molina que era la tradicional *Calle Larga,* hasta bien entrado el siglo XIX, el ingreso y egreso de la ciudad colonial en su vinculación con la capital Buenos Aires y el litoral.
La aparición del hall de acceso, impensable en una vivienda de galerías sería fruto de esta remodelación. También sería de esta reforma de mediados del siglo XX la incorporación de los baños en el interior de la vivienda ya que lo tradicional o era tenerlos fuera de la vivienda o si estaban en el interior no eran baños tan pequeños sino que eran verdaderas salas de baño.
Según presumimos, el acceso original de la vivienda era por el sur (hacia la actual calle Pedro Molina) en lo que hoy constituye un patio. No bien, se entraba por ese patio a un zaguán ubicado en el centro de la propiedad se accedía a dos habitaciones ubicadas a ambos costados. Las conexiones internas se hacían a través de los propios locales o también podían hacerse por la galería.
Traspasando dicho zaguán se accedía a una galería que daba hacia el norte, como deben ser las tradicionales galerías mendocinas. De esta antigua galería sólo ha quedado una porción que es, precisamente, el tramo más antiguo de la casa y el más deteriorado. Originalmente había una galería al norte y otra hacia el oeste, la cual se nota que ha existido pero hoy se conserva sólo un tramo.
En uno de los brazos de la U, se encontraban los servicios y en el otro pueden haber estado la vivienda de los empleados de la casa.

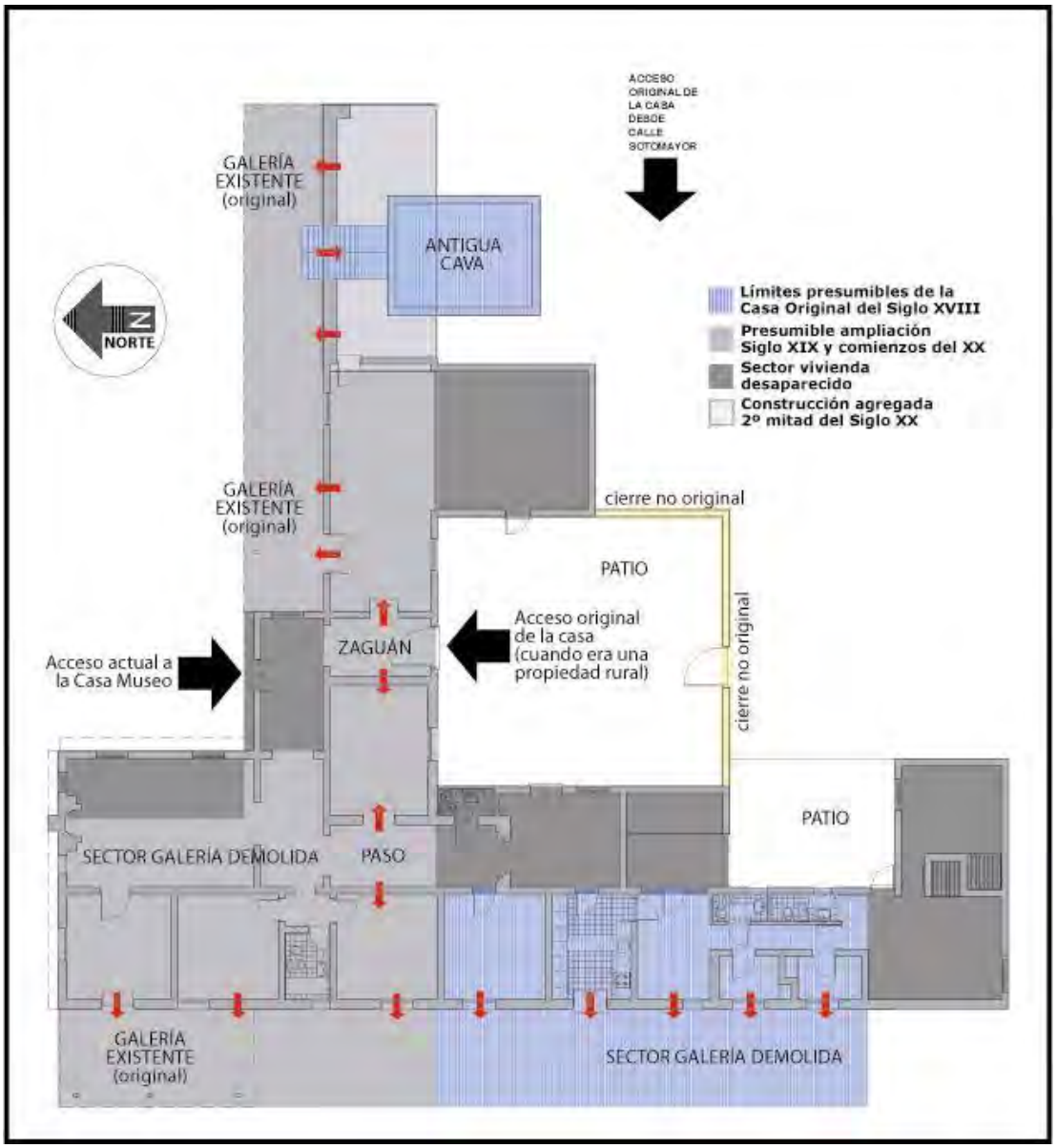


Acceso a la cava.

El acceso a la cava, ubicado en el borde este de la vivienda, sería de finales del siglo XIX cuando la casa estaba en manos de los Molina Civit por eso la inscripción con ese apellido y el año 1897.

Formando parte del mito popular se ha pensado que el ingreso a la cava sería el ingreso a un túnel subterráneo que habría comunicado la casa con el cabildo de Mendoza ubicado a una decena de cuadras de distancia. No sólo ello no es cierto, sino tampoco se hubiera justificado semejante obra de ingeniería.

Antes de adquirirla la Municipalidad de Guaymallén la casa fue una discoteca, y de esa época puede ser que se hayan agrandado los salones internos para ser funcionales a dicho uso.



Plano crecimiento hipotético inferido por los autores.

RELEVAMIENTO ACTUAL

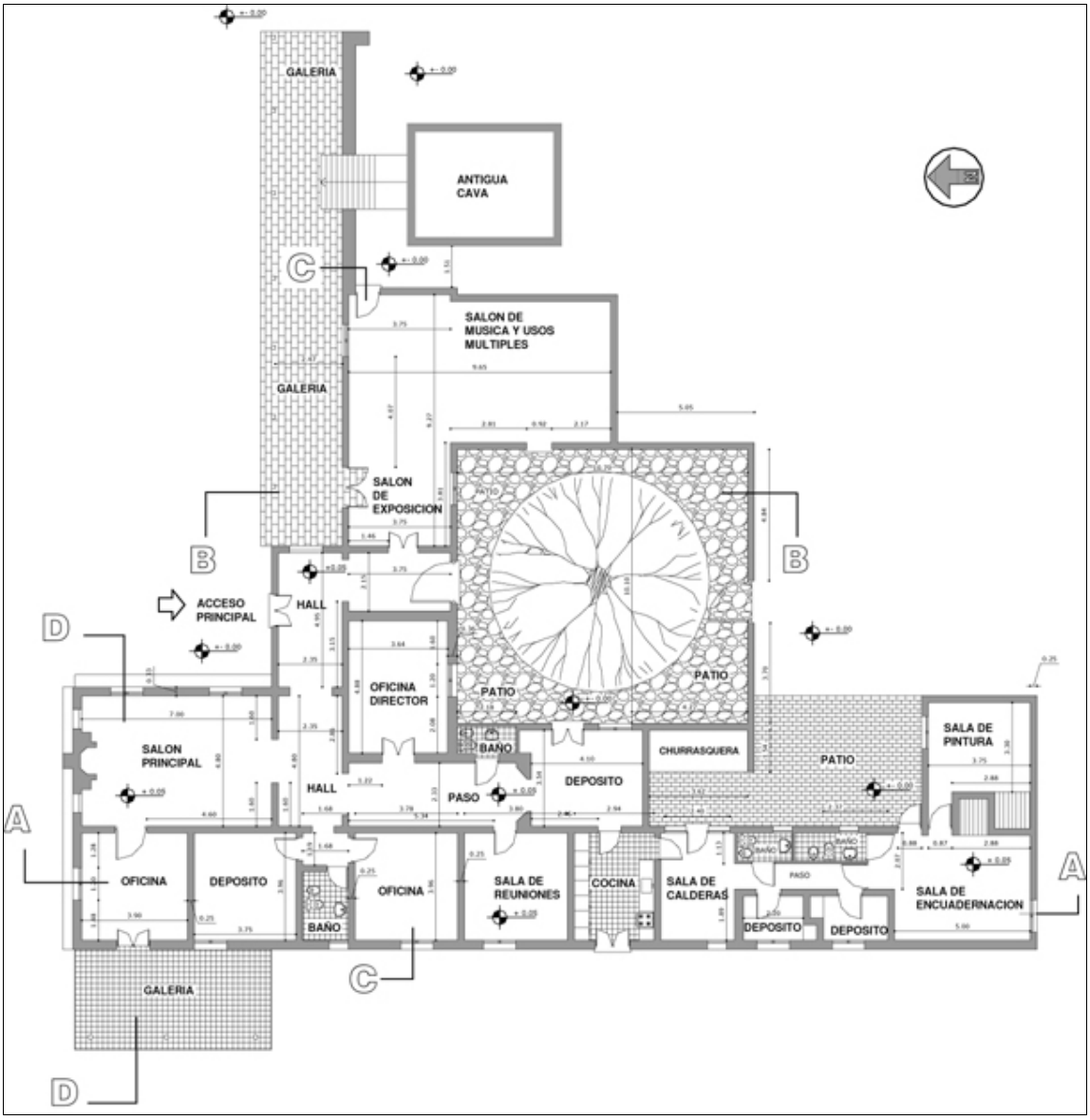
Relevamiento fotográfico:

Se realizó un mosaico fotográfico de toda la envolvente de la vivienda, en función de poder relevar y posteriormente dibujar la totalidad de las fachadas, para esto se procedió a colocar un metro patrón que permitiese sacar las medidas y proporciones de todo el frente en cuestión. El registro de cada uno de los elementos que componen exteriormente el edificio debía ser relevado y catalogado para su posterior análisis y comprensión que nos permitiese realizar una documentación fidedigna.

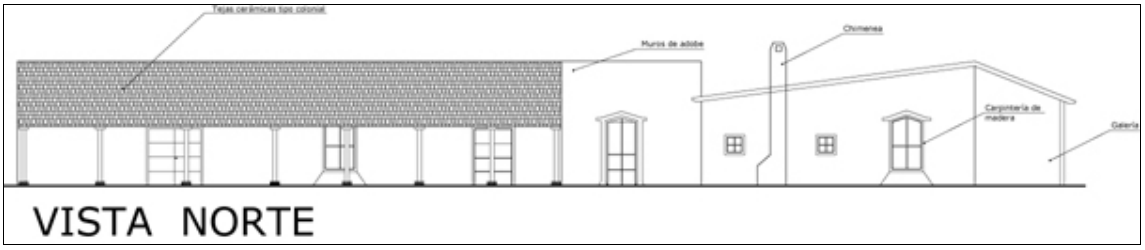
Se hicieron tomas de todo el interior, obteniendo un nuevo relevamiento al funcionalismo de la casa, como así también, una clara observación de los problemas más característicos por los que se ve afectada.

Reconstrucción gráfica:

Una vez realizado el levantamiento fotográfico, se procedió a dibujar la totalidad de la documentación a partir de la digitalización de las imágenes fotográficas, sumado a relevamientos parciales realizados in situ. Se confeccionaron los dibujos de: planta, sección y vistas principal y posterior.



Plano actual con su nueva funcionalidad.



DIAGNOSTICO

Algunos problemas encontrados:

- Las desfavorables diferencias de nivel entre patios internos y el piso mismo de la casa generaron un problema de filtraciones de agua hacia el interior de la misma, por lo que se debería dar una solución acertada partiendo desde las caídas de agua de los techos hasta los desagües pluviales los que corresponderían reemplazar completamente.
- Estos problemas de filtraciones en los pisos, sumado a antiguos problemas de humedad no atendidos en su momento, han modificado las condiciones del terreno provocando un asentamiento irregular de algunos muros de adobe, generando grietas en las paredes de varios sectores de la casa, sobre todo en la actual zona utilizada como oficinas.
- Las filtraciones de agua en los techos, en ciertos sectores de la casa, han afectado, no solo a las paredes de adobe, sino a la instalación eléctrica embutida dentro de las mismas, por lo que se debería anular la existente y luego replantear una instalación “a la vista”, o sea, no embutida dentro de las paredes de adobe ya que no es aconsejable perforar las paredes de la casa para embutir ningún tipo de cañería.
- La galería norte presenta un asentamiento en las pilastras que la sustentan, debido a las condiciones de humedad de su emplazamiento, lindante a los jardines de la casa, la cual se ve afectada por el continuo regado de los mismos. Este asentamiento ha provocado un hundimiento en el techo mismo de la galería, sumado al excesivo peso los materiales usados para la construcción del mismo (mucha carga de áridos) constituyendo un serio peligro para su estabilidad.
- La actual instalación de agua corriente, embutida en los muros, debería ser anulada y replanteada con el sistema antes mencionado “a la vista”, ya que una posible perdida o rotura en algún tramo de la cañería, podría generar serios problemas en una casa de adobe como esta.
- El aseo general de la casa, con un excesivo uso de agua para “baldear” los pisos, ha provocado un desgaste en el material del mismo, generando elevaciones y hundimientos donde se producen estancamientos de agua afectando aun más el problema de desnivel con los pisos exteriores.







Estado actual de la galería norte.

PLAN DE MANEJO. ADMINISTRACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL BIEN:

Gestión-administración del Bien a intervenir, a través de Entidades públicas y/o privadas:

De hecho y de derecho, la Municipalidad de Guaymallén está a cargo del Bien, de su salvaguarda y mantenimiento como bien patrimonial del Departamento de Guaymallén.

Acuerdo del propietario o depositario del Bien:

Por tratarse de una propiedad de la Municipalidad de Guaymallén no existe problema de este tipo. Funciona en dicho edificio la Dirección de Cultura Municipal.

Uso propuesto, sistema de gestión propuesto para la administración y tutela del Bien en el futuro:

Museo Casa Molina – Sotomayor.

Financiamiento del costo de inversión, mantenimiento y obras de restauración, y puesta en valor y uso:

A cargo de la Municipalidad de Guaymallén en lo que no comprenda el subsidio solicitado, en la medida de partida presupuestaria.

Propuesta de difusión (cultural, educativo, turística, etc.):

A cargo de la Municipalidad de Guaymallén.

Alcances y financiamiento:

El bien forma parte de los circuitos turísticos tradicionales del Departamento de Guaymallén.

Citas y notas

[i] VILANOVA, Alberto. *Los gallegos en la Argentina.* , Tomo I. Ediciones Galicia, Buenos Aires, 1957.

FERNANDO JOSÉ MAZZA

Técnico en Electrónica. Escuela Técnica: “Ingeniero Gabriel del Mazo”. Mendoza, Argentina. 1989-1994
Arquitecto. “Facultad de Arquitectura y Urbanismo” Universidad de Mendoza. Mendoza, Argentina. 1995-2000
Técnico en Higiene y Seguridad. “Universidad Nacional de Cuyo” Facultad de Ciencias. Mendoza, Argentina. 2000-2001.
Doctor en Geografía. 2006 Actualmente realizo la siguiente formación post-doctoral: “Facultad de Filosofía y Letras” Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

BECA INTERNA DE POSTGRADO TIPO I por el término de 24 meses a partir del 1º de abril de 2005. A realizar en el INCIHUSA [Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales] del CRICYT-Mendoza.
Otorgada por el CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
Presidencia de la Nación - República Argentina.
Proyecto: *“EVOLUCIÓN URBANA DE LA ACTUAL ÁREA METROPOLITANA DE MENDOZA:* El presente estudio se propone rastrear la conformación histórica y socio-territorial de los núcleos de población que constituyen la actual Área Metropolitana de Mendoza. La fuente documental prevista es la cartografía histórica local y los expedientes históricos.

E-mail: arq_mazza@hotmail.com, arq_mazza@yahoo.com.ar

5.19

PATRIMONIO CULTURAL DE MENDOZA: PROGRAMAS DE GESTIÓN, INVESTIGACIÓN Y ACCIÓN

INTERVENCIONES EN ARQUITECTURA DE TIERRA (2004-2005)

Edgardo Priori - Graciela Moretti* - Viviana Ferreyra
Dirección de Patrimonio Histórico-Cultural / DPH-C - Subsecretaría de Cultura.
Ministerio de Turismo y Cultura. Gobierno de Mendoza.
Av. España 1280 esq. Gutiérrez. Mendoza. Argentina. (C.P. 5500)
+54 261 425 0597 int. 49
patrimonio@mendoza.gov.ar
sipred_mza@yahoo.com.ar

Palabras clave: Mendoza - Patrimonio - Gestión

Resumen

El Ministerio de Turismo y Cultura a través de la DPH-C desarrolla dos programas destinados al reconocimiento del patrimonio cultural de Mendoza: La Red Provincial del Patrimonio (2001) y el Sistema de Información Patrimonial –SIP- (2005). Sus objetivos son el establecimiento de una Red con los Municipios para realizar gestiones conjuntas y la realización de dos Registros: uno de Bienes Tangibles (georreferenciado) y otro de Bienes Intangibles. Ambos registros incluyen no sólo aquellos elementos reconocidos y que gozan de alguna protección ya sea nacional, provincial o municipal, sino también los bienes que la propia comunidad reconoce como propios y que forman parte de la identidad de cada departamento, distrito o barrio mendocino.

Mendoza está dividida en dieciocho departamentos, que constituyen unidades de territorio con identidad propia, cuya administración política está dada por un gobierno municipal. A partir de esta diversidad cultural, en la que el patrimonio no es una materia ajena, se han integrado regionalmente los departamentos, generándose las siguientes áreas: Norte (municipios del Gran Mendoza), Este, Nordeste, Centro y Sur.

En este primer lustro se establecieron los lineamientos generales y particulares, se estableció una metodología de trabajo y se generaron convenios con organismos internacionales e instituciones provinciales -estatales y privadas- para un mejor desarrollo y optimización de los recursos. De los 1915 bienes registrados en la RED, el 68% se concentra en la región Norte, quedando el 32% distribuido entre las restantes.

Con el objeto de revertir esta situación de desequilibrio y contribuir a los estudios en zonas menos analizadas el Fondo Provincial de la Cultura, propicia desde 1998 la realización de inventarios departamentales y temáticos, a cargo de hacedores culturales. Es el caso de los preinventarios de patrimonio vitivinícola (1998) y ferroviario (2004), de arquitectura residencial en tierra de Godoy Cruz (2005) y de los preinventarios de Godoy Cruz (1999), San Martín y Santa Rosa (2004), y Alvear (2005). Todos estos trabajos se van incorporando tanto a la Red como al SIP.

A partir de los últimos registros cargados, el panorama actual con respecto al patrimonio en tierra en Mendoza es el siguiente: de los 1915 bienes registrados, el 11% corresponde a edificaciones realizadas en tierra cruda y a excepción de los MHN y de bienes con declaratoria provincial u ordenanzas municipales, el resto no posee protección legal y su riesgo de desaparición es alto.

Con la creación en el año 2004 del Fondo Patrimonial los municipios pueden acceder a subsidios para la restauración de bienes culturales. La DPH-C asesora a los profesionales que desarrollan los proyectos a través de jornadas de trabajo para analizar las propuestas preliminares. Este trabajo presenta una síntesis de las siete intervenciones realizadas en edificios construidos en tierra cruda (Fondo 2004) y de las ocho prontas a iniciar (Fondo 2005), con el objeto de detectar criterios, particularidades o problemáticas comunes y que pueden ser consideradas para mejorar este programa de rehabilitación del patrimonio de Mendoza.

Introducción. Programas de gestión.

La Dirección de Patrimonio Histórico-Cultural de Mendoza (DPH-C), desarrolla desde el año 2001 diversos programas de investigación, gestión y acción tendientes al reconocimiento y la protección de los bienes culturales de la provincia.

El Programa denominado "Red Provincial del Patrimonio" es un proyecto de la DPH-C iniciado durante la gestión 2001-2003[1] y continuado por la gestión 2003-2005[2]. El objetivo principal de la Red es identificar, localizar y sistematizar[3] los bienes patrimoniales de Mendoza para lograr su reconocimiento y valorización. Entre los objetivos particulares del Programa Red figuran:

a) La realización de dos Registros: uno de Bienes Tangibles (Muebles e Inmuebles) *georreferenciado,* y otro de Bienes Intangibles[4] del Patrimonio Cultural de Mendoza, en donde se incluyen no sólo aquellos elementos reconocidos y que gozan de alguna protección ya sea nacional, provincial o municipal, sino también contemplan a aquellos bienes que la propia comunidad reconoce como propios y que forman parte de la identidad de cada departamento, distrito, barrio o sector de Mendoza.

b) El establecimiento de una Red con los Municipios, a través de sus Direcciones de Cultura y/o Patrimonio, para realizar gestiones conjuntas sobre los bienes patrimoniales.

c) El establecimiento de una Red de Autores (arquitectos, ingenieros, constructores, artistas, etc.) y de una Red de Informantes clave (portadores de un valioso patrimonio oral), a través de la utilización de bases de datos vinculadas.

d) La determinación del grado o estado de riesgo del patrimonio cultural, para establecer pautas de intervención en el mismo (conservación preventiva, restauración, consolidación estructural, rehabilitación, reciclaje).

e) La difusión de los valores patrimoniales de la provincia de Mendoza, en escalas diversas: por medio de la página web del Ministerio de Turismo y Cultura que deberá ser diseñada especialmente con motores de búsqueda para su recuperación; a través de publicaciones de distintos formatos: para público en general, para turistas, para especialistas y para estudiantes de la provincia -niveles EGB2 (9 a 11 años) y Polimodal (15 a 17 años)[5]; por medio de exposiciones temáticas y de la realización de conferencias y cursos.

El programa RED ha sido estructurado en seis actividades principales, que durante este primer lustro han sido desarrolladas en forma paralela. Es así como en este período se establecieron los lineamientos generales y particulares, incluyendo el diseño integral del programa, una metodología de trabajo y la firma de convenios con organismos internacionales e instituciones provinciales -estatales y privadas- para un mejor desarrollo y optimización de los recursos.

Actividad 1. Diseño general del programa[6] y actualizaciones[7].

Actividad 2. Investigación[8] / búsqueda gráfica y fotográfica.

Actividad 3. Relación con municipios. Puesta en marcha, seguimiento, asesoramiento[9].

Actividad 4. Georreferenciación. En el año 2005 se crea el "Sistema de Información Patrimonial" (SIP) con el propósito de brindar datos precisos y actualizados acerca de los bienes patrimoniales de Mendoza, para ello se diseña un GIS (Sistema de Información Geográfico, por sus siglas en inglés)[10].

Actividad 5. Difusión de lo realizado. Exposiciones[11]. Seminarios[12]. Publicaciones[13].

Para el ciclo entrante se prevé una activa participación de los actores municipales a partir de acciones y actividades impulsadas y desarrolladas por la DPH-C tendientes a lograr una proyección más amplia del programa.

El Programa Red

1. Mendoza y su organización territorial

La provincia de Mendoza está dividida en 18 departamentos (municipios), que constituyen unidades de territorio con identidad propia, cuya administración política está dada por un gobierno municipal[14]. A partir de esta diversidad cultural, en la que el patrimonio no es una materia ajena, se han integrado regionalmente los departamentos, generándose de esta forma, las siguientes áreas: Norte (municipios del Gran Mendoza o Área Metropolitana), Este, Nordeste, Centro y Sur[15]. (Tab. 1).

UBICACION	REGION	MUNICIPIOS	SUPERFICIE	SUPERFICIE	POBLACION (Censo2001)	
PROVINCIA	**MENDOZA**		**148827 km^2**		**1579651 habitantes**	
	**NORTE** Departamentos del Noroeste de Mendoza Territorio de Oasis, de Desierto y de Montana	Capital	54 km^2	14712 km^2	110993	986341 habitantes
		Las Heras	8955 km^2		182962	
		Guaymallén	164 km^2		251339	
		Godoy Cruz	75 km^2		182977	
		Luján de Cuyo	4847 km^2		104470	
		Maipú	617 km^2		153600	
	**ESTE** Departamentos del Este Mendoza Territorio de Oasis	San Martín	1504 km^2	3908 km^2	108448	196060 habitantes
		Rivadavia	2141 km^2		52567	
		Junín	263 km^2		35045	
	**NORDESTE** Departamentos del Nordeste de Mendoza Territorio de Desierto y Oasis	Lavalle	10212 km^2	57507 km^2	32129	25827 habitantes
		Santa Rosa	8510 km^2		15818	
		La Paz	7105 km^2		9560	
	**CENTRO** Departamentos del Centro Oeste de Mendoza. Territorio de Oasis, y de Montana	Tupungato	2485 km^2	99005 km^2	28539	99005 habitantes
		Tunuyán	3317 km^2		42125	
		San Carlos	11578 km^2		28341	
	**SUR** Departamentos del Sur mendocino Territorio de Oasis, de Montana y de Desierto	San Rafael	31235 km^2	87000 km^2	173571	240738 habitantes
		General Alvear	14448 km^2		44147	
		Malargüe	41317 km^2		23020	

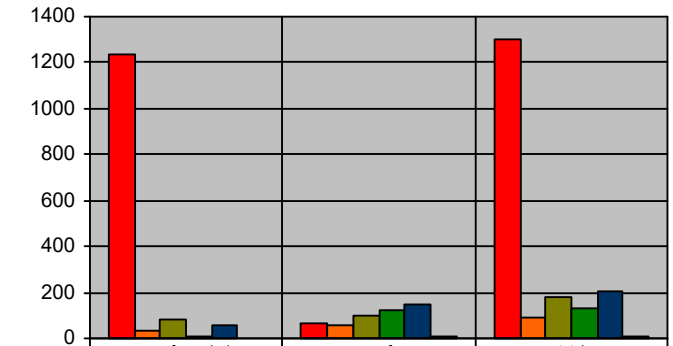
Tabla 1. Datos generales de Mendoza. Organización política. División regional.

2. Registro de Bienes

En el año 2001 se inicia el registro y localización de bienes en las bases de datos y GIS (Tab. 2). De los 1915 bienes registrados en la RED, el 68% se concentra en la región Norte, quedando el 32% restante distribuido entre las regiones Este, Nordeste, Centro y Sur. Obsérvese la escasa localización de los bienes de estas últimas regiones, contrastando con lo que sucede en el Área Metropolitana, que posee el 95% de sus bienes georreferenciados. Del Oasis Norte, además, el 60% de los bienes registrados corresponde al Patrimonio del Vino (Bodegas vitivinícolas)[16]. (Tab. 3).

Registros	2001	2002	2003	2004	2005
Nº de Reg	260	520	520	250	365
Total	260	780	1300	1550	**1915**

Tabla 2. Evolución del Registro de Bienes en la RED



	georreferenciados	no georreferenc.	total
Norte	1234	68	1302
Este	35	55	90
Nordeste	82	99	181
Centro	9	122	131
Sur	59	146	205
sin datos	0	6	6



la Región Norte, concentra el 68% de los 1915 bienes provinciales relevados

El Área Metropolitana

Tabla 3. Bienes patrimoniales registrados y georreferenciados en el Sistema de Información Patrimonial de Mendoza (por regiones).

3. Proyectos del fondo de la cultura

Con el objeto de revertir esta situación de desequilibrio y contribuir a los estudios de áreas y temas menos explorados, el Fondo Provincial de la Cultura, propicia la realización de inventarios departamentales y temáticos, a cargo de hacedores culturales. Es el caso de los Preinventarios de patrimonio vitivinícola[17] (1998) y ferroviario[18] (2004), de arquitectura residencial en tierra de Godoy Cruz[19] (2005) y de los preinventarios de Godoy Cruz[20] (1999), San Martín y Santa Rosa[21] (2004), y Alvear[22] (2005). Todos estos trabajos se van incorporando, a medida que finalizan, tanto a la Red como al SIP.

El patrimonio de tierra cruda, en el marco de la Red y el Sistema de Información Patrimonial (SIP)

La posibilidad de realizar estudios parciales y temáticos es una de las principales herramientas que ofrece el SIP, de allí que a partir de las categorías y campos preestablecidos, se pueden determinar rasgos y obtener datos estadísticos con el fin de establecer políticas de acción.

1. Antecedentes

La tierra cruda era desde épocas coloniales, por sus cualidades intrínsecas, el principal material empleado en las construcciones locales. En cualquiera de sus formas: adobe, tapia o quincha, los componentes en tierra eran muy buenos para el control térmico -por la inercia de su masa- en especial por retardar el paso del calor sofocante del verano al interior de las edificaciones (Bórmida – Moretti, 2005).[23]

Los adobes que eran amasados, cortados y secados al sol no sólo eran usados para realizar muros sino también para construir bóvedas y cúpulas, porque la madera en la región era escasísima. Hasta fines del siglo XVIII esas estructuras -que recuerdan a algunas altoperuanas- fueron frecuentes en las obras de mayor envergadura. A comienzos del siglo XIX, y con la introducción del álamo de Lombardía, dichas construcciones fueron desapareciendo paulatinamente. Aunque existen obras significativas del período poscolonial y liberal –inclusive del siglo XX- que rescataron la tecnología que combina ladrillos de tierra compactados con fibras vegetales.

Los muros de tapia, la segunda tecnología usada en la región, se conformaban a partir de enormes bloques de tierra apisonada dentro de moldes de madera. Cada bloque medía aproximadamente 60 x 60 x 100 centímetros y se levantaban en hileras superpuestas,

trabadas, revocadas con barro. Muchas veces las tapias constituían la parte inferior de los muros de envergadura, reservándose los adobes para la parte superior.
Las quinchas, en tanto, eran estructuras cúbicas hechas con entramados rústicos de madera, cañas, totoras, juncos y revocadas con barro. Al igual que en Perú, este sistema era considerado como una de las primeras alternativas en áreas sísmicas. (Liernur – Aliata, 2004).
La decisión de utilizar cualquiera de los tipos estaba condicionada, por un lado, a la mano de obra disponible, pero principalmente a las características de los suelos y a los materiales que se consiguieran en el contexto de la obra. Por este motivo es aún muy frecuente encontrar quincha y tapia francesa, en zonas rurales como Los Corralitos, en Guaymallén, que poseen napas freáticas altas donde abundan los cañaverales y los pastos. Esta variante, la tapia francesa, emplea postes de madera clavados en la tierra y sobre el eje de los muros, a los que se agregan dos caras de entramado de madera o caña. Los postes quedan embutidos en las paredes que luego se revocan con tierra cruda a la que a veces se le agrega estiércol.
A principios del siglo XX ordenanzas constructivas prohíben en zonas urbanas -para evitar incendios- el uso estructural de la madera (Cirvini, 1989). Pero en zonas rurales y suburbanas la tradición constructiva se mantuvo. Fuera de ordenanzas y códigos, las edificaciones en quincha o tapia perduran y es muy común observar en ellas los elementos estructurales a la vista causados por el pobre mantenimiento de las obras. En estas zonas alejadas de los centros urbanos los sistemas fueron transmitiéndose de generación en generación y hoy constituyen una de las principales categorías del patrimonio intangible local.[24]
En Mendoza veremos como aquellas técnicas muy usadas entre los siglos XVI al XVIII, continuaron ejecutándose en los siglos XIX y XX por sus valores particulares: favorable comportamiento térmico, adecuación a zonas sísmicas y excelente respuesta a terrenos con escasa resistencia.

2. Aspectos cuantitativos y localización
Del total de bienes registrados en el Sistema de Información Patrimonial, el 11% (210 bienes) corresponde a edificios construidos en tierra cruda, aunque esto podría incrementarse debido a que falta información en el 38% de bienes (se desconoce su sistema constructivo).

Construcción / tecnología	porcentaje	cantidad
Tierra cruda	**11%**	**210**
Otras tecnologías	51%	977
Sin Datos	38%	728
Total	100%	1915

De los 1915 bienes registrados totales ya vimos que el 60% está localizados en el Área Metropolitana. Los trabajos de campo en esta Región han sido uno de los más completos, en cuanto a calidad y cantidad, pues se cuenta con preinventarios realizados por especialistas (Capital, realizado en 1991, Godoy Cruz, de 1999, y fundamentalmente con el preinventario de Bodegas del Oasis Norte). Y si observamos sólo el ítem tierra, vemos que la concentración (a partir de la mayor información disponible) es también acentuada en ésta región (77 %).

Regiones	porcentaje	cantidad
NORTE	**77%**	**162**
ESTE	10%	20
NORESTE	3%	7
CENTRO	4%	9
SUR	6%	12
TOTAL	**100%**	**210**

En la **Región Norte**, los departamentos de Maipú y Godoy Cruz congregan el 50% de los casos relevados, entre sitios y edificios. Dentro de la Red se han fichado y localizado los solares de algunos casos emblemáticos ya desaparecidos, tales como la Casa Verdaguer (Las Heras) o la Bodega Trapiche (Godoy Cruz), entre otras.

DEPARTAMENTOS	TIERRA	Aporcentaje	DEMOLIDOS	EN PIE	SITIOS	EDIFICIOS
CAPITAL	20	12 %	4	16	5	11
GODOY CRUZ	**42**	**26 %**	**3**	**39**	**12**	**27**
GUAYMALLEN	24	15 %	0	24	14	10
LAS HERAS	12	7 %	1	11	9	2
LUJAN DE CUYO	24	15 %	0	24	16	8
MAIPU	**40**	**25 %**	**0**	**40**	**32**	**8**
OASIS NORTE	162	100 %	8	154	88	66

Los escasos trabajos de campo realizados hasta el año 2005 en la **Región Este** y **Noreste**, se traducen en la pobre participación de casos realizados en tierra. Situación que se espera revertir a partir de las investigaciones y trabajos de campo en marcha en el departamento de San Martín y Santa Rosa, que revelarán un rico patrimonio en general y en particular, por el aporte de destacados ejemplos de edificaciones rurales en construcciones de adobe y quincha[25]. El departamento de Lavalle, por otro lado, viene desarrollando desde los noventa diversos programas y proyectos de capacitación y participación comunal, realizando cursos de construcción en tierra, para pobladores, constituyéndose en pionero a nivel regional y provincial, en el tema de la recuperación de la memoria y la conservación de las técnicas constructivas.

DEPARTAMENTOS	TIERRA	Aporcentaje	DEMOLIDOS	EN PIE	SITIOS	EDIFICIOS
SAN MARTIN	**13**	**65 %**	**0**	**13**	**5**	**8**
RIVADAVIA	4	20 %	0	4	1	3
JUNIN	3	15 %	0	3	1	2
OASIS ESTE	20	100 %	0	20	7	13

DEPARTAMENTOS	TIERRA	Aporcentaje	DEMOLIDOS	EN PIE	SITIOS	EDIFICIOS
LAVALLE	**3**	**43 %**	**0**	**3**	**1**	**2**
SANTA ROSA	1	14 %	0	1	0	1
LA PAZ	3	43 %	0	3	1	2
REGION NORESTE	7	100 %		7	2	5

A la cabeza de las investigaciones y acciones de protección del patrimonio en tierra cruda de la **Región Centro** (Valle de Uco) está el Municipio de San Carlos que ha reconocido con ordenanzas municipales de protección a numerosos bienes construidos en tierra. Muchos de estos sitios y edificios que pertenecen a la categoría de patrimonio modesto, podrán a acceder a subsidios y acciones concretas de conservación. Esta región es testigo además de un caso inédito de construcción reciente en tierra cruda. En el Alto Valle de Uco, la Bodega Salentein construyó hace dos años una capilla en tapia, para lo cual se realizaron estudios históricos previos para desarrollar el proyecto tecnológico[26].

DEPARTAMENTOS	TIERRA	Aporcentaje	DEMOLIDOS	EN PIE	SITIOS	EDIFICIOS
TUNUYAN	2	22 %			1	1
TUPUNGATO	0				0	0
SAN CARLOS	**7**	**78 %**			**6**	**1**
OASIS CENTRO	9	100 %			7	2

Dentro del SIP no hay una gran presencia de los bienes de tierra cruda de la Región Sur. Situación que se espera revertir a partir de dos investigaciones que se están desarrollando en la zona: una sobre el patrimonio alvearense[27] y otra sobre las denominadas “escuelas rancho”.

DEPARTAMENTOS	TIERRA	Aporcentaje	DEMOLIDOS	EN PIE	SITIOS	EDIFICIOS
SAN RAFAEL	7	58 %	0	7	4	3
GRAL. ALVEAR	2	17 %	0	2	2	
MALARGUE	3	25 %	0	3	1	2
OASIS SUR	12	100 %	0	12	7	5

3. Periodización, Usos y Dominio

Si bien los bienes de máximo rango o grado de protección son los sitios y edificios construidos en los siglos XVIII y XIX, el grupo más nutrido y que corresponde a los casos de patrimonio residencial e industrial en zonas rurales, fueron realizados en el siglo XX, siendo las décadas del veinte al cincuenta de gran auge constructivo en tierra, con el 50% de los bienes relevados (Tab. 4). Esta situación es curiosa porque por esos años, comienza el despegue de la construcción en hormigón armado en los centros urbanos[28]. Si cruzamos los datos, seguramente las construcciones en tierra cruda del período consignado se ubican en zonas rurales o suburbanas.

El 79% de los registros en tierra corresponden al uso industrial y/o residencial, siendo alto además el porcentaje de edificios y sitios de la industria vitivinícola, con bodegas, galpones, y casas (patronales, de contratistas, de empleados) realizadas en adobe o tapia francesa (Tab. 5).

Periodización	**%**	**cantidad**[29]
SIGLO XVIII	3%	6
SIGLO XIX	35%	0
SIGLO XX	**62%**	**131**
SIGLO XXI	0,50%	1
	100%	211

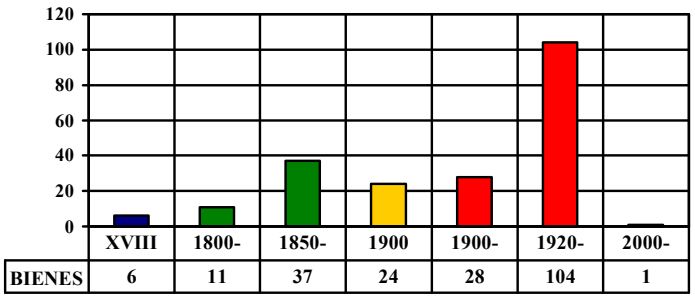
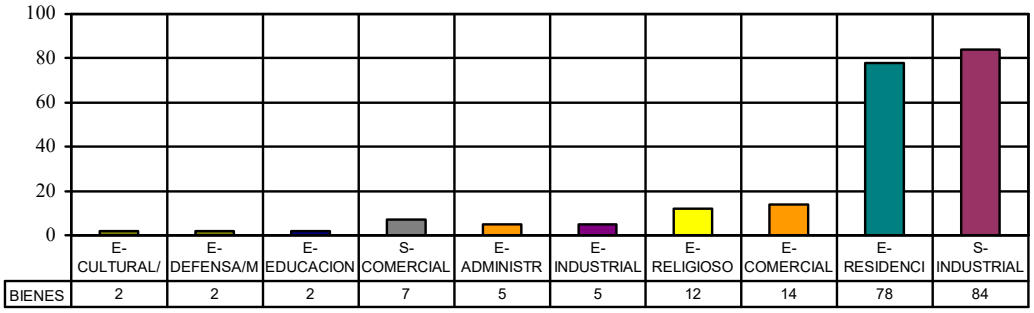


Tabla 4. Periodización de bienes registrados en el SIP.

Usos	**%**	**cantidad**
RESIDENCIAL	37 %	78
INDUSTRIAL	**42 %**	**89**
OTROS	21 %	44
	100 %	211

Dominio	**%**	**cantidad**
CURIA	5 %	11
ESTADO	10 %	21
PRIVADO	85 %	179
	100 %	211



	E-CULTURAL/	E-DEFENSA/M	E-EDUCACION	S-COMERCIAL	E-ADMINISTR	E-INDUSTRIAL	E-RELIGIOSO	E-COMERCIAL	E-RESIDENCI	S-INDUSTRIAL
BIENES	2	2	2	7	5	5	12	14	78	84

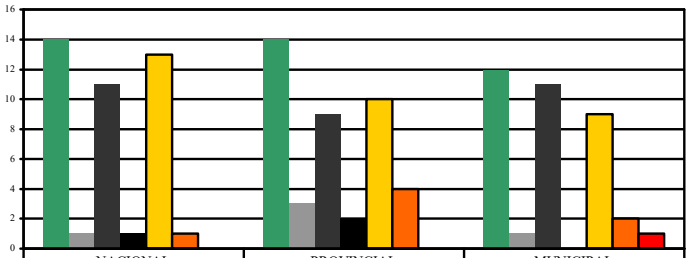
Tabla 5. Clasificación de bienes en tierra cruda según Usos.

4. Clasificación según protección, grado de relevancia y riesgo

Sólo el 19 % de los casos relevados cuenta con alguno de los tres posibles estadios de protección (nacional, provincial y/o municipal). En este selecto grupo, encontramos los principales MHN de la provincia y algunos de los bienes declarados por la provincia como patrimonio de Mendoza. De ellos, el grupo más numeroso lo constituyen los edificios pertenecientes al Estado y a la Iglesia (entre ambos suman 27 de los 40 casos identificados).

Legislación	**%**	**cantidad**
Bienes sin protección	81%	170,91
Bienes protegidos	19%	40,09
	100%	211

En la Tabla 6, se puede observar que el patrimonio que cuenta con legislación, ya sea esta de índole nacional, provincial o municipal, presenta un estado de conservación regular, con algunos bienes que se encuentran en extremo riesgo como es el caso de las Bóvedas de Rodeo del Medio (MHN), que requieren urgente intervención, por ejemplo. El 98 % pertenecen al Grado 1 (bienes de máximo rango por sus valores históricos, arquitectónicos, ambientales y tecnológicos) y Grado 2 (bienes de mediano rango) en la valoración propuesta.



	NACIONAL	PROVINCIAL	MUNICIPAL
PROTECCION	14	14	12
Bueno	1	3	1
Regular	11	9	11
Malo	1	2	
GRADO 1	13	10	9
GRADO 2	1	4	2
GRADO 3	0	0	1

Tabla 6. Sitios y edificios protegidos con legislación. Estado y grado de relevancia.

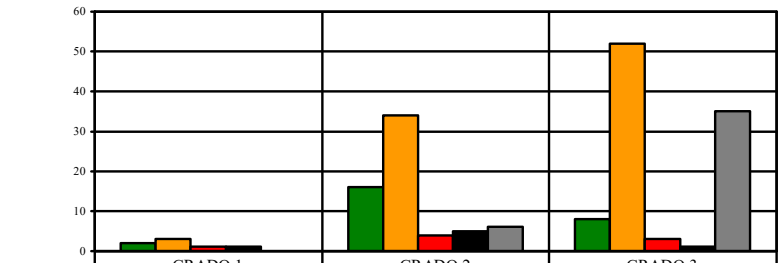
Bienes protegidos	**%**	**cantidad**
CURIA	28%	11
ESTADO	39%	16
PRIVADO	33%	13
	100%	**40**

relevancia	**%**	**cantidad**
grado 1	**80**	**32**
grado 2	18	7
grado 3	2	1
	100	40

estado	**%**	**cantidad**
bueno	12,5	5
regular	**77,5**	**31**
malo	10	4
	100	40

La posesión de los bienes que no tienen ninguna forma de protección legal (el 81% de los registros en tierra) está en manos de privados. Sólo el 6% de este grupo pertenece al Estado o a la Curia. Esta situación evidencia el inminente riesgo que corren estas construcciones que paradójicamente constituyen un catálogo tecnológico de los modos constructivos en cada región y en cada departamento. Se trata de obras no monumentales Grado 3 (patrimonio modesto), construidas en adobe y quincha (viviendas rurales, casas suburbanas, depósitos, galpones y bodegas (Tab. 7).

bienes sin protección	**%**	**cantidad**
estado	6%	10
privado	94%	161
	100%	**171**



	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3
BUENO	2	16	8
REGULAR	3	34	52
MALO	1	4	3
demolido	1	5	1
s/d		6	35

Tabla 7. Sitios y edificios sin legislación. Estado y grado de relevancia.

bienes sin protección		
grado 1	4%	7
grado 2	38%	65
grado 3	**58%**	**99**
	100%	171

bienes sin protección		
bueno	15%	26
regular	**52%**	**89**
malo	5%	8
sin datos	24%	41
demolidos	4%	7
	100%	171

5. El Patrimonio en tierra. Panorama actual

A partir de este catálogo inicial que todavía está en elaboración, hemos podido detectar algunas de las características que definen a nuestro patrimonio pero también problemáticas comunes que presentan las edificaciones en tierra cruda. Ya hemos visto como sólo una pequeña porción de los bienes detectados cuenta con alguna protección legal, siendo en consecuencia, alto el riesgo de pérdida.

Ahora bien, este panorama poco a poco podría ir revirtiéndose por diversos motivos: algunos municipios están reconociendo los valores de esta cultura de la tierra, muchos propietarios aceptan también colaborar en la puesta en valor y principalmente porque se están destinando fondos para la recuperación de este patrimonio.

El Fondo Patrimonial

Con la creación en el año 2004 del Fondo Patrimonial los municipios pueden acceder a subsidios para la restauración de bienes culturales. La DPH-C asesora a los profesionales que desarrollan los proyectos a través de jornadas de trabajo para analizar las propuestas preliminares. Parte del Fondo fue empleado también para la remodelación y puesta en valor de bienes pertenecientes al Ministerio de Turismo y Cultura.

Este trabajo presenta una síntesis de las siete intervenciones realizadas en edificios construidos en tierra cruda (Fondo 2004) y de las ocho prontas a iniciar (Fondo 2005), con el objeto de detectar criterios, particularidades o problemáticas comunes y que pueden ser consideradas para mejorar este programa de rehabilitación del patrimonio de Mendoza.

1. El método de selección y adjudicación

El Ministerio de Turismo y Cultura, a través de la DPH-C, determinó una serie de requisitos mínimos a cumplimentar para que los proyectos elevados a consideración pudieran ser merecedores de los subsidios para restauración:

1. El Municipio debe estar adherido a la Ley Provincial de Patrimonio Nº 6034/93.
2. El edificio debe tener declaratoria Municipal y/o Provincial.
3. Si el bien es privado, debe constar la autorización de conformidad del propietario.
4. El Municipio debe tener en cuenta los requisitos de la Ley 6914/01.
5. Si el edificio es MHN, el proyecto debe contar con la autorización por escrito de la CNMMyLH.
6. Presentar la documentación básica exigida:
    - Antecedentes generales. Datos del bien, denominación, ubicación, propietario o poseedor, fecha de creación, construcción, descripción del bien, con planos, y fotos, particularidades. Antecedentes históricos, ambientales, culturales, determinando la importancia del bien.
    - Antecedentes técnicos. Descripción, memoria del proyecto de intervención. Planos generales aprobados por entes de incumbencia.
    - Propuesta de administración y Mantenimiento.
    - Datos técnicos. Desarrollo técnico.
    - Patologías detectadas
    - Propuesta de intervención

Cada expediente presentado es sometido a una primera evaluación, por medio de una planilla de gestión, se indican los ítem correctos, faltantes y se realizan las sugerencias e indicaciones pertinentes a cada caso. Cada proyecto obtiene un puntaje, y según la escala

de mérito, los trabajos completos son acreedores al Fondo Patrimonial, a partir de un convenio suscripto entre el Ministerio de Turismo y Cultura y el Municipio.

2. Los proyectos otorgados a Municipios por el Fondo Patrimonial. Año 2004
En el primer año se presentaron once proyectos correspondientes a cuatro de las cinco regiones mendocinas (no presentó proyectos ningún departamento de la Región Centro).
Fueron elegidas las siete mejores propuestas pertenecientes a cinco municipios, ya que San Martín y Lavalle presentaron dos proyectos cada uno.
Los distinguidos con el Fondo Patrimonial reunían todos los requisitos básicos para el otorgamiento de los subsidios (documentación completa y proyecto de restauración). En todos los bienes el material predominante es la tierra cruda. Los proyectos se iniciaron a comienzos del año 2005 y fueron concluidos casi en su totalidad, algunos de ellos se presentaron nuevamente en la convocatoria 2005, para avanzar en nuevas etapas, como fue el caso de la Capilla del Cementerio de Capital.

Tabla 8. Proyectos presentados al Fondo Patrimonial en el año 2004.

REGION	MUNICIPIO	DENOMINACIÓN	Materiales	OBSERVACIONES	ESTADO
	CAPITAL	Capilla de Nuestra Sra. Del Rosario (Cementerio de la Capital) (1º Etapa)	Adobe ladrillo	Propuesta correcta y con valores ajustados	OTORGADO $ 44943.- DEC. N° 2736
		Casa de Ozamis	Adobe madera	Propuesta correcta y con valores ajustados	OTORGADO $ 10000.-
		Casa de la Cultura Doña Paula	Adobe	Faltó documentación	
NORTE	MAIPU	Chalet Gargantini Museo del vino	Ladrillo	Faltó documentación	
	RIVADAVIA	Mercado municipal	Construcción nueva	Proponen demolición y obra nueva. No se ajusta al objetivo del Fondo	
		Museo Municipal las Bóvedas	Adobe Quincha	Propuesta correcta y con valores ajustados	OTORGADO $ 30000.-
ESTE	SAN MARTÍN	Capilla de Nuestra Señora de Belén, (Buen Orden)	Adobe Ladrillo	Propuesta correcta y con valores ajustados	OTORGADO $ 35000.-
		Ampliación Museo histórico-natural de Lavalle		Propuesta correcta y con valores ajustados	OTORGADO $ 9598.-
NORESTE	LAVALLE	Capilla de Nuestra Señora del Rosario	Adobe		OTORGADO $ 6849.-
	GENERAL ALVEAR	Casa Salonia	Adobe	Faltó documentación	
SUR	SAN RAFAEL	Capilla de Nuestra Señora del Carmen (Villa 25 de Mayo) Ver Fig. 2.	Adobe madera	Propuesta correcta y con valores ajustados	OTORGADO $ 17000.-

3. Los proyectos otorgados a Municipios por el Fondo Patrimonial. Año 2005
La convocatoria 2005 mostró un panorama diferente, se presentaron proyectos de todas las regiones. Trece de los dieciocho departamentos de Mendoza elevó su propuesta. Todas fueron adjudicadas. Es significativa la situación de la Región Centro, que en la convocatoria anterior no participó y en la 2005, sus tres municipios presentaron y accedieron al subsidio. Dentro de este grupo sobresale la propuesta de San Carlos, que realizó un trabajo muy completo de relevamiento luego del cual se dictaron ordenanzas municipales declarando patrimonio municipal los sitios y edificios detectados, la mayoría perteneciente a la categoría de patrimonio modesto. Se destinaron 390371 pesos para los distintos proyectos, y se

espera para la convocatoria 2006 una adhesión de todos los departamentos, a la vez que un incremento en el monto final a adjudicar.

Tabla 9. Proyectos presentados al Fondo Patrimonial en el año 2005.

REGION	MUNICIPIO	DENOMINACIÓN	MATERIALES	Observaciones	ESTADO
Norte	CAPITAL	Capilla de Nuestra Sra. Del Rosario (Cementerio de la Capital) (3º Etapa)	Adobe	Restauración del interior	OTORGADO $ 35000.- Dec. 2880/05
	GODOY CRUZ	Comisaría 7ª (2º Etapa)	Ladrillo	Restauración Torre reloj campanario	OTORGADO $ 7690.- Dec. 2890/05
	GUAYMALLEN	Casa de los Molina	Adobe madera	Restauración	OTORGADO $ 14404.- Dec. 2883/05
	MAIPU	Casa de Lucila Bombal	Adobe ladrillo	Restauración	OTORGADO $ 40000.- Dec. 2886/05
ESTE	SAN MARTIN	Casa del Altillo (Palmira)	Adobe madera	Restauración / Consolidación estructural	OTORGADO $ 35000.- Dec. 2893/05
	JUNIN	Salón Cervantes - segunda etapa	Adobe / Ladrillo	Restauración	OTORGADO $ 65000.- Dec. 2884/05
NORDESTE	LAVALLE	Sitio Fundacional de la Villa Tulumaya “Algarrobo histórico”	Adobe	Rescate arqueológico	OTORGADO $ 35000.- Dec. 2885/05
CENTRO	TUNUYAN	Parroquia Nuestra Sra. Del Carmen	Ladrillo / Hº Aº	Restauración	OTORGADO $ 10000.- Dec. 2894/05
	TUPUNGATO	Capilla del Sagrado Corazón de Jesús (San José)	Ladrillo / Hº Aº / madera	Restauración	OTORGADO $ 20000.- Dec. 2895/05
	SAN CARLOS	Camino entre pueblos, (tramo antigua Ruta nacional 40)	Adobe / Tapia	Restauración de: Almacén Frei, Bares y almacenes, Casona de 1900.	OTORGADO $ 8450.- Dec. 2889/05
SUR	SAN RAFAEL	Casa de Elena y Fausto Burgos “Casa de la Cultura”	Ladrillo / Hº Aº / madera	Restauración	OTORGADO $ 40000.- Dec. 2892/05
	GENERAL ALVEAR	Bodega “El Faraón”	Hº Aº / Ladrillo	Restauración y creación Museo Regional del Vino	OTORGADO $ 65000.- Dec. 2881/05
	MALARGUE	Capilla Nuestra Sra. Del Rosario	Adobe	Restauración	OTORGADO $ 14827.- Dec. 2887/05

REGION	Monto en $ 2004	Monto en $ 2005	2004 + 2005
NORTE	54943	97094	152037
ESTE	65000	100000	165000
NORESTE	16447	35000	51447
CENTRO	0	38450	38450
SUR	17000	119827	136827
TOTAL	**$153390**	**$ 390371**	**$ 543761**

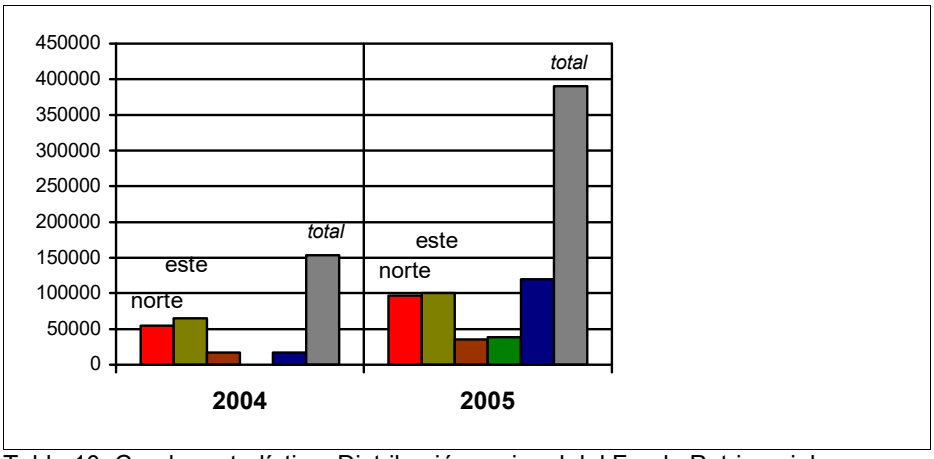
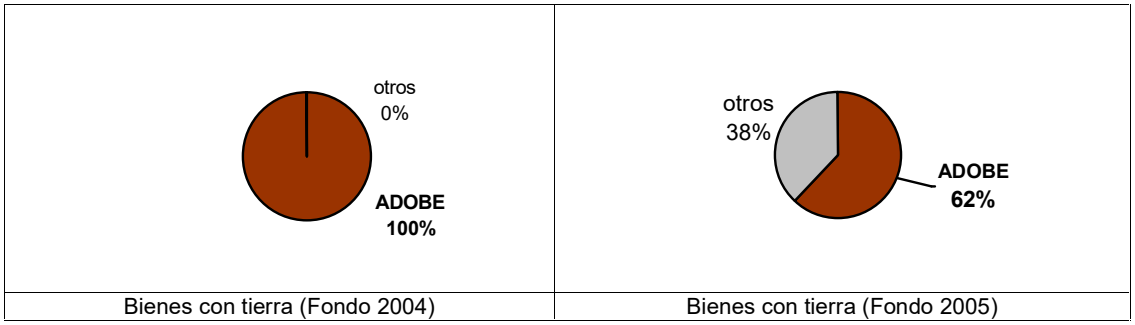


Tabla 10. Cuadro estadístico. Distribución regional del Fondo Patrimonial.

FONDO PATRIMONIAL	año 2004	año 2005
bienes con adobe	7	8
bienes otra tecnología	0	5
total	**7**	**13**



Bienes con tierra (Fondo 2004) | Bienes con tierra (Fondo 2005)

Tabla 11. Restauración de bienes con adobe en las Convocatorias 2004 y 2005.



Fig. 2. Municipio de San Rafael. Proyecto e Intervención en la capilla de Nuestra Señora del Carmen (Villa 25 de Mayo).



Fig. 2. Fondo Patrimonial. Proyectos Municipales 2004 y 2005.

4. Fondo Patrimonial. Edificios del Ministerio de Turismo y Cultura. Obras ejecutadas y proyectos en marcha. 2004 – 2005

El Fondo también ha sido utilizado para la restauración y puesta en valor de bienes culturales pertenecientes al Ministerio de Turismo y Cultura. Sólo consignamos, a modo de información, el listado y uso de los fondos, sin realizar un análisis más exhaustivo debido a que ninguno de ellos pertenece al conjunto de edificios realizados con tecnología de tierra cruda.

Ubicación	Obra	Materiales	OBSERVACIONES	ESTADO
CAPITAL	Fuente de los Continentes	Bronce	Restauración y puesta en valor	FINALIZADA
CAPITAL	Biblioteca San Martín	Ladrillo / Hº Aº	Remodelación integral / proyecto de señaléctica	FINALIZADA
CAPITAL	Subsecretaría de Turismo	Ladrillo / Hº Aº	Restauración fachada	FINALIZADA
CAPITAL	Teatro Griego “Frank Romero Day”	Ladrillo / Hº Aº	Arreglo de graderías	FINALIZADA

Tabla 12. Proyectos ejecutados por el Ministerio de Turismo y Cultura (Fondo Patrimonial)

Ubicación	Obra	Materiales	OBSERVACIONES	ESTADO
CAPITAL	Diana y Endimión	bronce	Restauración conjunto escultórico	EN EJECUCION
LUJAN DE CUYO	Museo Provincial de Bellas Artes Emiliano Guiñazú “Casa de Fader”		Restauración de murales	EN EJECUCION
CAPITAL	Teatro Independencia		Proyecto de señaléctica	A EJECUTAR
CAPITAL	Archivo General de la Provincia	Bronce	Ampliación: depósito y sala de restauración	A EJECUTAR
CAPITAL	Biblioteca San Martín	Ladrillo / Hº Aº	Ampliación taller de encuadernación	A EJECUTAR
CAPITAL	Subsecretaría de Turismo	Ladrillo / Hº Aº	Relevamiento para llamado a concurso para restauración	A EJECUTAR

CAPITAL	Espacio Contemporáneo de Arte (antiguo Banco de Mendoza)		Remodelación sanitarios de damas	A EJECUTAR
CAPITAL	Teatro Griego “Frank Romero Day”	Ladrillo / Hº Aº	Nuevo bloque de sanitarios	A EJECUTAR
CAPITAL	Cerro de la Gloria	Bronce - piedra	Restauración conjunto escultórico	A EJECUTAR

Tabla 13. Proyectos 2005-2006 del Ministerio de Turismo y Cultura (Fondo Patrimonial)

Consideraciones finales

Si bien en los últimos años vemos que se ha avanzado en frentes múltiples, tanto en gestión, investigación como acción, quedan algunos puntos a reforzar en los mecanismos de cada uno de los programas encarados.

1. Problemáticas comunes detectadas y acciones a seguir

En relación con aspectos legales.

Los códigos de edificación de los municipios y los códigos sismorresistentes no contemplan la Ley de Patrimonio.

Modificación de las ordenanzas de “erradicación del adobe”, en el caso de los bienes patrimoniales Elaborar un nuevo código provincial que relacione el patrimonio de tierra y la conservación.

Redacción de un “Pre-Reglamento” de restauración con directrices generales.

En relación a la investigación:

Búsqueda en los municipios de antiguas ordenanzas referidas a la construcción en adobe, quincha y tapia. Reglamentaciones. Modos de construir.

Estudio de códigos de edificación de ciudades en México, Nueva Zelanda, Australia, España, Nuevo México (EEUU), Egipto, y Perú que tienen patrimonio en tierra y muchas de ellas se ubican en zonas sísmicas.

Gestión patrimonial

Completar el registro de bienes en tierra con la correspondiente valoración o ponderación.

Realizar una carta de riesgo del patrimonio en peligro.

Declarar bienes construidos en tierra que tengan máxima relevancia y carezcan de protección (ordenanza municipal y/o decreto provincial

Aspectos sociales

Concientización a los propietarios de los inmuebles relevantes.

Participación de la comunidad.

Completar el relevamiento del patrimonio intangible relacionados con la arquitectura de tierra. Relevar técnicas constructivas y operarios (informantes claves) que aún construyen con tecnologías en tierra.

Gestión previa a la intervención.

Elevar a los municipios el listado con la identificación de bienes provinciales registrados y su riesgo.

Determinar viabilidad de las intervenciones y/o restauraciones en tierra.

Organización de equipos técnicos especializados en el ámbito municipal (tierra)

Actualizar los instrumentos del Municipio para las aprobaciones de obras (visaciones, asesoramiento).

En relación a los proyectos de restauración:

Dificultad para elaborar diagnostico de patologías.

Dificultad para formulación de técnicas concretas de restauración.

En los proyectos de intervención y/o restauración realizar verificaciones estructurales previos (diseño mas cálculo).

Capacitar a los profesionales (arquitectos e ingenieros de los municipios a cargo de los proyectos).

En relación a la ejecución de la obras:

Intensificar la investigación experimental y completar los estudios históricos.

Capacitar a la mano de obra local que realizará los trabajos.
Asesoramiento técnico para consolidación en emergencia, con inspectores de planta permanente del Estado (previa capacitación).
Gestión posterior a la intervención.
Exigencia en la aplicación de los planes de manejo previstos para los bienes recuperados.

2. Epílogo
La capacitación en todos los niveles es una de la tareas pendientes, con la organización de cursos–talleres, para complementar la formación de los cuerpos técnicos municipales y provinciales para la realización de proyectos y materialización de las obras. Reforzar los seguimientos de las obras de restauración encaradas a través del Fondo Patrimonial, a partir de un asesoramiento permanente para arribar a buen puerto con los proyectos de restauración, evitando improvisaciones o acciones incorrectas.

Bibliografía

BÓRMIDA, Eliana – MORETTI, Graciela. Guía de Arquitectura de Mendoza. Sevilla: Junta de Andalucía, 2005. Pág. 28.
CIRVINI, Silvia. Arquitecturas de tierra. Prototipos sismorresistentes en la Mendoza posterremoto (1863-1884). En: Dana (Documentos de Arquitectura Nacional y Americana) 27. IAIHAU, Buenos Aires, 1989.
GIMENEZ PUGA, Francisco. Guía General de Mendoza. Buenos Aires. Kraft, 1940.
GUAYCOCHEA DE ONOFRI, Rosa. Cuyo. En: NICOLINI, Alberto et altri. Arquitectura en la Argentina. Tomo 2. Centro-Noroeste-Cuyo. Buenos Aires: Eudeba, 1980. Págs. 30 a 34.
GUAYCOCHEA DE ONOFRI, Rosa T. Arquitectura de Mendoza y otros estudios. (Nueva Edición). Mendoza, 2001.
LACOSTE, Pablo "Territorios y departamentos", En: ROIG, Arturo - LACOSTE, Pablo – SATLARI, María Cristina (compiladores) Mendoza, Cultura y Economía. Colección Cono Sur, Caviar Bleu. Buenos Aires, 2004. Págs. 177 a 220.
LIERNUR, Jorge Francisco y Fernando ALIATA (compiladores). Diccionario de Arquitectura en la Argentina. Estilos, obras, biografías, instituciones, ciudades. Buenos Aires, Diario de Arquitectura de Clarín, 2004. Tomo C-D. Pág. 111.
MORETTI, Graciela Godoy Cruz y su patrimonio cultural. Pre-Inventario de bienes. Mendoza, 2000 (inédito).
PREMAT, Estela y Ana VILLALOBOS Pre-Inventario de Capital. Mendoza, 1991 (inédito).
RED PROVINCIAL DEL PATRIMONIO. Programa coordinado por la Dirección de Patrimonio Histórico-Cultural. Mendoza. 2001 a 2005 (inédito).
RUIZ, Cristina (compiladora) Bienes Patrimoniales de Mendoza. Mendoza, Ediciones Culturales. 2001.
RUIZ, Cristina (compiladora) Bienes Patrimoniales de Mendoza. Mendoza, Ediciones Culturales. 2005.
VILLALOBOS, Ana María et altri Pre-Inventario de Bodegas del Oasis Norte. Mendoza, 1998 (inédito).

Notas y citas

[1] En el período 2001-2003, la DPH-C estuvo a cargo de la arq. Ana María Villalobos, bajo la gestión del Lic. Guillermo Romero en la Subsecretaría de Cultura.

[2] A partir de diciembre de 2003, la DPH-C estuvo a cargo de la Dra. Valeria Cortegoso y posteriormente del arq. Edgardo Priori, bajo la gestión del Lic. Marcelo Lacerna al frente de la Subsecretaría de Cultura y de la Lic. Mariana Juri a cargo del Ministerio de Turismo y Cultura.

[3] El ordenamiento digital de los Registros permite la sistematización a partir de diversos campos: fechas, autores, técnicas, tipologías, estado del edificio, etc. Al hablar de "sistema" se pone el acento en la interrelación de los datos recogidos, asegurando la fiabilidad de los procesos de documentación; flexibilidad, por la posibilidad de adaptarse a los diversos tipos de bienes y economía, al permitir acceso a la información en el menor tiempo posible.

[4] El Registro de Bienes Intangibles es desarrollado por el Prof. Diego Bosquet, especialista en conservación de patrimonio musical.

[5] En estos dos niveles la currícula estudia la problemática provincial, y se ha detectado una escasa bibliografía en la materia.

[6] Actividad 1 (programa RED) Durante 2001 y 2002, se realizó la búsqueda de antecedentes a nivel provincial, nacional e internacional; se determinaron los campos básicos comunes y campos específicos para la elaboración de fichas de registro, catálogo e inventario; se realizó el diseño preliminar de las fichas (Word / Excel) y posteriormente se realizó el ajuste de diseño; el diseño preliminar de base de datos en FileMaker-Pro; diseño de gestión interinstitucional entre la DPH-C y los 18 municipios.

[7] Entre los años 2003 y 2005 se realiza un ajuste del programa, incorporando nuevas fichas: autores, informantes, legajos, bibliografía y la ficha de visita de obra para actualizar el estado del bien (ficha de inspecciones).

[8] Actividad 2 (programa RED) Entre 2001 y 2002, se determinó el listado inicial (bienes con declaratoria provincial y nacional); se realizaron relevamientos de los bienes seleccionados; y se realizó la primer carga de bienes patrimoniales. Algunos municipios elevan a la Red sus propuestas de registro de bienes (listado): Gral. Alvear, Tunuyán, San Carlos, San Martín, Santa Rosa y Rivadavia. Entre 2003 y 2005, se incorporan a la Red nuevos bienes con ordenanzas municipales; se incorporan nuevos bienes a partir de fuentes diversas: relevamientos existentes y trabajos de campo variados (patrimonio de la Capital, patrimonio de Godoy Cruz, patrimonio ferroviario, patrimonio vitivinícola, entre otros).

[9] Actividad 3 (programa RED) Entre 2001 y 2002 se desarrollan las primeras reuniones con directores de cultura de la Región Este y de la Región Centro; se organizó el programa a nivel provincial y se dictaron charlas a gestores culturales durante los encuentros de directores de Cultura, (Malargüe, diciembre 2002). Entre 2003-2004, se realiza el seguimiento y asesoramiento a técnicos y funcionarios municipales y se presenta un avance del Programa en reunión de directores de Cultura (Junín, mayo de 2003). En el año 2005, se dictan conferencias y se realizan asesoramientos técnicos al personal de los municipios de La Paz, Santa Rosa y San Rafael.

[10] Entre 2002-2003 se inicia la georreferenciación de bienes. Se inicia el proyecto “patrimonio” en el ámbito de la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Urbano (DOADU), que posee el hardware y software requerido para la georreferenciación de los bienes culturales. Se cuenta con el especial asesoramiento del personal de la DOADU. Entre 2004 y 2005: Se georreferencian los 164 bienes que contiene la Guía de Arquitectura y se transfiere la información del programa Arc View al programa CAD (a requerimiento de la Junta de Andalucía). Se localizan aquellos bienes de la RED que cuentan con datos actualizados y cartografía.

[11] Entre 2001 y 2003, se adapta el programa para difusión en la web de cultura; se realizan exposiciones sobre Patrimonio Ferroviario y sobre Patrimonio Industrial, además del Ciclo “Vendimia, Vino y Bodegas”.

[12] Se dictan los módulos de Arquitectura dentro del Seminario “Mendoza: Historia, Arte y Cultura”, realizados en 2003 y 2004.

[13] Se inicia la producción de la Guía de Arquitectura de Mendoza (textos, fotografías, planos de bienes, planos territoriales y de recorridos), editada en 2005 por la Junta de Andalucía de Mendoza.

[14] Preside cada municipio el Intendente Departamental (a cargo del ejecutivo), a la vez que existe un Concejo Deliberante, conformado por concejales municipales.

[15] Esta forma de organización del territorio mendocino, ha sido empleada entre otros, por la Dirección de Gestión Territorial de la Subsecretaría de Cultura de Mendoza, desde el año 2000 y también fue la elegida por Pablo Lacoste en la publicación Mendoza, Cultura y Economía (2004)

[16] Esto se debe a la inclusión del Pre-Inventario de Bodegas del Oasis Norte, cuya carga incrementó considerablemente la cantidad de bienes del Área Metropolitana.

[17] Este trabajo fue coordinado por la arq. Ana María Villalobos. Se realizaron fichas y un mapeo de todas las bodegas en pie del oasis Norte de Mendoza, posee fotografías y croquis de todos los conjuntos industriales.

[18] Este trabajo está en elaboración y lo realiza la arquitecta Alejandrina González, que releva todos los circuitos de trenes locales de la provincia y también los recorridos que realizaba el antiguo Ferrocarril del Estado (F.C. Belgrano). La arquitecta González había participado en el trabajo de relevamiento de las líneas del F.C. San Martín y del F.C. Sarmiento, realizadas en el 2002 en Cuyo, que formaba parte del trabajo desarrollado por el arquitecto Jorge Tartarini, a nivel nacional.

[19] A cargo del arquitecto Roberto Ahumada quien recibió en 2005 un Subsidio para desarrollar el proyecto. Actualmente en ejecución.

[20] Para este trabajo, se elaboraron fichas de pre-inventario con un completo relevamiento fotográfico y mapeo de los bienes. El inventario fue informatizado y los bienes georreferenciados y ya incluidos en el Sistema de Información Patrimonial de la Provincia.

[21] Trabajo en ejecución que realiza la arquitecta Gabriela Santibáñez, coordinando un equipo de trabajo en la región Este y Noreste.

[22] Trabajo en ejecución a cargo de la arquitecta Cecilia Alvarez, que releva los bienes del departamento sureño.

[23] Se consultó también el artículo de Rosa Guaycochea, “Cuyo”. En: Nicolini, Alberto et altri. Arquitectura en la Argentina. Tomo 2. Centro-Noroeste-Cuyo. Buenos Aires: Eudeba, 1980. pags. 30 a 34.

[24] La catalogación y registro de los diversos modos de construir en Mendoza está a cargo del prof. Diego Bosquet, especialista en patrimonio intangible.

[25] Será de fundamental importancia la investigación y relevamiento de bienes a cargo de la arquitecta Gabriela Santibáñez en los departamentos de San Martín y Santa Rosa, a partir del merecimiento de un subsidio del Fondo de la Cultura (2004).

[26] El proyecto arquitectónico de la Capilla de la Bodega Salentein estuvo a cargo del estudio Bórmida & Yanzón. Para el desarrollo tecnológico contaron con el asesoramiento del arquitecto Rodolfo Rotondaro.

[27] Se trata del trabajo de Registro Patrimonial de Gral. Alvear que realiza la arq. Cecilia Alvarez, a partir de un Subsidio del Fondo de la Cultura (2005).

[28] En 1936 se instalan en Mendoza las cementeras Minetti y Corcemar, favorecidas por exenciones impositivas provinciales, pero principalmente por la demanda creciente del material de construcción en la región, que hasta ese momento debía traerse de las plantas de Olavarría (Cemento San Martín y Loma Negra) y Córdoba (Corcemar y Compañía Sudamericana de Cemento Pórtland).

[29] Se agrega al registro, la capilla construida recientemente por la Bodega Salentein.

Edgardo D. Priori

Arquitecto. Director de Patrimonio Histórico-Cultural, de la Provincia de Mendoza, desde febrero de 2005. Egresado en 1984 de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Mendoza. Fue Miembro del Directorio y de la Comisión de Cultura de la Sociedad de Arquitectos de Mendoza, del Consejo Provincial del Patrimonio Cultural y del Consejo Provincial de Arraigo en Tierras no Irrigadas. Entre sus antecedentes en el ámbito cultural público se destaca su desempeño en el montaje de exposiciones y diseño museográfico, proyectos y dirección técnica de edificios públicos, informes referidos a la prevención, puesta en valor y uso del patrimonio inmueble provincial. En el ámbito privado, trabajó en la dirección y montaje en la exposición sobre patrimonio arquitectónico y urbano de Colombia. Es miembro fundador y actual presidente de la ONG "La Maestranza, Talleres", asociación promotora de la conservación patrimonial. Fue publicado su trabajo "Instructivo para la Solicitud de Declaratoria de un Bien Patrimonial Cultural en la Provincia de Mendoza" en el año 1996.

Graciela A. Moretti

Arquitecta. Coordinadora del Programa Red Provincial del Patrimonio. DPH-C. Ministerio de Turismo y Cultura. Egresada en 1993 de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (Universidad de Mendoza). Docente de la FAUD-UM desde 1988, en la Cátedra de Historia de la Arquitectura y el Urbanismo 2. Miembro del ICAU (Instituto de Cultura Arquitectónica y Urbana) FAUD UM. Cursó el Magister en Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Latinoamericano. Universidad Nacional de Tucumán (Beca FOMEC 1997-1998). Tesis en elaboración "Hábitat, vivienda y sociedad en los poblados cementeros del centro oeste argentino (1930-1980). Fue editora del suplemento "Arquitectura & Construcción (Diario Uno), entre 1996 y 1998. Coautora de la "Guía de Arquitectura de Mendoza" (directora: arq. Eliana Bórmida, FAUD-UM) editada en 2005 por la Junta de Andalucía a través del Convenio de Cooperación con el Gobierno de Mendoza. Ha dictado los siguientes cursos: "Arquitectura, Ciudad y Territorio. Mendoza: 1561-2005", "Cultura del vino. Arquitectura y diseño. 1561 – 2005" y el "Curso-Taller de Capacitación en programa File Maker", para diseño de base de datos.

Viviana Ferreyra

Arquitecta. Coordinadora del Sistema de Información Patrimonial. DPH-C. Ministerio de Turismo y Cultura. Egresada en 1984 de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (Universidad de Mendoza). Profesional de planta del Municipio de Guaymallén desde 1987. Área de Trabajo: Planificación Urbana y Medio Ambiente. Se especializa desde 1995 en Sistemas de Información Geográfica (GIS). En 1999 realiza en España una Especialización en Medio Ambiente y Recursos Naturales en Alcalá de Henares (Beca AECI) dictada por el Ministerio de Administración Pública –MAP. A partir del año 2003 desarrolla el proyecto Patrimonio para la georreferenciación de Bienes Culturales de Mendoza, en la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Urbano de Mendoza (DOADU, Ministerio de Ambiente y Obras Públicas). Realiza la cartografía de la "Guía de Arquitectura de Mendoza", editada en 2005 por la Junta de Andalucía.

5.20

PATRIMONIO VERNÁCULO IGLESIANO
RESCATE DE TIPOLOGÍAS COMO APORTE AL DISEÑO

Maria Rosa Plana - Luis Alberto Orellano *
IRPHa Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat / FAUD / UNSJ
Complejo Universitario Islas Malvinas. Ignacio de la Roza y Meglioli – 5400 San Juan. – (0264) 4232395 / 32 59 - planamariarosa@ciudad.com.ar - flaop@arnet.com.ar

Palabras clave: patrimonio – tipologías – diseño

Resumen
Argentina posee en su territorio una diversidad geográfica, climática y de grupos humanos con orígenes diversos por lo tanto con costumbres, tradiciones y creencias distintas que van plasmando las idiosincrasias regionales.
En Iglesia, departamento de norte Sanjuanino, es posible observar pueblos que conservan en su arquitectura rasgos del siglo XIX, dada por la postración económica y el aislamiento. Rosa T. Guaycochea de Onofri, después de sus pasos por la zona escribe *"La casa de adobe que desde lejos parece un trozo más de suelo erosionado resulta en una consideración moderna, el sabio tributo del hombre a la ocupación de un paisaje tan bello."* Hoy su situación ha cambiado, la minería y el turismo lo ha sacado de esa letanía; grandes cambios y transformaciones se avizoran en su presente y futuro, poniendo en peligro el hábitat centenario.
Arquitectura es generar un hábitat. Vernáculo es lo propio de un lugar. Conjugar ambos términos permite a Amos Rapaport escribir, "*la arquitectura vernácula no alberga aspiraciones teóricas ni estéticas, sus modelos se desarrollan a factores regionales climáticos y económicos".* Raúl González Capdevila considera a la arquitectura vernácula *"una necesidad funcional y que en la simplicidad de encarar sus problemas o en las humildes soluciones con que los resuelven, refleja su modernidad."*
Aún quedan ejemplos de esta arquitectura, en los pequeños poblados iglesianos, dignos de ser analizados, valorados y rescatados. Son testimonios vivos a conservar, permiten revelar aportes al diseño y soluciones espaciales, tecnológicas, ambientales desde su ser, una mixtura aborigen-inmigrante de nuestros antepasados.
El interés en el análisis de la arquitectura rural está dado en la vinculación entre paisaje, modos de vida, funcionamiento, uso racional de los recursos disponibles y un claro ejemplo de adaptación y respeto ambiental. Si tomamos un elemento de esta arquitectura, la vivienda por ejemplo. Ella representa a cada pueblo, a cada grupo étnico y en el ámbito rural, unidad elemental, huella de la presencia del hombre en el paisaje y reflejo de las condiciones del hábitat del campo. La cosmovisión de sus habitantes se manifiesta en la misma, es una forma de vida ó modo de vivir. Pone en evidencia la relación existente entre hombre y medio.
Analizamos esta arquitectura con el propósito de rescatar el valioso acervo cultural que contiene y protegerlo de eventuales líneas de progreso. Valoramos y rescatamos el saber tradicional de las técnicas de construcción con materiales regionales, guardado en la memoria colectiva de sus comunidades.
Desde nuestra posición de estudio y análisis del patrimonio vernáculo construido y vernáculo inmaterial, es que nos motiva esta convocatoria a participar haciendo un aporte desde nuestra disciplina, lugar y realidad, proponiendo **redescubrir** pautas de diseño morfológicos-funcionales-tecnológicos-ambientales-culturales de la arquitectura vernácula y **conservar** los tipos esenciales, característicos y valiosos, de nuestro patrimonio vernáculo, afianzando nuestra identidad cultural.
Y por ultimo afirmamos que en el patrimonio vernáculo resulta indivisible, hombre-ambiente-cultura, una estrecha relación permanente en donde descubrimos muestra verdadera identidad, manifestaciones autenticas de nuestro pasado y desde donde debemos volver a empezar.

Desarrollo

Derramo mis ojos en tapiales
testigos de tiempo...
Pie de barro sobre barro.
Barro sobre pie de piedra.
Pie de piedra sobre barro.
Vine a buscarte...
Hallé paz....
Quizás no me comprendan
…no busco una respuesta...
…simplemente te quiero
Iglesia
gigante dormido.
Antonio G. Guzzo

Marco teórico-referencial

Argentina posee en su territorio una diversidad geográfica, climática y de grupos humanos con orígenes diversos por lo tanto con costumbres, tradiciones y creencias distintas que van plasmando las idiosincrasias regionales.
En Iglesia, departamento de norte Sanjuanino, es posible observar pueblos que conservan en su arquitectura rasgos del siglo XIX, dada por la postración económica y el aislamiento. Hoy su situación ha cambiado, la minería y el turismo lo ha sacado de esa letanía; grandes cambios y transformaciones se avizoran en su presente y futuro, poniendo en peligro el hábitat centenario.
Arquitectura es generar un hábitat. Vernáculo es lo propio de un lugar. Conjugar ambos términos permite a Amos Rapaport escribir, “la arquitectura vernácula no alberga aspiraciones teóricas ni estéticas, sus modelos se desarrollan a factores regionales climáticos y económicos”. Raúl González Capdevila considera a la arquitectura vernácula “una necesidad funcional y que en la simplicidad de encarar sus problemas o en las humildes soluciones con que los resuelven, refleja su modernidad.”
Aún quedan ejemplos de esta arquitectura, en los pequeños poblados iglesianos, dignos de ser analizados, valorados y rescatados. Son testimonios vivos a conservar, permiten revelar aportes al diseño y soluciones espaciales, tecnológicas, ambientales desde su ser, una mixtura aborigen-inmigrante de nuestros antepasados.
Decía Juan Bautista Alberdi, a mediados del siglo pasado, "Seguir el desarrollo es adquirir una civilización propia, aunque imperfecta, y no copiar las civilizaciones extranjeras, aunque adelantadas. Cada pueblo debe ser su edad y su suelo, cada pueblo debe ser el mismo..."
En el caso de nuestros pueblos latinoamericanos y, más específicamente, de los que conforman el Cono-Sur, es posible distinguir varias herencias. La primera deriva de las culturas precolombinas, es el aporte indígena; la segunda, es el legado europeo inicial; la tercera herencia fue la criolla y la mestiza, a la que se suma el aporte africano; y, finalmente, el legado de las diversas inmigraciones iniciadas a fines del último siglo.
El interés en el análisis de la arquitectura rural esta dado en la vinculación entre paisaje, modos de vida y uso de los recursos disponibles. Si tomamos un elemento de esta arquitectura, por ejemplo la vivienda, esta representa a cada pueblo, a cada grupo étnico y en el ámbito rural, unidad elemental, huella de la presencia del hombre en el paisaje y reflejo de las condiciones del hábitat campesino. La cosmovisión de sus habitantes se manifiesta en la misma, es en si una forma de vida ó modo de vivir. Pone en evidencia la relación existente entre hombre y medio.
El abordaje de la problemática la realizamos desde un respeto al hombre, su historia, su dignidad y su apropiación del medio, para descubrir la identidad regional. “Esa identidad que en el campo se expresa a través de sus elementos significativos, sus referentes visuales y ambientales, sus áreas caracterizadas a través de determinados edificios, espacios ambientales que son inseparables de la localidad”. ([1])
La carta del Patrimonio Vernáculo construido dice en el segundo y tercer párrafo de su introducción que el Patrimonio Tradicional o Vernáculo construido es la expresión

fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo. El Patrimonio Vernáculo construido constituye el modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat. Forma parte de un proceso continuo, que incluye cambios necesarios y una continua adaptación como respuesta a los requerimientos sociales y ambientales. La continuidad de esa tradición se ve amenazada en todo el mundo por las fuerzas de la homogeneización cultural y arquitectónica. ([2])

Proponemos **redescubrir a partir de un análisis** pautas de diseño, desde lo **morfológico**, **funcional**, **tecnológico**, **ambiental** y **cultural**, de la arquitectura vernácula y **conservar** los tipos esenciales, característicos y valiosos, de nuestro patrimonio vernáculo que surgirán a partir del análisis, la valoración y la selección.

En esta ponencia, se vuelcan los primeros pasos en la búsqueda de lo que nos proponemos. La investigación se enmarca en el proyecto bianual "El patrimonio natural y cultural del departamento Iglesia como elemento articulador para el desarrollo local". Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat – IRPHa y Instituto de Teoría, Historia y Critica del Diseño - IDIS. / FAUD. Convocatoria 2006-2007 CICYTCA / UNSJ.

El tema que nos ocupa, el de rescatar de una posible destrucción a la arquitectura vernácula y a partir de su estudio proteger su esencia e identidad, lo emprenderemos desde una lectura del **tiempo**, **hombre** y **hábitat**.

El tiempo. Rosa T. Guaycochea de Onofri después de su visita a la zona, alrededor de 1960, nos da referencia de un pasado próximo. "*El San Juan del Siglo pasado no desapareció enteramente con el terremoto de 1944. En el norte de la provincia, en los departamentos de Iglesia y de Jáchal, donde el sismo tuvo efectos menos destructores, es posible observar pueblos que conservan en su arquitectura todos los rasgos del siglo XIX.*" ([3]) En Iglesia, el tiempo se cuenta al Caminar por Angualasto, que nos transporta a unos 1.500 años hacia el pasado. Carcomidos tapiales por la erosión, pedazos de cacharros, vasijas y puntas de flechas, construidos por los indígenas, dan testimonio de la presencia del hombre desde largo tiempo atrás. El hombre está presente en lo construido por sus manos. Pero el mismo hombre pone en peligro lo edificado con una visión equivocada de modernidad y sub valoración de lo propio. Esta actitud, pues lleva a perder su patrimonio y por lo tanto su identidad.

El hombre. "*... la arquitectura del lugar hecha totalmente de adobe, sin la referencia al cromatismo que la circunda puede inducir a imaginarla triste, monótona. La casa de adobe que desde lejos parece un trozo más de suelo erosionado resulta en una consideración moderna, el sabio tributo del hombre a la ocupación de un paisaje tan bello*."([4])

El hábitat. "*Iglesia está a 1700 m de altitud lo que explica la pureza del aire y el celeste radiante del cielo. El pedregullo gris bajo nuestros pies se prolonga en los ocres y morados de los cerros que culminan en la cordillera de Colangüil, que cuando no está nevado es de un profundo azul. El verde de los pastos y arboledas son el marco inmediato para vacunos, caballos y ovejas*." ([5])

El Departamento de Iglesia se encuentra situado en el extremo noroeste de la Provincia de San Juan. Limita con La Rioja al norte y al este, también en esta última orientación con Jáchal, al sur con Ullum y Calingasta y al oeste con Chile. El área del estudio, se localiza en los denominados valles preandinos, en la depresión comprendida entre la cordillera frontal, con altura mayor a los 5.000 m, al oeste, y la precordillera por el este; más baja que la anterior, de cumbres anchas y tonalidad pardusca determinada por la vegetación. Su superficie corresponde a un sexto aproximadamente de la superficie del departamento y se ubica al sureste del mismo. El resto es montañoso y con planicies a gran altura, característico de la región de la puna, que se extiende hasta la zona. El clima continental, dado por el aislamiento y las distancias al mar, es árido; con grandes variaciones térmicas entre el día y la noche, las lluvias irregulares e insuficientes.

Iglesia hoy

El hombre iglesiano habita pequeños valles interconectados. Rodeo, cabecera del departamento, cumple funciones de cierta complejidad socio-económicas, administrativa y cultural. Otros asentamientos principales son Las Flores y Villa Iglesia, con funciones sociales y económicas. Los tres interactúan por medio de un eje estructurador (norte-sur) con prolongaciones alternadas hacia el este y hacia el oeste, definiendo junto con la geomorfología y la distribución de sus recursos hídricos la configuración física del área que nos ocupa. También se localizan otras poblaciones dispersas que son pequeñas unidades agrícolas similares entre sí como Angualasto, Buena Esperanza, Tudcum, Huañizuil y Bella Vista.

Otra estructura configuradora del departamento corresponde a la relación potencial a través de él con Chile. Día a día ésta se consolida, al haber tomado la decisión Chile y Argentina de construir un túnel en el paso internacional de Agua Negra. El túnel permite bajar la altura del camino de 4.700 a 3700 metros y tener una ruta expedita la mayor del año, la zona tiene un bajo régimen níveo. Terminadas todas las obras de infraestructura se podrá concretar el proyecto del Corredor Bioceánico que une Porto Allegre / Brasil y Coquimbo / Chile.

Iglesia posee atractivos naturales y culturales como la reserva de la Biosfera y Parque Nacional San Guillermo, el dique Cuesta del Viento, la cordillera colorida y sus penitentes, los terapéuticos baños termales, los sitios de gran interés arqueológicos, los pequeños asentamientos humanos y las antiguas fincas de la zona. De gran interés son también, las celebraciones religiosas y sus festivales folclóricos y de doma.

El patrimonio arquitectónico esta formado por edificios singulares. Templos, capillas, viviendas y entre ellas las casonas, molinos y palomares. Todos ellos expresan lo propio, simbolizan referencias comunes, dan respuestas a necesidades sociales, culturales y físicas. Las soluciones en todos los casos son similares, las variantes obedecen a algún detalle estilístico, estructural o funcional conservando los mismos esquemas esenciales.

Este valioso patrimonio corre el riego de perderse por varias causas que enumeramos a continuación. Deterioro por la falta de mantenimiento de los bienes. Falta de una protección jurídica y ordenamiento territorial. Intervenciones en los edificios sin gusto, sensibilidad y desconociendo los valores patrimoniales tanto del lugareño, nuevos habitantes y profesionales.

Turismo y minería en auge creciente, introduce nuevas tipologías, en algunos de los casos extrañas y agresivas al entorno. Síntomas de esta situación son la gran cantidad de “cabañas” construidas para alojar al creciente número de turistas. Y otros equipamientos como restaurantes que necesitan terrenos y con ello aparecen intereses especulativos en los loteos. La minería también ha requerido de nuevos servicios, depósitos de combustible, talleres para grandes camiones, etc. Todos estos cambios que están viviendo los poblados, no van acompañados por la infraestructura y esto en todos los órdenes. Las nuevas construcciones ó las acciones de remodelación, reciclaje y restauración, se efectúan con criterios diferentes, según decisiones personales, ajenas a la arquitectura local.

La homogeneización de la cultura y a la globalización socio-económica en el mundo, hace de las estructuras vernáculas extremadamente vulnerables y enfrentan serios problemas de obsolescencia y desintegración. ([6])

¿Cómo estos cambios pueden ser controlados? El interrogante debe ser resuelto con la participación de todos los actores, comunidad y gobierno. Siendo necesaria la intervención de planificadores y especialistas en un trabajo multidisciplinar para definir la imagen deseada del asentamiento y conducir los procesos de construcción del hábitat

Análisis de los tipos

Investigamos el patrimonio arquitectónico iglesiano con el propósito de rescatar y proteger el valioso acervo cultural que contiene, para ello, los primeros pasos dados está en la búsqueda de rasgos vernáculo a través de su carácter local o regional. Modo y técnicas tradicionales de construcción. Sabiduría en el diseño y en la construcción. Uso de tipos arquitectónicos y respuesta a los requerimientos funcionales, sociales y ambientales. Para el estudio y análisis de los tipos arquitectónicos tenemos en cuenta aspectos tecnológicos, funcionales, formales y ambientales y sus relaciones (implícitas en el análisis)

*Aspecto Tecnológico***.** Por una serie de factores (culturales, climático, distancias, disponibilidad de materiales, etc.) el material usado en las construcciones que nos ocupan, es la tierra sin cocer. El empleo del adobe o la tapia es posible por la disponibilidad de un material que reúne las condiciones necesarias para su uso y el conocimiento de técnica para su uso. El material posee característica térmica que permite atenuar las rigurosas condiciones climáticas que imperan en la zona, fundamentalmente las del invierno y otro considerando a tener en cuenta es su bajo costo, el material se extrae del mismo lugar en que se encuentra la construcción y los adobes son cortados por el mismo usuario.
Un dato a tener en cuenta es la sismicidad de la zona, esto puede evidenciarse en la catástrofe que destruyó casi la totalidad de las construcciones existente en la zona, ocurrida en 1894. El terremoto afectó a toda la zona norte de la provincia. Posteriormente la provincia de San Juan ha sufrido varios terremotos, pero los mismos no han afectado de forma grave a las construcciones de la zona en estudio. Las mismas datan de finales del siglo XIX y principio del XX.
Desde el aspecto tecnológico, analizaremos, en todos los casos, desde las fundaciones hasta su cubierta.
Fundaciones. La dimensión de las fundaciones esta en relación con el peso a soportar. Los cimientos se construían con piedras, trabadas entre si y sin argamasa, su ancho 0,15m mayor al muro y la profundidad de 0,60m aproximadamente, dependiendo de la resistencia del suelo, en general es bastante buena en la zona. La fundación se pone en evidencia al superar el nivel del terreno entre 0,20 a 0,30m de altura con un ancho similar al muro. El sobrecimiento permite superar los problemas de humedad, evitando en los muros de adobe una de las más grave patologías.
Muros. Su construcción se hacía de dos maneras, la primera, combinación de tapia (7) y adobe. La tapia constituía la parte inferior del muro y se levantaban hasta una altura de 1,50m aproximadamente, medida determinada por la engorrosa tarea de encofrar y compactar a mayor altura. Los importantes bloques de tierra compactada eran trabados tanto en los encuentros de muro como a lo largo de él. Desde aquí la mampostería se continuaba con el adobe, llamado “adobón” por su gran tamaño.


(Fig.1) Sistema constructivo. Combinación tapia- adobe

La segunda modalidad de construcción del muro, es con el adobe en su totalidad, siendo el espesor de la mampostería con revoque de 0,50m, este ancho de muro se logra por el adobón usado, cuyas medidas aproximadamente son de 0,45 x 0,20 x 0,10m. El muro se construye de cabeza y se traba en todos los encuentros y a lo largo del muro.
Este espesor de muro está en función del la relación entre largo, ancho y altura de los locales. En casonas, el ancho de muro es de 0,50m y en construcciones de grandes dimensiones como templos, molinos y galpones rurales, su ancho es de 0,90 a 1,00m.
Techumbres. En las viviendas, los techos son planos y con una pendiente máxima del 5%. Las cubiertas a dos aguas están presentes en capillas, templos y molinos de grandes dimensiones, en donde la separación entre los muros portantes no permite el uso del rollizo de álamo por su largo, en forma horizontal. El uso de cabriadas permite cubrir mayores luces. Lo importante a destacar de estos techos, es la hechura artesanal de cada uno de los elementos que lo compone.
La estructura es de rollizos de álamo actuando como emparrillado de vigas. La cubierta es de caña, ramas o tablones de álamo y barro con impermeabilización de cal, grasa y alumbre. La “caña de castilla” de la cubierta no se cultiva en la zona porque no reúne las condiciones climáticas para ello, se la traía de la zona de Jachal. Por lo tanto se la encuentra en casonas. En el resto de las viviendas y en algunos de los templos se usaba

ramas de “pájaro bobo”, “cañizo”. Los tablones de álamos se los encuentra en las techumbres de algunos templos.
El techo en general, posee parapetos que contienen el agua de lluvia, la que se evacúa por medio de gárgolas metálicas. Si ocasionalmente no hay parapetos, el escurrimiento es por desborde y el techo sobresale de la línea del muro en forma de alero.
Por el interior, cara inferior del techo, suele tener un cielorraso de barro aplicado a la caña o ramas, dejando a la vista los rollizos estructurales.
Elementos estructurales. La estructura resistente se compone de elementos horizontales y verticales. Horizontales: cimientos, muros portantes y rollizos o escuadrias de madera semidura que tienen la función de servir de dintel. Las aberturas se centran en los paños de mampostería y estas últimas se traban en los encuentros a noventa grado. Verticales: muros portantes, pilares de adobe o rollizos. Los contrafuertes se los encuentra en algunos molinos y galpones, construcciones de grandes dimensiones, cumplen la función de recibir las cargas transmitidas por las cabriadas.
En línea general, el estado de conservación es bueno a pesar de la falta de mantenimiento. Los deterioros predominantes que se observan son en techos que han perdido la impermeabilización. El cargado excesivo de barro o torta en la cubierta, se evidencia por el pandeo de los rollizos. Si bien no hay muchas lluvias y quizás por este motivo aparecen humedad en muros y goteras en techos producto de obstrucciones de los desagües pluviales. Las obstrucciones en general son causadas por la confección de nidos de los gorriones. El viento actúa en cubiertas y muros, volando la aislación hidráulica o redondeando los cantos vivos de las mamposterías por efecto de pulido de granos de arena que arrastra el “viento zonda”. La presencia del mismo denuncia temporal en la cordillera, sopla, no muy caliente y seco, desde finales de marzo hasta bien entrado octubre.
La humedad en la parte inferior del muro, es por la modificación de las condiciones existente en el origen de la construcción, los cambios de nivel del terreno en exterior o la confección, interior o exterior, de pisos de hormigón o calcáreo asentado sobre un contrapiso, impiden evaporar la humedad del terreno y por lo tanto ascendiendo por el muro. Esto provoca el desgranamiento del adobe y debilitamiento el muro.

Aspecto Funcional. En las viviendas de grandes dimensiones. El plan básico es un rectángulo con galería posterior. Se dan casos de duplicación del esquema dando lugar a la definición de un patio interior. El cuerpo principal tiene una gran puerta central que se prolonga en un zaguán desembocando en la galería. A través de ella se accede a las habitaciones casi cúbicas, respetan una relación modular que se advierte en planta y altura del conjunto. En caso de casonas aisladas, fuera del área urbana de los pueblos, el plan puede ser en “U”, “L” ó cuadradas con patio central. En todos los casos la galería está presente. En la parte posterior de las casonas, lo que el lugareño llama, “el sitio”, es en donde se encuentra la quinta y la huerta. Hacia el sur, por los vientos predominantes, se ubican los corrales para caballos y otros ganados, los depósitos de los forrajes e implementos agrícolas y también el acceso de carros y coches tirados por caballo. Perdido el apogeo económico de antaño, éstas están abandonas y muy deterioradas.

Aspecto Morfológico. En los pueblos, los frentes de las viviendas forman una fachada continua. En estas viviendas como las aisladas sus frentes se estructuran sobre la base de pilares que sostienen una cornisa y que abajo forman un basamento continuo. Los pilares se realizan mediante una trabazón de adobes salientes y entre ellos se alternan puertas y ventanas. El acceso principal es en arco, la puerta en la parte superior tiene una reja de madera en arco. Las ventanas se alinean a cada lado de la entrada.
Los templos de la zona, tienen las mismas soluciones arquitectónicas en todos los casos. Las variantes obedecen a



(Fig. 2) Fachada continúa en donde se puede observar el acceso principal.

la importancia de la construcción. El esquema es siempre el mismo: un ámbito único, nave rectangular, techo a dos aguas ó apuntado, y una torre campanario adosada.
En gran parte de las construcciones, la conjugación de las proporciones de llenos y vacíos transmite un equilibrio formal, sobriedad y simetría.

Aspecto Ambiental. La implantación en el terreno depende de su localización, por ejemplo en Bella Vista, Villa Iglesia, Zonda y Campanario se adaptan a un terreno plano. En Las Flores, el pueblo ocupa las lomadas. Angualasto se mimetiza con el terreno, formando por parte de él. Cerrado entre lomas de gredas como si fueran muros medievales se asienta Tudcum. Las calles principales de los pueblos tienen su origen en antiguas bajadas de agua de lluvias. Esto demuestra sus orígenes espontáneos a partir de las condiciones naturales.
Las construcciones en su gran mayoría, en su relación con el clima, están cerradas a los vientos zonda y norte, muy secos, los mismos corren desde fines de marzo hasta bien entrado octubre. Existe una variación de temperatura muy importante entre el día y noche. La amplitud térmica promedio es de veinte grados, característico de clima de altura como así también la radiación solar de gran intensidad. Las precipitaciones de lluvia, piedras y níveas son escasas. Las dos primeras en enero, causando daños muy importantes en todos los ordenes.



(Fig.3) Paisaje iglesiano.

El material usado en las construcciones ha permitido adaptarse a las condiciones climáticas, como así también en el funcionamiento y soluciones adoptadas en galerías, alturas de locales, ventanas, etc.

Análisis de los tipos. Conclusiones. En el reconocimiento y análisis de las tipologías constructivas, podemos percibir pautas de manera casi intuitiva que en realidad resumen la acumulación de experiencias colectivas y transmitidas. Las pautas para los nuevos diseños, pretenden proponen el respeto por valores culturales en un diálogo con lo existente y la conservación de un ambiente rural dentro de un paisaje cordillerano. Esto no es detener el tiempo en glorias pasadas, sino construir en cimientos firmes de identidad regional en este nuevo resurgir iglesiano.
El éxito en la aplicación de las pautas, dependerá en gran medida del esfuerzo en concientizar a la comunidad y en parte de la habilidad, humildad e inteligencia de los proyectistas en hacerlas propias. Por ahorra las pautas no pretenden ser más que lineamientos generales desde lo tecnológico, morfológicas y ambientales, para las nuevas construcciones ó nuevos usos.
Lineamientos tecnológicos. Proyectar y construir pensando en el uso de materiales naturales propios de la zona y con tecnologías apropiadas. Para construcciones en adobe. Procurar plantas simétricas con distribución balanceada de muros para los efectos de torsión sísmica. Contemplar el uso adecuado de contrafuertes para mejorar la estabilidad de los muros. Los vanos de puertas y ventanas sea pequeñas (no mayor de 1,20 m.), alejados por lo menos 1,20 m. de las esquinas o de lo contrario en el centro del muro. Contemplar que los muros en su coronamiento llevarán encadenado superior de hormigón armado de ancho igual al del muro. La estructura del techo se vinculará adecuadamente a la viga superior de encadenado. Además las cubiertas deberán ser livianas y contemplar el uso de rollizos de madera en lo posible. Es importante el uso de una buena aislación térmica. En la aislación hidrófuga cuidar el detalle en los desagües pluviales y la acción de viento sobre ella.
Lineamientos morfológicos. Adecuar las nuevas edificaciones o las remodelaciones de las no tradicionales al carácter estético de la tipología y acabados tradicionales. Mantener la alineación y tamaño da aberturas, alturas y proporciones.

Lineamientos ambientales. Conseguir buena relación con el entorno y el paisaje. Respetar el modo de ocupación del sitio, la relación del edificio con la calle y la conformación del tejido rural. Orientar las construcciones teniendo en cuenta el clima riguroso del lugar. Generando espacios de transición. Aislar térmicamente aprovechando del las características térmicas de los materiales. Usar energías no convencionales.

Conservar los tipos

"*... el primer tesoro de alguien que llega al mundo es el patrimonio de los suyos, la memoria en que nace. Tenerlo claro mejorará su calidad de vida, afirmará su auto estima y le ayudará a crecer con seguridad y a ir transformando esta memoria para no enquistarse en el pasado con ella, sino para crecer junto a ella. Esta es la primera rentabilidad de preservar el patrimonio, fortalecer la seguridad y ayudar a un desarrollo propio y no impuesto...*". Andrés Bello

Definiendo a la **Conservación** como todas las operaciones encaminadas a entender una obra, a conocer su historia y su significado, a asegurar su salvaguardia material… ([8]) Y **tipo** como el modelo ejemplar, símbolo representativo, no está definido a priori, sino que se deduce de una serie de ejemplares. Por lo tanto debemos entender que Conservar los tipos es una forma de preservar el hábitat rural. Buscamos y pretendemos conservar los modelos ejemplares más representativos de esta arquitectura, para referenciar y poder a partir de ellos proyectar nuevos diseños.

Recuperar el tipo es volver a darle vida, es revivir la esencia y este recuperar significa recuperar la memoria. Estos tipos arquitectónicos expresan formas de vida, son significativos en la memoria de los pobladores pero además las imágenes del paisaje y el modo de ocupación del sitio conforman un contexto único y valioso.

Las propuestas de pautas ó lineamiento contemplaran un respeto y protección de nuestro patrimonio. Pretenden ser un aporte a nuestros administradores y legisladores y a través de ellos la generación de normas y acciones para la protección del ambiente, el paisaje y la preservación de la identidad del pueblo, puesta de manifiesto en unas de sus expresiones, la arquitectura tradicional. Por ello, un papel muy importante juega el municipio y en su seno debería crearse registros de edificios a proteger. Un área técnica conformada por funcionarios cualificados, expertos y conocedores de la arquitectura lugareña. Elaboración y puesta en marcha de una campaña de difusión sobre los valores paisajísticos y arquitectónicos que posee el departamento de Iglesia, propiciando la construcción de nuevos edificios inspirados en las distintas tipologías y utilizando diseños constructivos acordes con el entorno y el paisaje, tanto en la esfera pública como privada.

También deberá contemplar algunas recomendaciones en el desarrollo y ordenación territorial. Por ejemplo. Mantener la parcelación rural. Mantener las alineaciones históricas de la edificación. Intervenir en las demandas del uso contemporáneo con técnicas y materiales que mantengan un equilibrio de expresión, apariencia, textura y forma con la estructura original. Compatibilizar los nuevos usos (almacenes, hosterías cabañas, comercios, etc.) con la arquitectura tradicional de la zona. Respetar, apreciar y tener en cuenta la correcta percepción y dignidad de la escena o paisaje en las actuaciones nuevas.

Por último, como cierre de la ponencia reflexionar, desde nuestra conciencia, con las palabras de Juan Valiente Soler. "*No tenemos en nuestras manos la solución a los problemas del mundo, pero para los problemas del mundo, tenemos nuestras manos .Cuando venga el Dios de la historia nos mirará las manos."*

Notas y citas

1 Arq. Gustavo Aller, gestión urbana para la protección del patrimonio cultural de Montevideo.

2 La carta del Patrimonio Vernáculo construido. ICOMOS. México. 1999

3 Rosa T. Guaycochea de Onofri. Articulo. ACHANGO. La arquitectura en el Departamento de Iglesia (San Juan). La Capilla de Achango. Revista №7. Documentos de arquitectura nacional y americana. Departamento de Historia de la Arquitectura. FAU / UNNordeste. Argentina. 1973.

4 Ídem anterior.

5 Ídem anterior.

6 La carta del Patrimonio Vernáculo construido. ICOMOS. México. 1999

7 Tapias. Mamposterías construidas con tierra apisonada, acompañada de una importante parte de piedras de mediano tamaño. No hay presencia de paja. Este material con poca humedad era compactado dentro de un

encofrado. Las medidas de este varían, pero sus dimensiones aproximadas eran de 0,75 a 0,80m de alto por 1,50 a 3,00m de largo y con un ancho de 0,45 a 0,50m de espesor. Es oportuno agregar que la tapia está presente permanentemente el paisaje rural iglesiano, las mismas sirvieron de división de potreros y en algunos casos para encauzar el arreo del ganado. Las tapias han sido protegidas por el municipio a través de una ordenanza, la numero 885 que las declara patrimonio histórico cultural.

8 Documento de Nara sobre Autenticidad. UNESCO. Tailandia. 1994

Bibliografia

*BOZZANO Jorge Néstor. *Patrimonio cultural y turismo*. CICIOP. Argentina.

*DACHARY Alfredo Cesar y otros. *Turismo Rural y economía local*. Universidad de Guadalajara y Universidad Nacional del Litoral. México. 2003.

*GIULIANI Hugo. *Diseño de estructura sismo resistente*. IRPHa FAUD / UNSJ. Argentina. 1986.

*GORDILLO Sandra y otros. *Fragmentos para una identidad. Actitudes para afrontar la crisis ambiental y valorar el patrimonio.* Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 2003.

*GUAYCOCHEA DE ONOFRI, Rosa T. "ACHANGO. La arquitectura en el Departamento de Iglesia (San Juan). La Capilla de Achango". *En: Revista №7. Documentos de arquitectura nacional y americana*. Departamento de Historia de la Arquitectura. FAU / UNNordeste. Argentina. 1973. Paginas 59 a 65.

*ICOMOS. *Carta del Patrimonio Vernáculo construido*. México. 1999

*MORENO Carlos. *De las viejas tapias y ladrillos. Españoles y criollos, largas historias de amores y desamores*. Icomos Comité Argentino. Argentina. 1995

*MORENO Carlos. *Patrimonio de la producción rural*. Fundación Arquitectura y Patrimonio. Argentina. 1991.

UNESCO. Documento de Nara sobre Autenticidad. Tailandia. 1994

María Rosa Plana

Master en Conservación, Rehabilitación, Reciclaje, Mantenimiento y Restauración del Patrimonio Edificado. CICOP. Arquitecta. Docente e Investigadora del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat - IRPHa. / Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño / Universidad Nacional de San Juan. Delegada Provincial ante la Comisión Nacional de Monumentos y Sitios Históricos.

Luis Alberto Orellano

Arquitecto. Docente, Investigador y Extensionista del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat - IRPHa / Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño / Universidad Nacional de San Juan. Miembro del Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio. - CICOP.

5.21

RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE LA EX CASA MENDOZA. CONJUNTO MONUMENTAL CAPILLA DEL ROSARIO DPTO. DE GUAYMALLÉN. MENDOZA

Jorge Ricardo Ponte*, Maria Rodríguez, Lucía Genoud
e-mail particular: jrponte@speedy.com.ar
e-mail oficina: asesoria_guaymallen@yahoo.com

Resumen

La denominada *Casa de la familia Mendoza* es una propiedad de la Municipalidad de Guaymallén que originalmente formó parte del conjunto de la Capilla de Ntra. Sra. Del Rosario [1840 c.], actualmente de propiedad del Arzobispado de Mendoza. La tradición popular sitúa esta casa y la capilla anexa como de mediados del siglo XIX. Se sostiene que resistió el terremoto de 1861 y que fue asilo donde se guarecieron, precisamente, los religiosos de Mendoza en los tiempos trágicos del posterremoto.

Se trata de una construcción de adobe con techos de caña y barro, a una sola pendiente interior, con amplias galerías que dan hacia el este. Posee una hilera de habitaciones, intercomunicadas entre ellas, con ventanas hacia la calle y que también se vinculan hacia la galería interna. El acceso principal está ubicado en el centro del esquema y se formaliza por un zaguán que vincula la calle con la galería interna y el patio. Originalmente el conjunto era más grande; poseía una planta cuadrada con un patio central, pero se han ido demoliendo o cayendo estas alas norte y este. En tiempos antiguos se comunicaba internamente con la Capilla del Rosario con la que formaban una sola propiedad. Su último uso, antes de procederse a su desalojo para tareas de restauración, fue albergar actividades vecinales y comunitarias.

Si bien la Capilla de Ntra. Sra. del Rosario se había restaurado hace algunos años, la *Casa Mendoza* no había tenido ninguna intervención preventiva aunque poseía un deterioro importante, a saber: derrumbe de techos y paredes en el sector este; derrumbe de techos en el cuarto inmediato a la calle lateral y anexo a la capilla; mal estado de las instalaciones eléctricas y sanitarias, por citar los problemas más graves.

La intención de la Municipalidad de Guaymallén es rescatar y restaurar la *Casa Mendoza* porque, aunque su valor es de carácter doméstico, conforma con la Capilla del Rosario un conjunto monumental de extraordinaria referencia en el sitio de emplazamiento. Se ha pensado, inclusive, efectuar una puesta en valor de la calle lateral de acceso a la casa y a la capilla al proponerle un pavimento articulado.

Por detrás de este conjunto existe el espacio libre que está destinado para construir una plaza comunitaria. De allí que se haya pensado que *Casa Mendoza*, Capilla del Rosario y plaza conformen un conjunto de diseño uniforme y espíritu ensamblado. De este proyecto integral trata precisamente la ponencia.

Desarrollo

El municipio de Guaymallén, hace tiempo que trabaja en la Casa Mendoza. Este trabajo está enfocado a la preservación de la misma, tanto por su valor histórico, dentro de la sociedad mendocina, como así también por su valor arquitectónico, ya que se trata de un ejemplo típico de la arquitectura de la época en que se construyó (1840). Junto con su puesta en valor, se enriquecerá la obra, construyendo en la parte posterior de la misma una plaza para generar un conjunto que abarque la Casa Mendoza, la Capilla del Rosario y la plaza.
Durante estos meses se realizó diferentes trabajos:

- Relevamiento de lo existente.
- Determinar cómo fue la casa en sus orígenes por medio de indicios que fuimos encontrando.
- Estudio de escrituras para así determinar quiénes fueron los sucesivos dueños, y peder de esta forma corroborar los datos históricos y dejar en claro los actuales poseedores, tanto de la capilla como de la casa.

- Determinar el estado actual de la misma para así llegar a determinar cuál seria la mejor intervención a realizar.

Actualmente nos encontramos en una etapa preliminar, de análisis, para determinar cuál debe ser la mejor intervención posible, en base a los datos recolectados.

La denominada *Casa de la familia Mendoza,* que actualmente es una propiedad de la Municipalidad de Guaymallén, originalmente formó parte del conjunto de la Capilla de Ntra. Sra. Del Rosario [1840 c.] (la que actualmente es propiedad del Arzobispado de Mendoza)., como casa de Ejercicios Espirituales, construida por el cura Gabriel Bejarano. Quien llegó a nuestra provincia, luego de un largo viaje desde el Perú, para construir en un lugar llamado las Acequias de Gómez un *extenso y sólido edificio, de pesada techumbre y firmes terraplenes*[1]*.* Se encuentra ubicada en el distrito que hoy conocemos como Capilla del Rosario.

La tradición popular sitúa a esta casa y a la capilla histórica anexa, ambas edificaciones como de mediados del siglo XIX. Se sostiene que ambas resistieron el terremoto de 1861 y que la casa Mendoza fue la sede donde se guarecieron, precisamente, los religiosos de Mendoza en los tiempos trágicos del posterremoto. Este hecho le otorga una gran importancia a la vivienda en la vida social de la época: "*La Capilla adquirió importancia ya que asistieron a ella todas las personalidades con misas celebradas por el Obispo, con las monjas cantando salmos con fondo musical de órgano, que actualmente se conserva en su interior, mientras quedaban en la calle carruajes y caballos."* [2] Como suele ocurrir con este tipo de viviendas con valor patrimonial pero de escala doméstica, carecemos de documentación fidedigna que nos permita dar por cierta la historia popular que se cuenta sobre ella.

La casa constituye un excelente ejemplo de arquitectura doméstica, con todas las características necesarias para convertirla en una pieza de valor en la actualidad.

Mas allá de constituirse como un monumento en sí mismo, el hecho de estar junto a la Capilla del Rosario le otorga un valor agregado, imposible de pasar por alto ya que ambas constituyen una suerte de "manzana histórica".

Respecto de lo que puede verse en el presente se pueden inferir tradiciones constructivas. Se trata de una construcción de adobe, de planta cuadrada, de la cual faltan las alas norte y prácticamente la sur que han sucumbidos, no necesariamente por problemas sísmicos. Posiblemente por la apertura de una calle hacia el norte de la propiedad, se demolió el ala norte con su correspondiente galería.

Los techos son de caña y barro, a una sola pendiente interior, con amplias galerías que dan hacia el este. Estas galerías son lo que resta de lo que suponemos una planta original de tipo pompeyana, que era un patio bordeado con galerías. En el centro del patio encontramos un conjunto de palmeras, dato que nos habla de la antigüedad de la obra, ya que las mismas fueron introducidas en la zona a mediados del siglo XIX. Los muros son de adobones de 0.70m de ancho. (Figura nº1).

A continuación desarrollamos una descripción pormenorizada de las diferentes partes de la casa:

Sobre el ala oeste posee una hilera de habitaciones, intercomunicadas entre ellas, con ventanas hacia la calle y que también se vinculan hacia la galería interna. Los muros son de abobe de 0.70m de ancho y de un promedio de 4.20m de altura. El acceso principal está ubicado en el centro del esquema, sobre el oeste, y se formaliza por un zaguán que vincula a la calle con la galería interna y el patio.

En el ala este, hoy encontramos vestigios de muros de 0.70m de ancho, construidos con adobones, lugar que funcionó como las habitaciones de las hermanas de la Compañía de María en tiempos siguientes al terremoto de 1861. En esta misma ala queda en pie una habitación de 10m de largo x 6m de ancho, con techos de barro, de una sola pendiente, muy leve hacía el patio, altura de muros entre 3.70m y 4.00m, conectada con la Capilla.

Por lo indicios que hoy encontramos y en base a las documentaciones encontradas suponemos que detrás del ala este existió otro patio, utilizado para huerta. Hoy solamente encontramos algunos árboles añosos.

En el ala Sur, encontramos el comedor y la cocina, que data desde los comienzos de la obra, con muros de barro de 0.70m de ancho, con techos de caña y barro, con pendiente hacia el patio. En la misma todavía encontramos el fogón a leña. La cocina ha sido intervenida hace algunos años, por lo que encontramos grifería nueva, azulejos y demás muestras de una intervención moderna. A la cocina la antecedía una galería para protegerla del sol del norte, de caña y barro. Hoy la observamos de chapa, otra muestra de la mano del hombre actual.
Seguido al ambiente del comedor y cocina, se encuentra la lavandería, con techo de chapa, pendiente hacia el patio, abierto hacia el lado norte, funcionando como una galería. Contiguo a esta, los baños de moderna construcción, hoy también colapsados a pesar de ser una construcción de menor cantidad de años. También sobre este ala, se ha agregado un techo de chapa, a modo de galería, para guardar trastos.
En la intersección de las alas este y sur encontramos una puerta, sobre el sur, que sirvió de conexión entre la Capilla y el patio de labores de la casa.
En el sector norte, se eleva un muro de abobe de iguales características que los demás, ancho 0.70m, 4.00m de altura, que funciona de cierre de la propiedad. (Figura nº2)
Actualmente la casa se comunica con la Capilla, por medio de la galería este, y se conecta a la galería que rodea al campanario.
En cuanto a la fachada, encontramos tres ventanas que se corresponden a las habitaciones de 1.20m de ancho por 1.50m de alto, pintadas de color verde. Dos de ellas se ubican al norte de la puerta principal, de doble hoja. En el lado sur del acceso encontramos la otra ventana y una puerta que corresponde a una habitación que durante varios años funcionó como almacén, que pertenece a la casa, aunque tiene una estrecha relación con el edificio de la Capilla. La pintura es de color blanco, suponemos que originalmente no era así. En la Capilla todavía se puede observar, bajo la pintura actual, restos del color original: bermellón, rojo oscuro y rosa violáceo, por lo cual conjeturamos que los mismos deben haber existido en la casa. La fachada es muy austera y sencilla, característica de las casas coloniales y guarda una gran armonía con la fachada de la Capilla, entendiéndose como un solo edificio. (Figura nº3)
Originalmente el conjunto era más grande; poseía una planta cuadrada con un patio central, pero se han ido demoliendo o cayendo estas alas norte y este. En tiempos antiguos se comunicaba internamente con la Capilla del Rosario con la que formaban una sola propiedad. Su último uso, antes de procederse a su desalojo para tareas de restauración, fue albergar actividades vecinales y comunitarias.
Por detrás de este conjunto existe el espacio libre que está destinado para construir una plaza comunitaria. De allí que se haya pensado que *Casa Mendoza*, Capilla del Rosario y plaza conformen un conjunto de diseño uniforme y espíritu ensamblado. De este proyecto integral precisamente es que se ocupa hoy el municipio.
La crónica tradicional señala, respecto de la Casa Mendoza, la siguiente crónica:
"La Casa de Ejercicios anexa, hoy residencia de la Sra. Juanita Mendoza de Grajales, es una vieja casona de tierra con altas habitaciones alineadas a dos galerías, al este y al oeste. Entre ambas un hermoso patio de labores ornado con añosas palmeras, en el cual tantas actividades domésticas se han desarrollado.
La casa tiene acceso por un zaguán central que introduce al visitante hasta la galería oeste. En cada uno de ambos lados se distribuyen dos amplias habitaciones donde Juanita Mendoza atesora las reliquias de sus antepasados. Su estado es bueno, en general; los techos presentan filtraciones que indican la necesidad de un recambio de cubierta. La habitación frontal sur ha sido subdividida y su puerta a la calle re-abierta para su uso como almacén.
Contra el muro que cierra el lado sur del patio de la capilla se alinean el comedor y la cocina, de muy antigua data. La cocina mantiene aún su fogón a leña. Los protege del norte una pequeña galería. A continuación fue agregado el baño de moderna instalación. El espacio hasta la ventana de la nave lateral norte de la capilla está ocupado por la lavandería y sitio de guardar trastes viejos. En estos tramos la galería ya desaparece.

Las construcciones que cierran el patio de labores con el costado este están semi derruidas. Quedan sólo restos de la galería que antecedía a estas habitaciones y a la nave transversal norte, ocupada hoy como sacristía, que tiene salida al patio de labores de la casa de ejercicios. Aparentemente, existió otra galería al este de estas habitaciones., dando a un segundo patio o huerto. Como testigo quedan los huecos rítmicamente ubicados desde donde arrancaban las vigas de madera.
Los restos del huerto o segundo patio aparecen hacia el este, con algunos árboles añosos y restos de las construcciones que albergaron a las religiosas de la Compañía de María, dato que comparte la Prof. Romera de Zumel."[3]
La casa actualmente se encuentra sin uso, debido al peligro de derrumbe. En tiempos no tan pasados era utilizada por la gente del vecindario para la realización de talleres de artesanías, pintura, etc. Es por eso también que la Municipalidad de Guaymallén está interesada en su restauración, para tener un uso más activo, más allá de ser un monumento histórico
Si bien la Capilla de Ntra. Sra. del Rosario se había restaurado hace algunos años, la *Casa Mendoza* no había tenido ninguna intervención preventiva aunque poseía un deterioro importante, a saber: derrumbe de techos y paredes en el sector este; derrumbe de techos en el cuarto inmediato a la calle lateral y anexo a la capilla; mal estado de las instalaciones eléctricas y sanitarias, por citar los problemas más graves.
.
Una inspección ocular realizada en el lugar nos ha permitido verificar lo siguiente:
Se desplomó el techo de una habitación contigua a la capilla del Rosario que habría que reconstruir totalmente siguiendo las reglas del arte de la construcción mendocina de mediados del siglo XIX.
Que hay problemas serios de filtraciones por humedad en los techos como asimismo problemas de humedad en los pisos. El problema de techo en un sector de la casa puede traer complicaciones con la red de instalación eléctrica.
A propósito de la red de instalación eléctrica cabe señalar que la misma está actualmente mal planteada y debiera hacerse totalmente de nuevo. Los cables están colgando y constituyen un peligro para la seguridad de las personas y del edificio. Una buena intervención aconsejaría hacerla de manera independiente y no embutida para una casa de estas características.
Hay asimismo problemas de desagües pluviales en los patios y en las galerías. Lo que se ve agravado por una mala resolución del problema de niveles de patios internos respecto del nivel interior de la casa.
Se han observado asimismo algunas grietas en las paredes del sector de oficinas que probablemente se deban a problemas de filtraciones y humedad en el asiento de la casa. Ello ha modificado la condición del terreno y ha cedido provocándose un asentamiento irregular de algunos muros con las consiguientes fisuras.

La galería este presenta un asentamiento de las pilastras, probablemente provocado por cambios en la humedad del asentamiento, dada la vecindad con un jardín que, seguramente, es excesivamente regado. El hundimiento de algunas pilastras, sumado al excesivo peso de la capa de tierra sobre el techo de cañas ha provocado una flecha en la línea de cargas y constituye un peligro para su estabilidad.
En varios salones de la casa se advierten problemas de humedad provocados por descuidos en su mantenimiento como el hecho de "baldear" los pisos en una casa de adobe. De todas maneras, un conjunto de errores han expuesto a la casa a una variación muy importante de las condiciones higrométricas.
Si bien nos encontramos en una etapa de determinación de cuál sería la mejor solución posible y los métodos más convenientes para la restauración del monumento, señalamos a continuación cuáles serían los posibles trabajos a realizar:
Retirar los techos de cañas que se encuentran en mal estado
Apuntalamiento de los muros deteriorados, para así poder realizar una mejora y refuerzo en los mismos.

Reconstrucción de los salones que están en ruinas, con adobones siguiendo las técnicas que se usaron en la época.
Reconstrucción de los techos de caña existentes y reemplazar la capa de tierra que actualmente posee por un material aislante térmico más liviano [se presume que esa era la función de la capa de tierra en la cubierta] ya que la tierra es muy pesada y cuando se humedece por filtraciones se vuelve más pesada aún. Que es lo que ha ocurrido y que explica que se hayan hundido algunos techos de la vivienda.
Construcción de desagües a la vista en todas los techos.
Instalación eléctrica nueva, por medio de tendido externo, par así no afectar la construcción.
Construcción por medio de pavimento articulado de la calle del frente de la propiedad, para darle mayor jerarquía y sumar un aporte más a

De esta manera el Municipio de Guaymallén, sumado al asesoramiento de grupos experimentados en las técnicas de construcción de la época, pretende la reconstrucción y puesta en valor del monumento, sumándole al mismo una plaza en la parte posterior para jerarquizar aún más el entorno donde se encuentra, y ser de mayor utilidad para la comuna.
Devolviéndole al monumento el valor que se merece y que la falta de mantenimiento y el paso del tiempo le quitaron.

FIGURA Nº1 esquema de planta pompeyana, patio central rodeado por galerías.

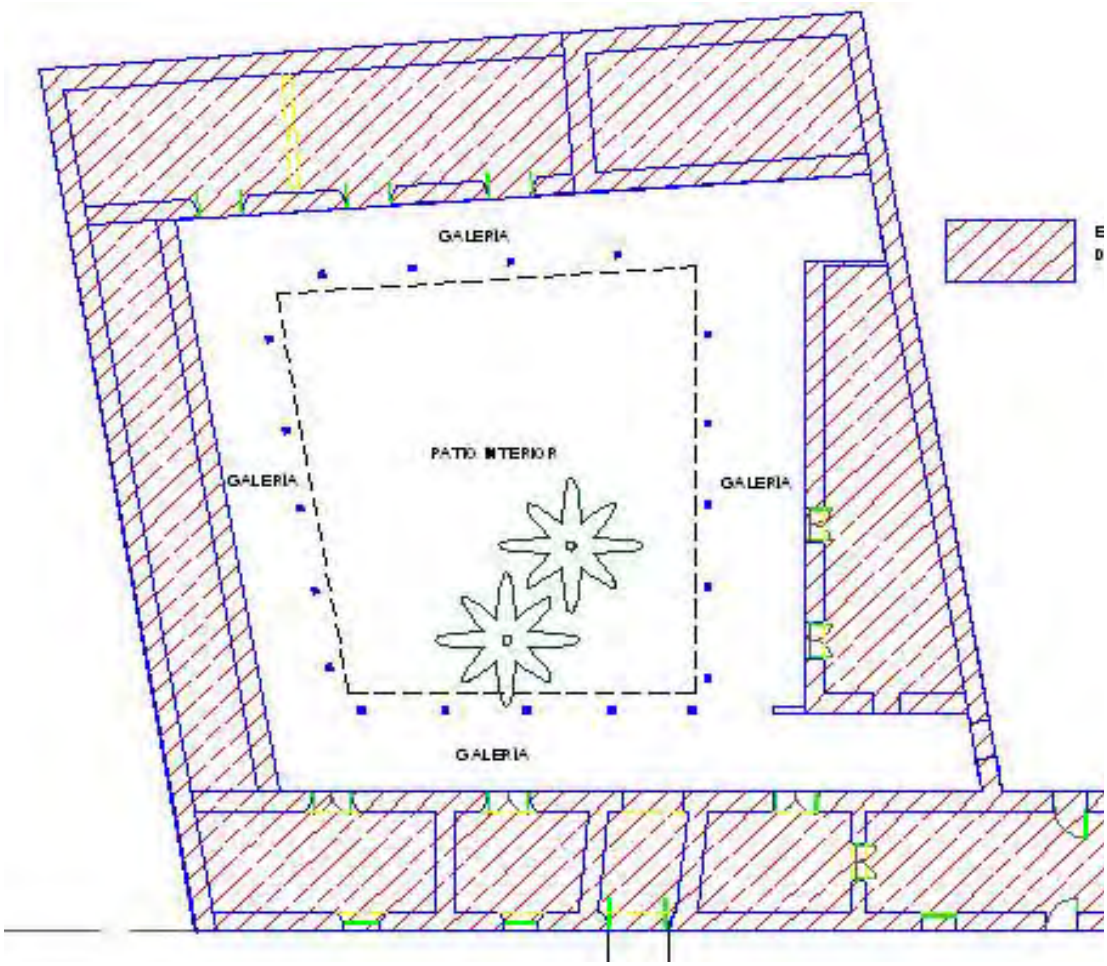


FIGURA Nº2- situación actual de la casa, muros en ruinas, construcción que pertenece a la capilla.

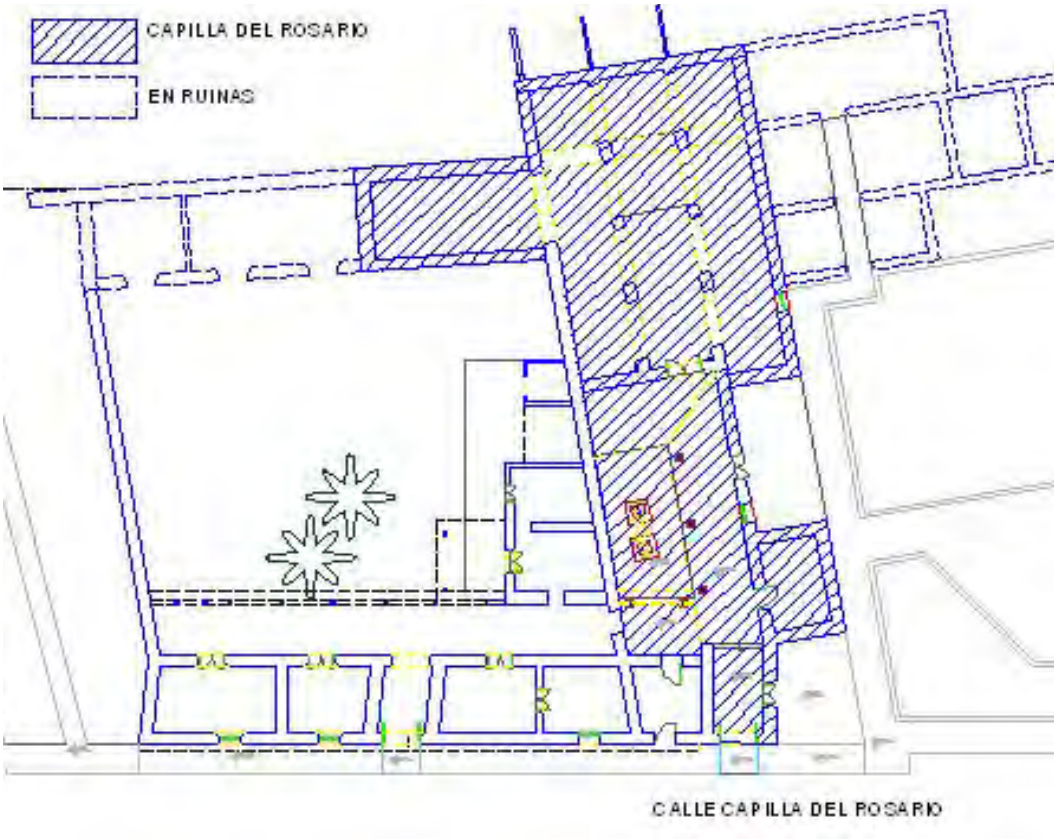




FIGURA Nº3- fachada de la casa junto con la capilla, marcada armonía entre ambas, claro ejemplo colonial.

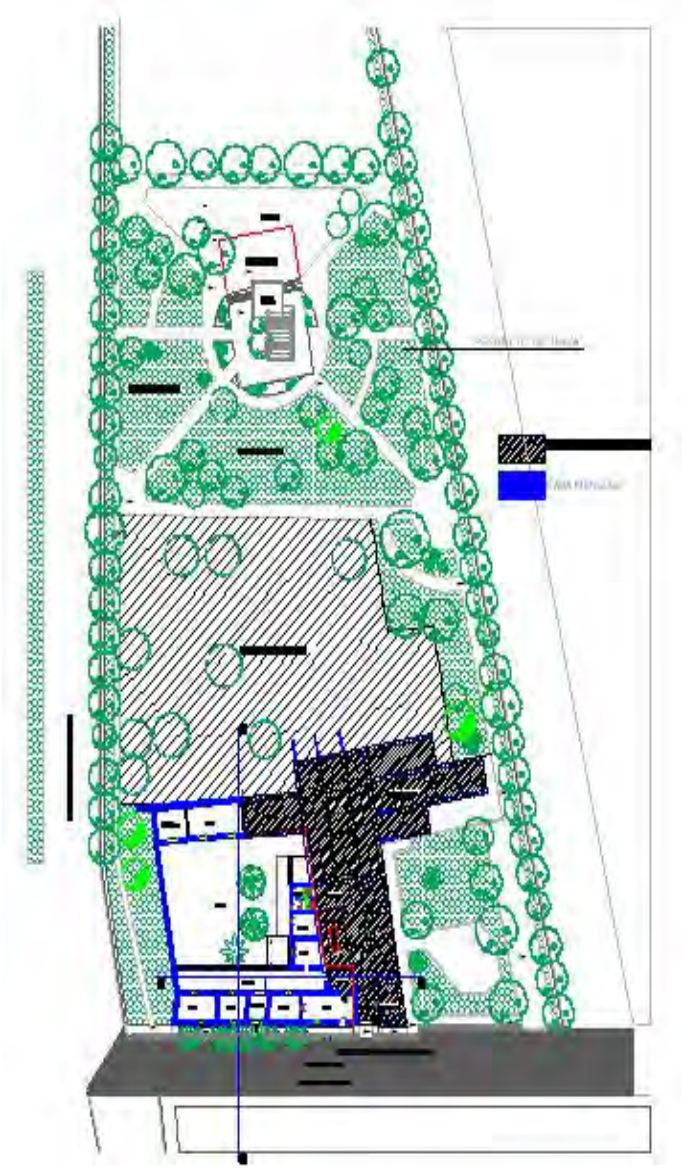


FIGURA Nº4- proyecto total restauración y reconstrucción de salones caídos de la casa, junto con la plaza y pavimento articulado

Citas y notas

[1] Información existente en la Municipalidad de Guaymallén. Autor desconocido. Expediente 111155 –H.C.D. – 84, caratulado Municipalidad de Guaymallén – Capilla del Rosario. Declaración Monumento Histórico.

[2] Información existente en la Municipalidad de Guaymallén. Autor desconocido. Expediente 111155 –H.C.D. – 84, caratulado Municipalidad de Guaymallén – Capilla del Rosario. Declaración Monumento Histórico.

Jorge Ricardo Ponte

Arquitecto, UM. Diploma del "II Curso de calificación y actualización en la restauración de monumentos ". 1977/78, Facultad de Arquitectura, Universidad degli Studi di Firenze (Florencia, Italia).
Delegado de la Comisión Nacional de Museos, Monumentos y Lugares Históricos de Argentina en Mendoza. Secretaría de Cultura de la Nación. Desde 1985 a 1994.
Diplôme d'études Spécialisées sur l'Amérique latine. [D.E.S.A.L.] Opción HISTORIA, 1994/95. Instituto de Altos Estudios de América Latina de la Universidad de la Sorbonne Nouvelle, París III, Francia.
Doctor de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales de Paris.
Doctorat Nouveau Régime. París, 1998.

5.22

ESTUDO SOBRE A CONSTITUIÇÃO E RECUPERAÇÃO DE CONSTRUÇÕES ANTIGAS EM TAIPA DE PILÃO

Marco Antônio Penido de Rezende *, Raymundo Rodrigues Filho
Depto. Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo – Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais - Rua Guaxupé, 264 – Bairro Serra – Belo Horizonte – Estado de Minas Gerais – Brasil – cep 30220 320 – tel.: 55 31 3269 1823
email: mapere@arq.ufmg.br; marco.penido.rezende@hotmail.com
Oikos Arquitetura - Rua do Rosário, 642 – Resende – RJ – Brasil – 27511- 210 - Telefone: 55 24 33547470 oikos@oikos.arq.br - www.oikos.arq.br

Palavras chave: conservação em arquitetura de terra - taipa de pilão - composição de estruturas em taipa de pilão

Resumo
O Brasil possui um amplo e significativo patrimônio edificado em terra. Entretanto muito poucas pesquisas foram feitas no sentido de dar maior suporte científico à conservação e intervenção nestas construções. Este trabalho buscou preencher – ao menos em parte - esta lacuna. Seu objetivo foi determinar a composição de construções antigas em taipa de pilão e, a partir do estudo desta composição, propor formas mais adequadas de conservação e intervenção neste tipo de construção. Os estudos se fizeram na cidade de Tiradentes, Estado de Minas Gerais, Brasil, cidade patrimônio nacional. A escolha desta cidade deveu-se não só a beleza e importância de seu conjunto arquitetônico, mas, sobretudo, a grande quantidade de construções tombadas e não tombadas em taipa de pilão alí existentes.
Resumidamente a pesquisa envolveu os seguintes passos:
1) Escolha das construções a serem trabalhadas
2) Análise da composição da taipa existente / Escolha e análise dos tipos de solos a serem utilizados
3) Definição das argamassas a serem utilizadas
4) Reconstituição da taipa
5) Registro e Análise do comportamento
6) Avaliação dos resultados e conclusões

Introdução
O Brasil possui um amplo e significativo patrimônio edificado em terra. Entretanto muito poucas pesquisas foram feitas no sentido de dar maior suporte científico à conservação e intervenção nestas construções. Este trabalho buscou preencher – ao menos em parte - esta lacuna. Seu objetivo foi determinar a composição de construções antigas em taipa de pilão e, a partir do estudo desta composição, propor formas mais adequadas de conservação e intervenção neste tipo de construção.
Os estudos se fizeram na cidade de Tiradentes, Estado de Minas Gerais, Brasil, cidade patrimônio nacional. A escolha desta cidade deveu-se não só a beleza e importância de seu conjunto arquitetônico, mas, sobretudo, a grande quantidade de construções tombadas e não tombadas em taipa de pilão alí existentes. A cidade de Tiradentes tem o inicio da formação de seu tecido urbano em 1702, em função da descoberta de filões de ouro nas encostas da Serra de São José. As construções do núcleo setecentista são, na grande maioria, edificadas nas técnicas em terra crua: adobe, pau-a-pique, taipa de pilão e moledo. Entretanto, como em outros sítios históricos, o domínio do manejo dessas técnicas foi se perdendo. Em meados da década de 80, por influencia de profissionais ali residentes e por interesses de proprietários sensibilizados, o uso dessas técnicas são aos poucos resgatadas, sobretudo o adobe, que hoje se transformou em elemento comum nas construções recentes e também em intervenções de

conservação e restauro, transformando essa cidade em “vitrine” da arquitetura de terra no Brasil.
Na escolha dos estudos e intervenções a serem feitos procurou se conjugar a antiguidade das construções com a possibilidade de intervenção nas mesmas. Chegou-se assim a escolha de uma intervenção em um Patrimônio Tombado, a Capela do Bom Jesus da Pobreza, atualmente em obras, a ruína em taipa de pilão localizada nos fundos da sede do clube Aimorés, a ruína no imóvel onde funcionou a Casa de Gravura, no Largo do Ó, e muro em taipa de pilão na Rua dos Inconfidentes.

Resumidamente a pesquisa envolveu 5 passos:
1) Escolha das construções a serem trabalhadas, sobre as quais já se falou anteriormente
2) Análise da composição da taipa existente e dos solos existentes para recomposição
3) Reconstituição da taipa
4) Registro e Análise do comportamento (em andamento)
5) Avaliação dos resultados e conclusões

Análise da composição da taipa
Com o objetivo de se agilizar o andamento da pesquisa procedeu-se a análise da composição do solo das paredes existentes em conjunto com a análise de possíveis solos a serem utilizados para recomposição.
Além dos três solos das paredes existentes foram analisados dois outros solos utilizados em outras obras de restauração na cidade. Inicialmente, procedeu-se a separação dos solos, que chamaremos de “solo1”, “solo2” e “solo3”, “solo4”, e “solo5”, que respectivamente, correspondem as amostras coletadas na Capela, no Clube Aimorés, de solo local retirado da localidade denominada “Várzea de Baixo”, conhecida pela existência de solo vermelho e argiloso, da Antiga Casa de Gravura e finalmente de solo encontrado estocado na Igreja Matriz, que já foi utilizado em outras intervenções.

Teste do Vidro
Consiste em colocar em recipiente de vidro transparente, 2/3 de terra e encobrir esse material com água, adicionar uma pitada de sal, agitando-o por 60 segundos, após esse procedimento, deixar o frasco imobilizado por uma hora e repetir o procedimento anterior, e aguardar o tempo necessário para que o material em suspensão se recomponha através do processo de decantação.
Os solos são compostos por areia, silte e argila, sendo que a areia, entre eles é o mais pesado, e que, nesse teste, o silte e argila se confundem, não sendo possível diferencia-los visualmente. Assim, após a decantação, podemos perceber que a areia fica depositada no fundo do recipiente, seguida da mistura de silte e argila. Medindo as faixas dos respectivos componentes é possível determinar a proporção, em percentuais, de cada um deles. Sabemos que a composição ideal dos solos para o uso e manejo da maioria das técnicas em terra crua é de 60% de areia e 40% de argila, percebemos então que para essa finalidade, esse teste é bastante apropriado.

Resultados
Solo1 – Revelou ter aproximadamente 30% de areia e 70% de argila, podendo, inicialmente, ser classificado como argilo-arenosa;
Solo2 – Revelou ter aproximadamente 20% de areia e 80% de argila, podendo, inicialmente, ser classificada como argilo-arenosa;
Solo3 – O teste desse solo revelou ter pouca presença de mica, grande quantidade de finos, dificultando definir a quantidade aproximada de areia, acreditamos ter no máximo 20%, podendo inicialmente ser classificado como silte-argilo-arenoso;

Solo4 – Identificamos razoável presença de areia, podendo classifica-lo como areno-argiloso;
Solo5 – Detectamos razoável presença de mica, e baixa quantidade de areia assim, classificamos esse solo como argilo-arenoso;

Teste da Pastilha
Podemos caracterizar esse procedimento como a "confirmação" dos resultados do teste do vidro. Deve-se molhar uma porção de terra e formar uma pastilha com aproximadamente 1 cm de espessura e 2 a 3 cm de diâmetro e deixa-las secar por no mínimo 24 horas.

Após a secagem das pastilhas, devemos tentar rompe-las entre o indicador e polegar e o indicador.

- caso o rompimento ocorra com pequeno esforço, teremos um solo de fácil desagregação, baixa resistência e com pouca presença de argila ou com excesso de silte;
- ocorrendo o rompimento com esforço médio sendo possível reduzir alguns pedaços a pó, teremos um solo de média desagregação, pouca resistência e baixa presença de argila;
- o não rompimento ou rompendo-se as pastilhas com muita dificuldade, significa que o solo é de baixa desagregação, boa resistência e grande presença de argila.

Resultados
Solo1 – As pastilhas foram rompidas com relativa facilidade, revelando conter razoável quantidade de areia, prevalecendo a presença de argila;
Solo2 – O rompimento das pastilhas ocorreu com a necessidade de esforço mediano, revelando que a despeito da existência de areia, o percentual de argila é superior;
Solo3 – As pastilhas após a secagem apresentaram fissuras, revelando a existência de grande quantidade de argila, foram rompidas com bastante facilidade, o que demonstra a presença de silte em níveis elevados.
Solo5- As pastilhas foram rompidas com esforço mediano o que confirma a presença de argila no solo.

Teste da Fita
Este teste relaciona a plasticidade com o tipo de solo através do seguinte procedimento:
• tomar uma porção de solo umedece-lo e fazer um cilindro do tamanho de um cigarro;
• amassar o cilindro de modo a formar uma fita, com 3 a 6 mm de espessura obtendo o maior comprimento possível.
Se obtivermos uma fita longa, sem dificuldades, medindo entre 25 a 30 cm, temos um solo argiloso de alta plasticidade;
Tendo a fita medida entre 5 a 10 cm de comprimento, estaremos trabalhando com um solo argilo-siltoso, arenoso ou areno-argiloso;
Não sendo possível fazer a fita significa que solo em teste é extremamente arenoso, siltoso, ausente de areia e sem plasticidade. Não foi possível realizar este teste com todos os solos.

Resultados

Solo1 – Com este solo foi obtido fita de 7 cm de comprimento, revelando sua característica argilo-arenosa;
Solo2 – O comprimento de 18 cm, aponta um solo argiloso de média plasticidade;
Solo3 – Foi impossível fazer fita com esse solo, demonstrando sua composição silto-argilosa.

Teste do Cigarro
Este teste identifica se a quantidade de argila (material coesivo) contida no solo, é apropriada para ser utilizado na construção nas técnicas em taipa de pilão e bloco de terra comprimida.

Faz-se um cigarro, com o solo a ser utilizado, de aproximadamente 7 mm de diâmetro, coloca-se o cigarro na borda de uma mesa fazendo-o escorregar aos poucos para baixo:

- Caso ele rompa entre 4 e 7cm, trata-se de um solo areno-argiloso;
- Rompendo com medida superior a 7 cm, significa que sua composição é argilo-arenoso;
- Abaixo de 4 cm, representa que estamos lidando com um solo silto-argiloso

Não foi possível realizar este teste com todos os solos.

Resultados
Solo1 – O comportamento do solo1, corresponde às avaliações anteriores, nesse teste, o cigarro se rompeu com 7,5 cm de comprimento, passando ligeiramente do limite de areno-argiloso, podendo ser caracterizado como argilo-arenoso;
Solo2 – Rompeu-se com 12 cm, confirmando sua composição com grande quantidade de argila;
Solo3 – O tamanho do rompimento da amostra desse solo foi de 3,5 cm, revelando um solo silto-argiloso.

Análise dos resultados e testes de retração
A análise feita revelou a necessidade de uma certa correção no solo 3 para sua utilização na reconstituição das taipas existentes. Foram feitos também testes de retração, que revelaram, como já era de se esperar, uma grande melhora na retração com um pequeno acréscimo de cal virgem extinta. Mesmo não sendo possível (até o momento) a elaboração dos demais testes com o solo 5, ele revelou-se de melhor qualidade para a intervenção. Entretanto como o solo 3 já havia sido utilizado em outras intervenções na Capela, optamos pela sua utilização na intervenção a ser feita naquele patrimônio. A variabilidade dos solos, o resultado dos testes e a inspeção visual parece indicar que os solos foram utilizados sem qualquer tipo de corretivo ou aglomerante na intervenção original.
Testes complementares de granulumetria com peneiras e visando identificação do limite de plasticidade serão ainda feitos com os solos

Intervenções
Além da escolha dos solos as intervenções exigiram um estudo das técnicas de recomposição a serem utilizadas dependendo do tipo de construção a restaurar.

Capela Bom Jesus da Pobreza - O fato de esse monumento estar sofrendo ação de conservação e restauro, coordenada pelo Escritório Técnico do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN local, possibilitou que nosso propósito, de executar intervenção em alguma construção histórica, escopo desse projeto, se concretizasse.

Como este monumento possui paredes externas em taipa de pilão, com variadas patologias não tivemos dificuldades de identificar o local de nossa intervenção. Tratou-se da parede externa direita da nave, na altura do coro, onde ao ser retirada uma peça de madeira que servia de apoio a uma tesoura ali existente, resultou em lacuna considerável na parede, que, no decorrer da intervenção, deveria ser preenchida de alguma forma.
Com a análise do material coletado, a origem e as conseqüências da patologia já descrita, planejamos que tipo de intervenção estaríamos propondo nessa situação. Em se tratando de um local no meio da parede, com impossibilidades de repor o material faltante utilizando uma forma e socando, conforme os procedimentos adequados adotamos uma intervenção pouco usual em situações normais. Fixamos uma madeira, servindo como forma, junto ao local da intervenção e preenchemos com uma mistura, bem plástica, de areia, cal e o solo 3 que citamos nesse relatório, no traço 3:2:1(areia, solo 3 e cal), preenchemos a forma com essa mistura, deixando espaço para que pudéssemos monitorar o comportamento e também, caso necessário, alterarmos o traço original em um novo preenchimento. Fizemos o preenchimento inicial e observamos durante duas semanas. O resultado satisfatório com relação a retração, compactação e resistência aparente, levou ao preenchimento da segunda camada com o mesmo traço (ver figura 2).



Figura 1: Capela Bom Jesus



Figura 2: forma cheia

Digno de nota foi também a possibilidade de monitorarmos a execução de uma parede em pau-a-pique em substituição a parede anterior que havia sido totalmente destruída. Embora não fizesse parte do escopo desta pesquisa, a presença de “especialistas” em arquitetura de terra no local, motivou a equipe de obra para a realização desta parede em terra, que inicialmente seria executada em tijolo sílico-calcário expandido. Abaixo encontra-se uma fotografia da intervenção em sua primeira fase.

Antiga Casa de Gravura – Esta ruína foi parte integrante de construção atualmente inexistente e estando nessa condição há décadas, a encontramos sob grande quantidade de vegetação o que gerou concentração de umidade e consequentemente um intenso processo de salinização. Uma das patologias mais evidentes é a perda de material nas laterais por esfoliação e no topo por ausência de proteção, permitindo a saturação de umidade nos períodos de chuvas.
Nesta intervenção foi utilizado o solo número 5, com correção por meio de acréscimo de areia conformando um traço 3:1 (terra: areia) levemente umedecido. Utilizando este traço procedemos à reintegração, na técnica original de produção de taipa de pilão na ruína em tela em três locais, com intervenções diferenciadas. No primeiro local, optamos pelo procedimento da adesão mecânica, ou seja, sem a preocupação de preparar a base da ruína que recebeu a prótese de taipa. No segundo local utilizamos o processo de adesão química, onde além de prepararmos o topo do muro antigo fazendo limpeza e pequenas escavações no mesmo, umedecemos abundantemente antes da execução da taipa. Finalmente em outro trecho da estrutura, foi executado um “capping” para atuar como capa de sacrifício. Como se sabe, neste tipo de intervenção, sua deterioração com as intempéries impede a perda de material da estrutura original. A questão que se coloca aqui é a capacidade da mão-de-obra local em

recompor este “capping”. Entretanto do ponto de vista da pesquisa esta pode ser uma importante fonte de observação. Abaixo encontra-se fotografia ilustrando a intervenção no segundo local.

Para reprodução da técnica de produção de taipa-de-pilão utilizou-se de formas de compensado de madeira de 14 mm, devidamente engravatadas com sarrafos também de madeira, e soquetes de madeira. Uma questão importante era como permitir o contraventamento inferior da forma impedindo que ela se abrisse. Originalmente sabe-se que neste contraventamento eram utilizados muitas vezes pedaços de madeira que “ligavam” uma forma a outra e inclusive ficavam perdidos quando se procedia a desforma. No caso em questão foram utilizados parafusos envoltos em tubos plásticos que permitiam a sua retirada sem abalo da estrutura.

Existiam fissuras na ruína que exigiam um tipo de intervenção diferenciada. Inicialmente procedemos a aplicação da mistura em tela bem liquida, utilizando uma bisnaga plástica, sem êxito. A forma encontrada para sanar essa dificuldade foi por meio do endurecimento da mistura, agregando mais solo, abrindo um pouco mais a fissura e aplicando sob pressão com colher de pedreiro.



Figura 3: forma e apiloamento de terra na “Casa de Gravura”



Figura 4: Reintegração pronta

Ruína do Clube Aimorés – Originalmente era um apêndice do sobrado que, até os dias, de hoje serve de sede social de clube tradicional na cidade. Nesse caso, também utilizamos o “solo5” no traço 3:1 (terra e areia) sob o procedimento da adesão química, fizemos a integração em apenas um pequeno trecho da ruína, utilizando também a técnica original. As observações feitas até o momento indicam um sucesso da intervenção com boa adesão a parede original.

Conclusões

O estudo da composição dos solos das taipas existentes revelou uma variedade nos solos utilizados. Revelou também a inexistência da utilização de aglomerante a base de cal ou outros, pelo menos até onde se pode constatar pelo testes realizados até o momento.

A utilização da técnica de recomposição da taipa por meio da utilização dos métodos tradicionais de compactação revelou-se eficaz, desde que se tome o devido cuidado com o contraventamento da forma e a escolha do solo a ser utilizado. No primeiro caso a técnica de utilização de parafusos envoltos por mangueiras plásticas revelou-se eficaz. Entretanto é interessante que se faça comparação com a utilização de outros métodos como, por exemplo, a utilização de reforços de madeira para comparação.

O maior desafio no caso da recomposição da taipa continua sendo a recomposição onde a compactação vertical não pode ser utilizada. No caso apresentado a compactação por saturamento de água revelou-se eficaz mas tornam-se necessários maiores estudos para se medir a resistência atingida nestes casos.

Torna-se necessário um maior número de estudos sobre a composição das taipas históricas brasileiras para que se aprofunde os estudos sobre as formas mais adequadas de se efetuar a sua recomposição.

Foi identificado um reforço horizontal em madeira na parede de taipa da Capela em estudo. Segundo o mestre desta obra, ele já encontrou algumas vezes este reforço sobretudo nos encontros entre duas paredes.

Embora não fosse objeto de estudo desta pesquisa a presença de profissionais envolvidos com a produção de arquitetura de terra revelou-se importante na opção pela construção de uma nova parede em pau-a-pique no monumento histórico. Isto demonstra sem dúvida a necessidade do preparo de profissionais ligados a arquitetura de terra, como forma de incentivo a adequada conservação de alguns dos mais importantes monumentos brasileiros.
Agradecemos a FAPEMIG e UFMG pelo financiamento do projeto.

Bibliografia

*CRATerre. Construire em terre. França, 1979
*MINKE, Gernot. Manual de construcción em tierra. Uruguay, 2001
*NEVES, Célia M.M. e outros. Seleção de Solos e Métodos de Controle em Construção com Terra – Práticas de Campo. Proterra. Brasil, 2005
*GOMEZ VOLTAN, José A. Actualización de Procedimientos de Ensayos de la Mecánica de Suelos. CRICYT. Argentina, 2005

Marco Antônio Penido de Rezende

Professor Adjunto e chefe do Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Arquiteto. Especialista em Qualidade e Produtividade nas Construções. Mestre em Arquitetura (UFMG,Brasil). Doutor em Construção Civil (USP, Brasil). Coordenador do Curso de Especialização em Revitalização Urbana e Arquitetônica. Autor de vários artigos e estudos na área de inovação tecnológica, história das construções e conservação em arquitetura de terra. Membro da Rede PROTERRA.

Raymundo Rodrigues Filho

Arquiteto, Conservador, M.Sc. França. Especialista conservação arquitetura terra, - PAT 99, consultor da UNESCO em arquitetura de terra. Autor de vários projetos e restaurações em arquitetura de terra. Coordenador Técnico de Oikos Arquitetura – Ecologia do Habitat

5.23

ARQUITECTURA, PATRIMONIO Y TURISMO CULTURAL EN ZONAS RURALES DE SAN JUAN Y LA RIOJA, ARGENTINA

Rodolfo Rotondaro *- Adolfo Rodrigo Ramos - Gabriela Guráieb - Diana Rolandi
CONICET/FADU UBA - Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA - Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4to piso, Instituto de Arte Americano. (1428) Ciudad de Buenos Aires – Argentina
Tel. (54.11) 4789 6270 - E-mail: rotondarq@telecentro.com.ar
INAPL - Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano- Secretaría de Cultura de la Nación. 3 de Febrero 1370 – (1426) Ciudad de Buenos Aires – Argentina.
Tel. (54.11) 47843371 - E-mail: dianarolandi@arnet.com.ar

Palabras clave: patrimonio-arquitectura vernácula-turismo cultural

Resumen
En este trabajo se presentan resultados de la investigación sobre el patrimonio histórico-arquitectónico y tecnológico que se lleva a cabo en zonas rurales ubicadas en la región de Cuyo, en el centro-Oeste de la Argentina.
Se describen las principales características de edificaciones de vivienda y de equipamiento productivo y religioso actuales en uso y sub-actuales, que han sido construidas con tecnología de tierra, que pertenecen al Parque Provincial Ischigualasto y a su zona de amortiguación (territorio incluido dentro del Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO) en la provincia de San Juan; y al Parque Provincial de Usos Múltiples Guasamayo y al poblado de Chañarmuyo, ambas zonas en el Oeste de la provincia de La Rioja.
Se destacan aspectos históricos y rasgos particulares de la arquitectura y de la tecnología de estas construcciones y de la región, en la cual se registraron importantes actividades comerciales de intercambio regional y extrarregional (arreos de ganado), y de explotación minera, en los siglos XVII al XX. Se identifican aquellos aspectos que se pueden considerar con valor patrimonial y científico, así como también de interés turístico, con el fin de su inclusión en los planes de manejo existentes y futuros de las áreas protegidas mencionadas.
Se señala la coexistencia de tecnología vernácula de construcción con tierra y de otros sistemas constructivos presentes en los poblados, los caseríos, los asentamientos rurales y los edificios singulares presentes en las áreas de estudio. Se establecen comparaciones entre las diferentes construcciones encontradas, considerando la geometría, la resolución constructiva, materiales y técnicas empleadas. A partir del análisis de dichas variables se establecen hipótesis sobre los orígenes de la tecnología y de las construcciones.

La investigación forma parte del proyecto de investigación PICT Nº 12182 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de la Argentina (APNPCYT), el cual es dirigido por uno de los autores (Rolandi) y tiene sede en el Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, INAPL, Buenos Aires.

Introducción

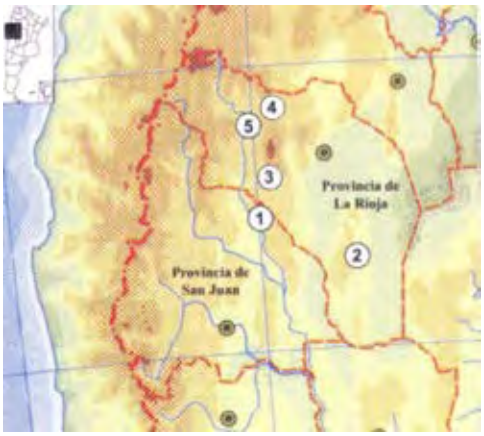
Marco institucional y de gestión:
El Proyecto marco (1) es financiado por la ANPCYT y su título es *"Patrimonio y turismo cultural: bases para la elaboración de planes de manejo de recursos arqueológicos e históricos en cinco áreas de las provincias de San Juan y La Rioja."* Tiene sede en el Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Buenos Aires, y se desarrolla con la colaboración de contrapartes provinciales, de carácter institucional (organismos de gobierno, de cultura, universidades nacionales) y de carácter comunitario a través de la participación de líderes y pobladores locales residentes en las áreas de estudio.
Tiene como objetivo general la generación e implementación de planes de manejo para el aprovechamiento de recursos arqueológicos e históricos de cinco áreas seleccionadas en las provincias de San Juan y La Rioja. Estas estrategias de gestión planificadas permitirán que, en un contexto de protección y valoración, un conjunto seleccionado de recursos culturales de alta visibilidad pueda ser expuesto al uso público en el marco del turismo

cultural. Bien encarada, esta actividad creará alternativas de desarrollo socio-económico en estas áreas, por lo general de bajos ingresos y garantizará, al mismo tiempo, la preservación de su patrimonio cultural.
En los últimos años la interacción entre patrimonio y turismo cultural se ha incrementado notablemente, por lo que conceptos tales como preservación, interpretación y puesta en valor de sitios arqueológicos e históricos se han vuelto habituales. Para lograr una utilización racional de los recursos arqueológicos e históricos es fundamental el trabajo interdisciplinario e interinstitucional, ya que éste será el que garantice un proyecto de gestión sostenible (Rolandi *et al*. 2003).

Objetivos específicos:
Esta investigación está centrada en el estudio y la identificación del patrimonio histórico arquitectónico y tecnológico presente en las áreas de estudio, y para realizarla se plantearon tres objetivos específicos:
(a) Identificar y relevar los recursos histórico-culturales presentes en las áreas de estudio enfocados en la arquitectura y las técnicas constructivas.
(b) Elaborar un diagnóstico sobre los mismos.
(c) Elaborar propuestas para preservar el patrimonio histórico arquitectónico y tecnológico en forma integrada con las bases generales que establezca el Proyecto marco para los planes de manejo a implementar en las áreas de estudio.

Aspectos metodológicos:
Se emplearon métodos convencionales de búsqueda y recopilación de información en bases de datos y centros documentales, sistematizando la información por temas.
Se realizaron relevamientos a campo en las áreas de estudio, empleando técnicas de observación directa mediante medios gráficos y fotográficos, encuestas informales a pobladores locales, y recolección de materiales in situ.
A partir del análisis de la información recopilada se identificaron en forma preliminar los impactos y transformaciones sobre las tradiciones constructivas locales, el funcionamiento del sistema de asentamientos humanos actuales, y los posibles patrones de organización del espacio en la arquitectura actual. Se discutieron posibles criterios para la comparación y determinación de tipos y subtipos arquitectónicos y tecnológicos.
Se identificaron las principales características de la arquitectura vernácula (2), de la tecnología constructiva, de los factores de cambio presentes en cada área, así como también de los elementos tangibles e intangibles que son valorados por la comunidad en cada área.

Las áreas de estudio:
Para esta investigación, las áreas de estudio en campo comprenden al Parque Provincial Ischigualasto (Departamento de Valle Fértil, Provincia de San Juan) y zona de amortiguación, al pueblo de Chañarmuyo (Departamento de Famatina, Provincia de La Rioja), y a la Reserva Provincial de Uso Múltiple Guasamayo (Departamento Facundo Quiroga, Provincia de La Rioja)(figura 1).



Referencias:

1- Parque Provincial Ischigualasto
2- Reserva Prov. de Uso Múltiple Guasamayo
4- Area Famatina-Campana

Figura 1: Ubicación de las áreas de estudio

2

Área Parque Provincial Ischigualasto y zona de amortiguación, San Juan
Fue declarado, conjuntamente con Talampaya (La Rioja) como integrante de la Lista de Patrimonio Natural de la Humanidad en el año 2000. Se encuentra ubicado a 83 Km al Norte de la localidad de San Agustín de Valle Fértil, en el Noreste de la Provincia de San Juan y limita con la Provincia de La Rioja. Tiene una superficie de 60.369 has. La Ley Provincial que fija los límites es la Nº 3580/68 y la de creación es la Ley Provincial Nº 3666/71. El área de amortiguación del Parque incluye las poblaciones de Baldes del Rosario y Baldecitos.
El Parque constituye el único lugar en el mundo que posee la secuencia completa de sedimentos continentales del Periodo Triásico, con un abundante registro fósil que revela la evolución de la vida de los vertebrados y la naturaleza de los paleoambientes. Los trabajos paleontológicos realizados han permitido registrar 56 géneros de vertebrados y al menos 100 especies de plantas.
Recientes relevamientos del patrimonio cultural, de carácter preliminar, han permitido localizar numerosos sitios arqueológicos con petroglifos prehispánicos e históricos y geoglifos de gran valor científico que están en proceso de estudio (Rolandi *et al.* 2002).

Estructura de asentamientos humanos:
En este área se observa la existencia de diferentes tipos de asentamientos humanos: en uso actual, sin uso actual no arqueológicos, y sitios arqueológicos. Las diferencias percibidas entre ellos se refieren a las trazas o huellas en el territorio, a su extensión, a su antigüedad, y a su rol micro-regional y funcionamiento en aquellos que están habitados en el presente.
Se observan además similitudes y diferencias en las actividades que se desarrollan en los entornos territoriales de los asentamientos, las cuales están vinculadas en la mayoría de los casos, a la producción ganadera de pequeña escala, las artesanías y el turismo.
La estructura de asentamientos combina aglomerados rurales importantes, configurados como pueblos; asentamientos rurales dispersos en uso actual; asentamientos rurales históricos; y sitios arqueológicos. Hay, además, construcciones de infraestructura y del equipamiento productivo actual, construidos y mantenidos con técnicas tradicionales.

Aspectos arquitectónicos y constructivos:
En los pueblos actuales, Baldecitos y Balde del Rosario, se observan diversas expresiones arquitectónicas en relación a la vivienda, a la arquitectura templaria y al equipamiento urbano (escuelas, oficinas, comercios, galpones, salones, construcciones privadas).
En el campo de la vivienda se pueden distinguir ejemplos de arquitectura vernácula, de arquitectura con modelos de organización del espacio importados de los centros urbanos de la región, y de edificios con características híbridas, que combinan elementos espaciales y tecnológicos propios de la arquitectura vernácula con otros de la urbana industrializada.

Un caso representativo de la vernácula es la vivienda de Benedicto Ángel Herrera (Figura 2). Ubicada en el sector Suroeste de Baldecitos, pertenece a una familia fundadora del pueblo y su uso actual es parcial. Es una construcción en forma de U, que encierra un patio reparado orientado al Noreste, y con una ramada y área de corrales en el entorno próximo. De una antigüedad estimada en más de 130 años, fue construida con muros de piedra doble con relleno de barro grueso, de adobe tradicional y mixtos, y cubiertas de barro sobre ramas. La estructura de soporte es de horcones de algarrobo, gruesas soleras y vigas menores de madera rebajada.
Presenta tres galerías al patio, de dimensiones generosas, que permiten suponer gran cantidad de usos en su ocupación plena (Re *et al*, 2004). Las diversas pendientes de los techos y los encuentros a tope con los muros, así como también diferentes alturas y espesores de muros, permiten inferir que el edificio fue construido en varias etapas.



Figura 2: Casa de la familia Herrera en Baldecitos

En el caso de los edificios religiosos, hay dos iglesias pequeñas de traza simple, de culto cristiano católico, pertenecientes a la Diócesis de San Juan.
La iglesia San Isidro Labrador, en Balde del Rosario, es un pequeño edificio de piedra y techos de vigas de algarrobo, caña y torta, de unos cien años de edad, que fue construida por pobladores locales y de Valle Fértil. Está situada en un amplio predio que permite celebraciones importantes para la zona, y posee una nave única, atrio, pórtico, sacristía y un campanario rústico muy singular.
La iglesia San José, en Baldecitos, tiene antigüedad y formas similares a la anterior. Cuenta con una nave única, atrio, pórtico, sacristía y acceso lateral, además de un campanario lateral con dos campanas. Se construyó con paredes gruesas de piedra y techos de madera, caña, barro y capas cementicias.
En Balde del Rosario existe además una capilla más modesta en tamaño y presencia, custodiada por una familia local, y que es usada y mantenida mediante colaboraciones comunitarias.

En cuanto al equipamiento urbano, se pueden observar edificios antiguos de adobe y techos de torta de barro, abandonados o con uso parcial, otros que han sido mantenidos y mejorados con empleo de materiales industriales, y otros totalmente ajenos a lo local, construidos con estructura de hormigón armado, ladrillo cerámico hueco, bloque de hormigón, ladrillo común cocido, revoques cementicios, y cubiertas con chapa de cinc o losa.

En el medio rural se relevaron asentamientos rurales actuales y sub-actuales dentro del Parque y en su zona de amortiguación. En el Parque, en el paraje Aguas de Ischigualasto, un conjunto de recintos pequeños de formas cuadrangulares de muros bajos de piedra y barro, testimonia la actividad de los antiguos arrieros de la zona y sigue siendo usado por pobladores locales.
Próximo al Parque, el “conjunto Wilson” se conserva en el fondo de una quebrada profunda al pie de una ex-mina de carbón, en la Formación Los Rastros. Está formado por seis construcciones de piedra y piedra con barro grueso. Cuatro son de forma irregular tendientes al rectángulo y de pequeño porte, una está compuesta por tres espacios rectangulares regulares dispuestos en tira (aparentemente es la más reciente, por sus piedras canteadas), y un horno de piedra y barro. Se conservan los muros, sectores originales de cubiertas (ramadas y barros gruesos) y algunas vigas y soleras originales de su estructura de sostén.
También son significativas las casas de la familia Ontiveros en los parajes los Rincones y San Antonio, al Norte y al Suroeste de Balde de Rosario respectivamente, en uso actual, porque mantienen vigentes una organización del espacio y una arquitectura doméstica vernáculas, originarias del lugar, aunque con algunas modificaciones y agregados producto de los cambios económicos y socioculturales que afectaron a la región.

Área del pueblo de Chañarmuyo, La Rioja

Se realizaron relevamientos en dos asentamientos separados por el cauce del río Pituil, ambos denominados Chañarmuyo (pueblo originario y pueblo actual), ubicados en el área Famatina-Campana del Proyecto marco (Departamento de Famatina, Provincia de La Rioja). Es una de las áreas, junto con el Dto. de Chilecito, con mayor concentración y variedad de sitios arqueológicos y con una larga trayectoria en los trabajos de investigación.
Chañarmuyo actual está a 4 km de La Cuestecilla (Callegari *et al*, 2000), importante sitio arqueológico localizado en el curso del río Pituil y atravesado por la ruta provincial Nº 39.

Estructura de asentamientos humanos:
El pueblo originario se asentó en una angosta terraza aluvial en la banda Este, entre el cauce del río y la pendiente de una serranía. Comprende una serie de seis edificaciones de vivienda, de las cuales sólo una está habitada, separadas y rodeadas por sectores aterrazados de cultivos, acequias, sectores de pastoreo, y sectores con profusa vegetación arbórea y arbustiva. Un poco más al Norte, cruzando el río y la ruta, se observan los muros de un viejo molino y su acequia que estuvo en actividad, aparentemente desde mitad del siglo XX.
En el extremo Sur del pueblo se observan dos viviendas construidas en zonas más altas a la terraza, y el resto se ubica en sectores medios entre el río y el pie de cerro.

El pueblo actual está construido en la banda Oeste, cruzando el río, entre su barranca y una zona plana de sembradíos y corrales, un poco más al Sur que el pueblo originario. Se instaló y organizó a partir de la ruta, en un tramo de unos 2,5 km de largo, que se convirtió en la "avenida principal" además de funcionar como único acceso a la mayoría de las propiedades y edificaciones, y conectar el pueblo con la región. La profundidad del pueblo actual hacia el Oeste es de una a dos cuadras, con sectores conformados por predios familiares con una vivienda permanente, huertas y algunos viñedos de escala doméstica.
En este "eje urbano" longitudinal se distinguen dos polos de actividad, con concentración de equipamientos. Uno de ellos casi en el extremo Norte, donde están la iglesia, la plaza, el puesto sanitario, la antena, la oficina policial, la escuela y jardín de infantes actuales, y varios comercios. El otro aparece casi en el extremo Sur, y comprende a un grupo de comercios minoristas, estafeta postal, albergue familiar, museo arqueológico y centro de artesanos. Culmina con una explotación vitivinícola privada de varias hectáreas de extensión, con una infraestructura turística importante que incluye una hostería, un restaurante y construcciones de equipamiento.

En terrenos que dan al río y casi al sur del pueblo actual, se encuentra un sector de huertas familiares, la cancha de fútbol, el cementerio y las ruinas del edificio de la segunda escuela del lugar.

Aspectos arquitectónicos y constructivos:
Las viviendas del pueblo originario presentan patrones vernaculares tanto en la organización del espacio como en el empleo de materiales y técnicas constructivas locales-regionales (Figura 3).



Figura 3: Casa de Zulma Castro, en el pueblo originario

Se observa en casi todos los edificios el clásico agrupamiento de habitaciones modulares, de pequeñas dimensiones, en torno a un patio, creándose una forma en L o en U, orientada al Este, Noreste o Norte en la mayoría de los casos (salvo cuando la situación de reparo de los vientos permite su alteración).
En algunas viviendas se observan, incorporados en su arquitectura, sectores para la fabricación de vinos a escala familiar y local, con pequeños piletones y locales y depósitos contiguos.

Desde el punto de vista constructivo, el empleo de la mampostería de adobe con barro es predominante, con diferentes espesores de muros y algunas trabas y detalles singulares, y también se ven muros dobles de piedra elegida con rellenos de barros gruesos. En cercos y construcciones complementarias se observan algunas quinchas, empleando ramas y vegetales locales
Los cimientos son resueltos con piedra bola o de cerro y barro, y en muchos casos se observa un sobrecimiento importante, de 40 a 60 cm de altura.
Los techos, de una o dos aguas, están construidos con vigas de soporte y menores de varas de álamo y de algarrobo en algunos casos, luego cubiertos por capas de vegetales locales o cañas y tortas de barro. Se observan revoques de barro en una y dos capas, con fibras vegetales y estiércol como estabilizantes.

En algunas casas se presentan elementos constructivos interesantes, tales como pilastras de adobes cuadrados o redondeados en galerías, arcos de adobe,
El edificio de la segunda escuela, que según la memoria colectiva local data de la primera década del siglo XX, permanece en ruinas y sin techos, y es de adobes revocados con barro y pintura a la cal, con habitaciones rectangulares altas y techos a un agua con varas de álamo, enramada y torta de barro. Posee una construcción anexada en el extremo Oeste, con piletones para fabricación de vino.

El asentamiento actual presenta distintas expresiones arquitectónicas y constructivas, que evidencian un proceso de cambio importante en la población local. Hay arquitectura de características urbanas, visible en los edificios de vivienda del barrio nuevo al Sur, contiguo al viñedo importante, los edificios turísticos y de equipamiento del viñedo, los edificios de la escuela y jardín de infantes nuevos, la iglesia, y viviendas y partes de viviendas donde se distinguen claramente una organización del espacio y un uso de materiales y técnicas constructivas que responden a modelos urbano-industrializados.
Estos patrones más urbanos se observan en el uso de formas más compactas de agrupamiento de las habitaciones, en el uso de galerías y espacios semi-cubiertos, garajes y depósitos agregados a la vivienda, en los condicionamientos de algunas medianeras. Acompañan a estos cambios espaciales y organizativos el empleo de tecnología importada: hormigón armado en estructuras portantes, dinteles o vigas, ladrillo común cocido y bloque

de hormigón en muros, revoques cementicios, y techos de chapa de cinc sobre soportes de madera escuadrada.

Se observan también viviendas y construcciones vernáculas, sobre todo en los sectores organizados con huertas o cultivos, y construcciones que mezclan elementos de lo vernacular local con modificaciones (crecimientos, refacciones) que usan modelos y materiales urbanos.

Área Reserva Guasamayo, La Rioja
La Reserva Provincial de Uso Múltiple Guasamayo (Departamento Facundo Quiroga, Provincia de La Rioja) se encuentra en el sur de la provincia, en la zona de los Llanos. Abarca una franja de 18 km de largo por 5 km de ancho en un tramo de la Quebrada de Guasamayo, entre las localidades de Malanzán y Solca y entre las Sierras de Malanzán y de Tuanin. Es recorrida por numerosos ríos y arroyos, entre ellos el río Guasamayo y el De la Torre. Fue creada en 1963 como Parque Provincial Guasamayo, estableciéndose la restricción de habitar dentro del mismo (Decreto provincial 21.663/63). Esta última no fue respetada, por lo cual en 2001 se le dio el status legal actual (Ley Provincial 7182/01). El mismo cuenta con una Zona de Amortiguación que incluye las áreas adyacentes.
Entre los recursos culturales se incluyen sitios con arte rupestre grabado, sitios con estructuras arquitectónicas de superficie y viviendas de valor histórico.

Estructura de asentamientos humanos:
Se observa la existencia de diferentes tipos de asentamientos humanos: en uso actual, sin uso actual que no poseen reconocimiento patrimonial, y edificios del patrimonio histórico-arquitectónico puestos en valor.
Las diferencias percibidas se refieren a las trazas o huellas en el territorio, extensión, antigüedad, rol y funcionamiento en aquellos que son actuales.

Los asentamientos actuales incluyen a tres aglomerados rurales importantes, configurados como pueblos, un caserío, y asentamientos rurales dispersos en uso actual. El más importante es Malanzán, pueblo cabecera con el municipio que administra el control del Parque y predomina sobre el resto, y los otros dos son Loma larga, ubicado en la zona media del Parque, y Solca, en el extremo Este.
Los otros asentamientos incluyen al caserío de Casangate, en el interior del Parque, y casas rurales en Tomasyaco (cercanías de Malanzán) y en los parajes de guacamayo (El Corte) y Los Mogotes.

Aspectos arquitectónicos y constructivos:
A partir de los trabajos de campo realizados en sectores dentro del Parque y en zonas aledañas a los aglomerados principales ubicados en los extremos, Malanzán y Solca, se identificaron y relevaron elementos arquitectónicos y tecnológicos de interés para el Proyecto.
Hay obras de infraestructura y equipamientos productivos construidos en los territorios rurales recorridos, donde se observa predominancia de tecnología tradicional en acuerdo con la actividad económica y productiva vigente (ganadería de caprinos y vacunos, y huertas a pequeña escala).

En Malanzán se observaron algunas de sus viviendas más antiguas, como la de Hipólito H. Gómez, de aproximadamente ciento treinta años, construida en adobe con morteros de barro, piedra redondeada local y barro en cimientos y sobrecimientos, revoques de barro, y techos de rollizos, caña y torta de barro, con algunas mejoras de mantenimiento.
Se observaron también casas antiguas de pueblo en los otros asentamientos visitados, en las cuales se observaron pautas de organización espacial y de tecnología vernáculas, con patios y galerías interiores conectados a espacios de huertas y frutales, pero donde también

hubo una adaptación al patrón “entre medianeras” y con claras situaciones de presentar un frente con tratamientos formales y estéticos diferenciados.
El área de Malanzán contiene elementos histórico-arquitectónicos importantes como lo son un Monumento Histórico Nacional restaurado, la casa y finca de Facundo Quiroga, en el sector conocido como Anajuacio (de gruesos muros de adobe y techos de madera, caña y barro), y otros vestigios del siglo XIX como por ejemplo las ruinas de adobe y piedra de un asentamiento urbano perteneciente al Cnel. Vera, en un suburbio.

En Loma Larga se observaron las ruinas del edificio de la antigua escuela primaria, que, según pobladores locales, data de las primeras décadas del siglo XX, y que fue construida con muros de adobe y barro, revocados, y con otro sistema de muro de la zona que consiste en paredes esbeltas de piedra elegida asentada con morteros de barro.

En el medio rural visitado se observaron casas con un patrón vernacular de organización del espacio, materializado como conjunto de habitaciones de dimensiones reducidas conformando patios más o menos encerrados, con techos casi planos de barro y con empleo de piedras, adobes y vegetales locales en los elementos constructivos.
También se observaron formas de casas que alteran dicho patrón vernacular y se organizan en tira, o bien casas con dos sectores, uno más antiguo que el otro y que generalmente está construidos con tecnología vernácula (adobe, barro, horcones, rollizos, ramas, cañas, torta), y con presencia de elementos constructivos con tecnología urbana el más nuevo (bloques de hormigón, revoques cementicios, suelo-cemento, chapa de cinc a veces) (Figura 4).



Figura 4: Casa rural en el paraje “El Corte”

Las casas tradicionales presentan forma en tira, L o en U, sin pautas claras en cuanto a su orientación con respecto al sol, excepto en algunas casas aisladas, donde la orientación repite el patrón de protección climática y busca el cuadrante N-NE. La galería es un espacio intermedio que aparece con frecuencia.

Las técnicas constructivas presentan diferentes tipos según localizaciones y edades. Los principales tipos son, aparentemente, los siguientes: piedra y piedra con barro; adobe con barro; entramados del tipo quincha en muy escasa cantidad.
Se combinan materiales y técnicas vernaculares con técnicas mixtas y uso de materiales industriales tales como ladrillo común cocido, hormigón armado, ladrillo hueco, cemento, cal, chapa de cinc, techos metálicos, carpinterías de chapa.

Aproximación a los tipos arquitectónicos y constructivos actuales
Se consideraron los datos recopilados sobre la arquitectura y la tecnología vernáculas, la vivienda en relación con el territorio productivo de las áreas, y la tecnología introducida.

En las tres áreas de estudio se puede observar un proceso de cambios en el ámbito de los patrones arquitectónicos y constructivos locales (Rotondaro1992). Estos cambios son promovidos, por una parte, por los modelos que representan los edificios del equipamiento construidos con ladrillo, hormigón y chapa, en gran medida edificios institucionales pero también de algunas viviendas de los pueblos, y por otra parte por la voluntad de parte de las poblaciones locales de vivir en casas más parecidas a las de las ciudades que a las del campo.
En el área del Parque Provincial Ischigualasto y zona de amortiguación, San Juan, esta situación se percibe en Baldecitos y en Balde del Rosario con nitidez, cómo día a día van cambiando los patrones vernaculares (arquitectónicos y tecnológicos) y van siendo reemplazados por otros de carácter híbrido o directamente urbanos.

En el área de Chañarmuyo, La Rioja, se presenta un caso interesante, que es la interacción actual del pueblo nuevo con el pueblo viejo, combinado con instalaciones históricas.
En el área de la Reserva de Guasamayo, también en La Rioja, la arquitectura existente en los pueblos y caseríos indica un proceso de cambios en los tipos arquitectónicos y tecnológicos cuyo análisis puede servir de base para evaluar los tipos y las tendencias en las transformaciones. Se percibe en forma clara que el grado de transformación de la arquitectura vernácula es mayor en Malanzán y que decrece a medida que la localización se aleja de los aglomerados del área, aunque los cambios también llegan a sectores aislados en algunos casos.

En base a todos los casos observados y analizados, la arquitectura de estas áreas presenta aparentemente tres tipos definidos: el vernacular, el vernacular modificado y el de rasgos “urbano-industriales”, con claros indicios de una interacción entre hábitat rural y centros urbanos (Rotondaro 1992,2000).

Diagnóstico preliminar del patrimonio existente y su inclusión en los planes de manejo sostenibles
En referencia a los valores históricos y culturales de la arquitectura y las técnicas de construcción, el avance de esta investigación permite establecer algunos elementos de diagnóstico de interés para los Planes de Manejo de cada área, que pueden sintetizarse en los siguientes:

ELEMENTOS MATERIALES
a) Arquitectura y tecnología constructiva vernáculas.
- Vivienda popular diseñada y construida por población local con empleo de tecnología vernácula.
- Edificios educativos y de servicios construidos por población local con empleo de tecnología vernácula.
- Construcciones del equipamiento doméstico con empleo de tecnología vernácula: cercos, corrales, acequias, gallineros, hornos, aguadas, pozos, aljibes, depósitos, bodegas, secaderos.

b) Arquitectura y equipamiento vinculados con la religiosidad.
- Edificios ceremoniales existentes.
- Mesas, mojones, capillas, caminería y otras construcciones utilizados para las procesiones y prácticas religiosas

c) Lugares físicos de valor histórico.
Lugares físicos donde estuvieron personajes con relevancia socio-histórica para la población del área (caudillos de la región, próceres, visitantes ilustres).
d) Arquitectura y equipamiento vinculados con las actividades ganaderas.
Instalaciones y construcciones de las actividades ganaderas históricas y actuales (viviendas, corrales, puestos, refugios, depósitos, aguadas, aterrazamientos).
e) Arquitectura y equipamiento vinculados con las actividades mineras.

Instalaciones y construcciones de las actividades mineras históricas y actuales (viviendas, puestos, refugios, depósitos, aterrazamientos, socavones).

ELEMENTOS INMATERIALES
Los elementos materiales mencionados en el punto anterior fueron posibles gracias a elementos inmateriales asociados, indisolubles en algunos casos, cuya importancia es fundamental para el diagnóstico de situación y su inclusión en los Planes de Manejo:
a) sabiduría constructiva popular:
-modo de uso e interpretación de la comunidad local de los elementos materiales, edificios, estructuras y espacios.
-procedimientos y técnicas constructivas vernaculares.
-formas de transmisión del conocimiento.
-modos constructivos comunitarios colectivos (edificios familiares y comunitarios) para la construcción de nuevos edificios, ampliación o reparación de los existentes.
-sistemas de valores locales.
b) capacidad de absorción de innovaciones tecnológicas y sus adaptaciones al contexto local.
c) selección y manejo de especies vegetales empleadas en la construcción.
d) relación entre los materiales, componentes básicos y elementos constructivos con el ambiente natural:
-reciclabilidad de materiales y elementos constructivos.
-características de bajo impacto negativo sobre el ambiente natural y de bajo consumo energético de producción, de componentes y elementos constructivos.
e) relación de la construcción con rituales, creencias, músicas y festividades locales.
f) valores estéticos vinculados con la vivienda y con la arquitectura en general.

Identificación de elementos y potencialidades para el desarrollo turístico sostenible de las áreas en estudio
Se estima que los aspectos histórico-culturales y culturales actuales referidos a la arquitectura y la tecnología constructiva podrán integrar circuitos de turismo controlado y guiado que se desarrollen tanto dentro de las áreas en estudio.
Los temas potenciales a estudiar con mayor profundidad en sus aspectos materiales e inmateriales son los siguientes:
a) arquitectura y equipamiento en el territorio vinculados con la religiosidad y los circuitos de las procesiones y festividades religiosas locales.
b) arquitectura y tecnología vernáculas locales.
c) instalaciones y equipamientos vinculados con la actividad ganadera local y regional.
d) instalaciones y equipamientos vinculados con la actividad minera local y regional.
En los cuatro puntos mencionados antes deberán considerarse los sistemas, oficios y técnicas tradicionales de construcción vigentes.

En cuanto a las edificaciones y construcciones que pueden considerarse con valor para el patrimonio histórico-cultural de las áreas, se incluye a las siguientes:
a) En Ischigualasto, San Juan:
Asentamiento Aguas de Ischigualasto
Asentamiento denominado “Conjunto Wilson”
Iglesias de Balde del Rosario y de Baldecitos
Arquitectura vernácula en Baldes del Rosario y en Baldecitos (sectores de viviendas)
Vivienda vernácula en Baldecitos (Benedicto A. Herrera)
Viviendas vernáculas y unidades productivas rurales en San Antonio
Asentamientos rurales de valor histórico
Técnicas constructivas vernáculas
b) En Chañarmuyo, La Rioja:
Conjunto de asentamientos de vivienda y unidades productivas originarias de Chañarmuyo original

Vivienda vernácula y áreas productivas en Chañarmuyo actual
Antiguo molino
Técnicas constructivas vernáculas
Empleo actual de las piedras de colores en la arquitectura
c) En Guasamayo, La Rioja:
Casa y finca de Facundo Quiroga, en Malanzán
Vivienda originaria de pueblo en Malanzán
Ruinas de asentamiento del Cnel. Vera en Malanzán
Viviendas vernáculas en Tomásyaco, Casangate y Los Mogotes
Viviendas vernáculas y unidades productivas rurales en Loma Larga, El Corte y Solca
Antigua escuela en Loma Larga

Notas

(1) Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica PICT Nº 12182. Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica - 2003-2006 Directora: Dra. Diana Rolandi-INAPL.
(2) Se entiende por "arquitectura vernácula" a la noción establecida por Infonavit-ICOMOS (1993) como "el producto de la participación comunitaria, que mantiene sistemas constructivos resultado de sus recursos disponibles". En el caso de las obras con valor patrimonial, se tiene en cuenta a los aspectos tanto materiales como a los inmateriales encuadrados según los conceptos clásicos y convencionales del Patrimonio. Se incluye también la noción que aparece en la *Carta del Patrimonio Vernáculo Construido* (1996), que, entre otras cosas, declara que "El patrimonio arquitectónico vernáculo es aquel que comprende a la vivienda y otras edificaciones producto de la participación comunitaria, que mantiene sistemas productivos resultado de sus recursos disponibles y que utiliza tecnologías producto del conocimiento colectivo."

Bibliografía

*RE,Guillermina;BLASCO LUCAS,Irene;ALBARRACIN,Osvaldo. "Análisis de arquitectura de tierra construida por puesteros ganaderos en el árido sanjuanino." En: *Memoria III SIACOT-Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra.* Proyecto 6 PROTERRA-CRIATIC-FAU UNT. Tucumán, Argentina. 2004. Pág.:193-203.
*CALLEGARI, Adriana; RAVIÑA, Graciela. "Construcciones de piedras de colores. El empleo recurrente del negro, rojo y blanco." En: M. Podestá y M. De Hoyos (Eds) *Arte en las Rocas. Arte Rupestre, Menhires y Piedras de Colores en Argentina.* Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires. 2000. Pág. 113-120.
*ROLANDI, Diana; PODESTA, Mercedes; GURAIEB, Gabriela; RE, Anahí; VIDAL, Aixa. "Informe sobre los Bienes Culturales del Parque Provincial Ischigualasto (Provincia de San Juan, Argentina).Informe de Avance.Informe y Base de Datos presentado al Director del Parque Provincial Ischigualasto." Buenos Aires.INAPL. MS. 2002.
*ROLANDI, Diana; GURAIEB, Gabriela; PODESTA, Mercedes; RE, Anahí; ROTONDARO, Rodolfo; RAMOS, Adolfo Rodrigo. "El patrimonio cultural en un área protegida de valor excepcional: Parque Provincial Ischigualasto (San Juan, Argentina)". En: *Relaciones.Tomo XXVIII.* Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires. 2003. Pág. 231-239. ISSN 0325-2221
*ROTONDARO, Rodolfo. "Tradition and transformations in the rural architecture of Pozuelos." En: *Traditional Dwellings and Settlements*. CEDR Vol. 50. IASTE. Berkeley, USA. 1992. Pág. 21-48.
*ROTONDARO, Rodolfo. "La vivienda rural y la calidad de vida en asentamientos rurales de Argentina". En: *Memoria 1er. Seminario Iberoamericano de Vivienda Rural y Calidad de Vida en los Asentamientos Rurales*. CYTED-UAEM-ESIA-CONACYT-AECI. Cuernavaca, Morelos, México. 2000. Pág. 438-445.

Rodolfo Rotondaro

Graduado de arquitecto en 1980 en la Universidad Nacional de Mar del Plata, obtuvo la Maestría CEAA de CRATerre (Centre Internacional de la Construction en Terre) en Grenoble, Francia, en 1986. Tesis Doctoral en curso (FADU UBA).
Desde 1986 desarrolla una línea de trabajo en el tema "Arquitectura y Construcción con Tierra" en áreas rurales y urbanas de la Argentina, participando en tareas de investigación, docencia, capacitación, transferencia, proyecto, construcción y evaluación de elementos constructivos, viviendas, escuelas y edificios comunitarios.
Es asesor técnico de municipios y ONGs, y ha dictado cursos y talleres de capacitación en varias provincias argentinas. Ha participado en la publicación de más de sesenta trabajos, como único autor y como integrante de equipos de trabajo, en el NOA y en Buenos Aires. Fue Miembro Pleno del Proyecto Nº 6 PROTERRA-CYTED (Ciencia y Técnica para el Desarrollo).
Como Investigador Independiente del CONICET desarrolla tareas científico-tecnológicas en dos centros: el CRIATiC (Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda, FAU UNT) en Tucumán, y el Instituto de Arte Americano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU UBA) en Buenos Aires. En este último es Director del Programa ARCONTI (Arquitectura y Construcción con Tierra).

Ana Gabriela Guráieb

Licenciada en Ciencias Antropológicas de la Universidad de Buenos Aires, con especialidad en Arqueología en 1986; tesis doctorado en curso. Fue becaria graduada de la UBA en la categoría Iniciación y Perfeccionamiento. Actualmente, Investigadora del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano desde 1999. Docente auxiliar de la cátedra Fundamentos de Prehistoria de la FFYL (UBA) desde 1997. Profesor de la Universidad del Salvador en la Carrera de Turismo entre 1992 y 1994.
Especializada en tecnología lítica de cazadores –recolectores patagónicos y, paralelamente, en la divulgación y protección del patrimonio arqueológico. Sobre este tema ha dictado cursos de capacitación y talleres en Buenos Aires y distintas provincias del interior para estudiantes primarios y secundarios, estudiantes universitarios y otros segmentos de la comunidad (Fuerzas de control, docentes, especialistas en turismo Desde 1989 ha participado en proyectos de investigación de CONICET, UBACYT y recientemente, en dos proyectos ANPCYT. Ha realizado tareas de control de impacto sobre bienes arqueológicos en la construcción de distintas obras de infraestructura para diversas empresas. Ha escrito 6 capítulos de libros y más de 30 artículos, como único autor y en coautoría., así como dos fichas y dos capítulos de libro para la cátedra de Fundamentos de Prehistoria.

Adolfo Rodrigo Ramos

Graduado de arquitecto en 1999 en la Universidad Nacional de Tucumán; Tesis de Doctorado en curso en la FADU/UBA con el tema "La cuestión de la durabilidad en el proceso proyecto de arquitectura de tierra. Análisis de tipo comparativo de patologías constructivas en edificios de tierra del NOA". Es becario del CONICET desde 2000 y ha desarrollado su labor de investigación en el tema de Tesis desde el Centro de Estudios Indígenas y Coloniales de la FHyCs/UNJu. Tareas de investigación en el CRIATiC (Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda, (FAU UNT), Tucumán, y en el Instituto de Arte Americano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU UBA), Buenos Aires.
Participa en un proyecto ANPCYT en el tema Patrimonio histórico-arquitectónico y su inclusión en planes de manejo en áreas protegidas y reservas de La Rioja y San Juan, y en un proyecto CONICET sobre desarrollo tecnológico de elementos constructivos con uso de suelos estabilizados.
Realiza asesorías técnicas para la Secretaría de Turismo y Cultura de la provincia de Jujuy, el muncipio de Rinconada y Cangrejillos en la Puna jujeña. Ha publicado diez trabajos en referencia al tema de Tesis en actas de seminarios, congresos y revistas especializadas.

Diana Susana Rolandi

Licenciada en Antropología FCNyM-UNLP 1968; Doctora Cs. Naturales, orientación Antropología. FCNyM-UNLP, 1972; Maestría en Administración Pública. Fac. de Cs. Económicas. UBA. 1988-1990; Maestría en Política y Gestión Cultural. INAP. 1993. Investigador Carrera de Investigador Científico CONICET. Ingreso: mayo de 1974. Categoría Investigador Independiente 1983.
Directora del INAPL: 1980 – 1985; 1987; 1990 –1998. Por concurso, octubre de 1998 y continúa.
CONICET: Integrante de Comisiones Asesoras y Cuerpo Consultivo de Antropología, Geografía e Historia y de la Regional Metropolitana 1996/99. Evaluadora de Antropología 1998-2002. Miembro de la Comisión Ad Hoc de Ciencias. Sociales y Humanísticas, desde 1999.
UNESCO: Representante de la Secretaría de Cultura: 30° Conferencia Gral. Paris, 1999; Asesora (de Secretaría de Cultura) Comisión Nacional Cooperación con la UNESCO 1998/99; Observadora Comité de Patrimonio Mundial. 1999; Delegada Argentina ante el XXIII Bureau de Comité de Patrimonio, 1999.
Miembro CONAPLU. 2002.

Integrante del Consejo Nacional de Educación Superior 1993/1998.
Ha dirigido y dirige numerosos proyectos de Secretaría de Cultura de la Nación, UNESCO, y ANPCYT. Ha escrito libros, capítulos de libros y artículos en revistas especializadas nacionales y del exterior como único autor y en coautoría. Ha dirigido técnicos, becarios e investigadores CONICET desde 1994 a la fecha.

5.24

ARQUITECTURA RELIGIOSA Y TECNOLOGÍA PATRIMONIO E IDENTIDAD CULTURAL DEL NOA

Mirta Eufemia Sosa* - Rafael Francisco Mellace - Lucía Elizabeth Arias
Carlos Eduardo Alderete - Stella Maris Latina - Irene Cecilia Ferreyra
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca Nº 1900 - Tucumán - Tel. 0381-4364093 - int. 7912/19
mirta_sosa@hotmail.com

Palabras claves: identidad - comunidad - tecnología

Resumen
La presente trabajo forma parte de una de las líneas de investigación del proyecto de investigación PICT 13-14465 financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANCPCyT) y desarrollado en el Centro de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC). Se refiere al estudio de una tipología arquitectural característica del noroeste argentino (NOA), tanto por su expresión formal cuanto por su desarrollo tecnológico: **la Iglesia**, importante hito representativo de la identidad cultural de la región.

El NOA fue por varios siglos la entrada y el ámbito de influencia de las culturas andinas de Bolivia, Chile y Perú, manteniéndose hasta hoy como importante vía de intercambio cultural y económico entre estos países. Habitado antes de la llegada del inca y del español por culturas agro-ceramistas, se destacó por el desarrollo que alcanzaron sus pueblos, sobre todo en los valles, en cuanto a la escala y forma de apropiación del territorio y a su organización social, constituyendo en la época, el área más poblada y de mayor desarrollo.

Con el asentamiento de los españoles a partir de mediados del siglo XVI, se produce importantes cambios en los pueblos nativos y la vida de sus habitantes, que se patentizaron en su organización política y social, en sus actividades económicas y productivas, y en sus expresiones culturales. Y si bien, los edificios públicos construidos en las primeras épocas de la colonización no fueron concebidos por la comunidad, fueron apropiados por sus habitantes a través del tiempo. La fusión de los modelos arquitectónicos europeos -introducidos por los nuevos habitantes a la región-, de materiales locales -tierra, madera, piedra- y de la cultura constructiva indígena, marcó el carácter y la expresión particular de las iglesias y capillas de la región.

Introducción

El área de estudio comprende el territorio de las provincias de Jujuy, Salta y Tucumán. Geomorfológicamente, la región asciende de sudeste a noroeste de 200 msnm a 4.000 msnm, con una altiplanicie -puna- que se caracteriza por cordones montañosos de hasta 6.000 msnm, con volcanes, lagunas y salares entre los que se extienden amplios valles que descienden hacia el este y el sur, conectados a través de quebradas. En este impactante paisaje árido, agreste, se asentaron y se diseminaron las culturas agro ceramistas durante algo más de 1.700 años, hasta la llegada del inca en el año 1.484 y del español 100 años más tarde. Las más desarrolladas fueron, en el Período Formativo (años 600 aC a 950 dC), las culturas Tafí, Candelaria, Condorhuasi, Alamito, de la Ciénaga, Pozuelos, Chavi y en el período de Desarrollo Regionales (años 950 a 1.480), la cultura Aguada, Belén y Santa María.

Desde el siglo XVII, con la conquista y colonización española y a resultas de la organización económica-social impuesta, se establecieron en el territorio poblaciones en puntos estratégicos formados a partir de las encomiendas, misiones, reducciones, mitas o cercanos a las haciendas, sea en nuevos emplazamientos o entre núcleos indígenas preexistentes.

En las primeras épocas de la colonización fue más frecuente la comunicación por el "camino del inca", de allí que las iglesias más antiguas se emplazaron en la puna (Coranzuli, Susques, Cochinoca, Rinconada, Casabindo, Yavi, Santa Victoria, Iruya) y en los Valles Calchaquíes (Cachi, Seclantas, Molinos) para surgir luego en la quebrada de Humahuaca (Tilcara, Pumamarca, Huacalera, Humahuaca, Uquia) donde, una vez afianzado el dominio español, comienzan a adquirir importancia como vía de comunicación y de intercambio comercial entre el Alto Perú y el Río de la Plata, propiciando el crecimiento y desarrollo de las poblaciones ubicadas en el circuito, en detrimento de la puna en el oeste.

A partir de fines del siglo XIX, con los cambios que se producen en la economía del país, las áreas rurales de la región se transforman en mercados periféricos de la producción nacional. Los pueblos se mantienen alejados de las influencias de la modernidad y el progreso, situación que les permitió conservar casi íntegramente sus caracteres originales: paisaje natural y modos de vida de sus habitantes, favoreciendo entre otras cosas, la conservación del estilo arquitectónico y técnicas constructivas tradicionales.

En el NOA, las iglesias y la vivienda como unidad de residencia y producción, expresan su propia identidad cultural y la historia de la región, sobre todo en las áreas rurales, donde se destacan como principales referentes de la arquitectura, en las que la tecnología de construcción con tierra está siempre presente.

La Arquitectura
Los ejemplos de arquitectura no espontánea más antiguos (siglos XVII y XVIII) que perduran a la fecha, son las iglesias. Anterior a este tiempo subsisten solo vestigios y ruinas de construcciones de piedra de carácter doméstico, correspondientes a las culturas nativas. (Quilmes, Tolombón, Tastil, Incahuasi, Tilcara, entre los más conocidos)

Sea cual fuere el carácter o el sitio de emplazamiento, la iglesia, símbolo de la acción evangelizadora española, se constituye en el principal punto de encuentro y lugar de las actividades sociales y religiosas del pueblo, destacándose como un hecho arquitectónico y tecnológico de importancia no sólo por su valor histórico y estético, sino también por su valor social. De paredes gruesas, poca altura y tejado plano, con espacios-atrios y formas simples, esta arquitectura está íntimamente vinculada, por una parte, a la sencillez de la técnica de construcción con tierra y, por otra, al sentir popular de las comunidades locales.
La expresión arquitectónica que se dio en la región, como en toda América de habla castellana, tuvo su origen en las manifestaciones predominantes en España. Los elementos tipológicos: nave única, torre-campanario, molduras en torres, pórticos y galerías cubiertas; pilastras, frontispicios triangulares y arcos cobijos, fueron los más utilizados. El paisaje natural, los materiales disponibles en el medio y el trasplante de modelos arquitectónicos europeos, que constructores y religiosos trasladaron de sus lugares de origen y la expresión tecnológica y cultural de la mano de obra nativa, fueron los componentes que definieron la arquitectura de las iglesias y de las viviendas.

La iglesia se compone de un conjunto de volúmenes puros y fachadas simples, con predominio de la horizontal apenas interrumpida por la vertical de las torres; con preponderancia de llenos sobre vacíos y superficies con poca ornamentación. El edificio se caracteriza por su unidad y simetría.

La iglesia y su espacio público-social.
La iglesia fue el principal edificio público que se levantó en la generación de un asentamiento –misiones y reducciones-. Lo mismo sucedió en los pueblos que surgieron a partir de una encomienda y más tarde de una hacienda: junto con la residencia, se levantó la capilla y al crecer el asentamiento alrededor de ésta y del espacio-plaza, la constituyó en el centro y lugar de encuentro social y religioso de la comunidad.

Su escala y desarrollo funcional está en relación con la del poblado, y su emplazamiento generalmente centrado en el terreno y con un espacio que la rodea –el atrio-, su volumetría, la altura de su o sus torres-campanarios y a veces el color de sus muros, marcan la monumentalidad del edificio destacándose sobre la silueta del pueblo. Ejemplos de ellos son las iglesias de la Asunción en Casabindo (Figura1) y de Iruya, en la puna, y de San Carlos Borromeo en el valle (su escala no guarda relación con el poblado que al momento de su construcción, el pueblo era el más importante del valle)



(Fig. 2) - Pueblo de Casabindo

Las manifestaciones religiosas se desarrollan en un espacio cerrado -el edificio- y otro abierto -el atrio- que, como prolongación espacial funcional de las actividades litúrgicas es delimitado por un muro bajo y vinculado a la calle y a la plaza por un arco que enmarca el acceso. La plaza pública al frente de la iglesia, enfatizando el carácter comunitario, se ubica sobre un eje imaginario que atraviesa la portada de acceso al atrio y la puerta de entrada a la nave que remata en el retablo.

La forma de vida de los pueblos nativos resalta la importancia de este espacio exterior; así como en sus viviendas el patio al aire libre es el lugar donde realizan sus actividades y donde entierran a sus muertos, el atrio es el lugar donde se reúne el pueblo con un sentido religioso y comunitario. Este concepto es claro en algunos poblados de la puna, en donde la plaza pública integrada a la vida de la iglesia presenta las capillas posas, una en cada ángulo del espacio cercado y en el centro la capilla miserere. Ejemplo: la iglesia Nuestra Señora de Belén de Susques y de la Asunción en Casabindo.

La tipología Arquitectónica

La iglesia responde a una tipología arquitectónica simple y directa a la función a cumplir. Formalmente, está constituida por volúmenes de distintos tamaños y proporciones. El principal es el de la nave, al que se adosan la o las torres campanarios y ocasionalmente, según la envergadura del edificio, otros volúmenes más pequeños que corresponden a sacristía, capillas laterales y baptisterio. Las fachadas son lisas y revocadas; sólo en la torre campanario que remata en cúpulas o casquetes cónicos, es donde se pueden observar molduras y cierta ornamentación. Las aberturas son mínimas y de reducidas dimensiones, en contraste con la puerta con marco y dintel importante y la ventana del coro sobre la fachada principal.



(Fig. 2) Iglesia de Huacalera

Es frecuente en las iglesias de todo el NOA, que el techo de la nave avance sobre el plano de la fachada flanqueada por una o dos torres, conformando de esta manera el espacio atrio-nicho, sea enmarcado por el techo a dos aguas como por ejemplo en las Iglesias de Huacalera y de Tumbaya (en la quebrada), La de Tafna en la puna, la capilla de la misión Jesuita de la Banda (TafÍ del Valle), la de Nuestra Señora de la Candelaria (Chicligasta), en Tucumán o por un gran arco cobijo que define un pórtico de cierta monumentalidad como en las iglesias de San Carlos Borromeo, de San Pedro Nolasco y Molinos en los Valles Calchaquíes y de la Asunción, Casabindo, en la Puna. El coro en el entrepiso define la escala del acceso a la nave.

En esta tipología de nave única rectangular que se articula en el extremo con el presbiterio, con torres-campanarios y estructura de artesa para el techo de la nave, se reconocen modelos arquitectónicos mudéjares que son comunes en las iglesias de Bolivia y Perú.
La organización espacial-funcional es muy clara, el espacio interior principal es la nave (rectangular con predominio del largo sobre el ancho). En general, las dimensiones ancho y alto son prácticamente iguales, es en el largo donde varía. Este espacio, que se destaca por la simpleza y la continuidad de las superficies a veces cortada por el ritmo de las pilastras, remata al fondo en el presbiterio con el altar y el retablo, resultando por sus características formales y pictóricas en el principal foco de atención. Su construcción se resuelve con una mampostería de adobes o ladrillo cerámico revocada y pintada con nichos e imágenes o con pilastras e imágenes, relieves, pinturas, o tallado y trabajo de madera a la hoja de oro.

El otro componente en donde se plasma la expresión artística es el púlpito, también tallado y con decoración policromada. Los ejemplos más destacados se encuentran en las iglesias de Yavi y de Uquia, en la cual se aprecian los “Ángeles Arcabuceros”, nueve reliquias de la pintura cuzqueña.

La Tecnología
Como en toda América, el barro y la piedra fueron los materiales autóctonos utilizados para la construcción de muros y la madera y caña para los techos. Disponibles en el sitio, dieron la respuesta tecnológica y formal a las exigencias del medio: sol, amplitud térmica, vientos y acción del sismo; el resultado fue esta arquitectura de muros anchos, de baja altura y techos planos, cuya simplicidad y pureza volumétrica derivan de la sencillez y capacidad de la técnica constructiva nativa y popular, saber constructivo que definió la calidad y cualidad de la arquitectura popular, tradicional del Noroeste argentino.

Los muros
El sistema constructivo de mampostería de adobe y junta de barro fue utilizado en la construcción de los muros y en las cúpulas de las torres -a la manera de hiladas avanzadas-
Los muros, con cimientos de piedras y de gruesos espesores –entre 0,60 y 1,40.- cumplen la función de cerramiento y de soporte del techo y sólo son perforados por aberturas de reducidas dimensiones que responden adecuadamente tanto a exigencias constructivas-estructurales como ambientales.
Las dimensiones del adobe dependiendo de la zona, varían entre 0,32 a 0,40 de largo, 0,20 a 0,25, de ancho y 0.08 a 0,12m de alto; comparativamente, sea por sus dimensiones o por la composición de la tierra utilizada (con grava) son más pesados los de la puna que los utilizados en los valles. Los muros sin sobrecimiento de piedra (el adobe se encuentra a nivel del suelo), evidencian como una constante, el deterioro en su parte inferior que, en algunas iglesias se trata de evitar con una banqueta (zócalo) perimetral.
El espacio de la nave, casi en penumbra, es iluminado solo por la luz que penetra a través de la puerta de acceso y de pequeñas abertura en los muros laterales y del coro. Los vanos de las pequeñas ventanas, 0,50m a 0,70m, rectangulares o cuadrados se resuelven con dinteles de maderas, o con arco de medio punto, solución más utilizada en las torres-campanarios. Las grandes aberturas de los atrios de acceso se logran mediante arcos cobijos que transmiten sus empujes a las torres.

La superficie exterior e interior están revocadas con morteros de barro o de cal y pintadas a la cal (o con látex en la actualidad) blanca o colores claros que acentúan la volumetría del conjunto diferenciándolo del resto de las construcciones del poblado, sobre todo de la puna en donde la iglesia prácticamente es el único edificio revocado. (Figura 3)

Los techos

Los techos, en la mayoría de las iglesias son planos, con pendiente, resueltos con el modelo de artesa invertida, consiste en una estructura triangular formada por dos vigas (rollizos o troncos desbastados) vinculadas por una horizontal ubicada más arriba de la base. La madera se utilizó tanto en la estructura de techos como de los entrepisos del coro; la disponibilidad en cuanto a la dimensión (largo) de la pieza definió el ancho de la nave.

Otro sistema estructural de techo utilizado fue el de bóvedas y cúpulas. En los valles, la iglesia de San Carlos, único ejemplo con crucero, presenta una cúpula de 7,30 m de diámetro y bóvedas de cañón corrido en las capillas; la que originalmente tuvo en la nave -afectada por un sismo- fue reemplazada por una cabriada a dos aguas de 7,30 m de longitud y 2,60m de altura separadas cada 2,30m, formada por dos pares de madera y tensor metálico. En la iglesia de San José de Cachi, una bóveda de cañón corrido con arcos realizados con adobes cada 1,90m cubre la nave. Un mismo tipo de resolución se observa en la iglesia de Casabindo, donde bóvedas de cañón corrido de piedra cubren la nave, las capillas, la sacristía y el baptisterio, y se prolonga sobre la fachada.

En la mayoría de las iglesias, el cielorraso se materializa con madera de cardón o cañizo (caña hueca de aproximadamente 3 a 4 cm.) que se apoyan en correas dispuestas cada 0,80m. a 0,90m., fijadas con tientos o alambres y clavos. En Cachi, el cielorraso de cardón apoyado en los arcos queda a la vista; en Casabindo fue revocado y encalado. En la iglesia de la Rinconada, el cielorraso de madera de pino machihembrado reviste a la estructura del techo.

El techo de las torres, de adobe o ladrillo cerámico, resuelto con cúpulas, o formas piramidales. Como, por ejemplo, en las iglesias de Huacalera y de Chiglicasta.



(Fig. 3) Iglesia de Uquia



(Fig.4) Cubierta de paja, Iglesia de Susques

Las especies de madera más utilizadas son el cardón, aliso, álamo y pino. El trabajo con la azuela y sobre todo del cardón se resalta el carácter popular y autóctono de esta técnica tradicional y regional.

Para la cubierta, a igual que en las viviendas, se utilizó el material disponible en la región.

En la puna fue primariamente la paja, material que se mantiene hoy en las iglesias de Susques (Fig. 4), y que fuera reemplazado por la teja cerámica colonial o chapa metálica en las iglesias de Yavi y de la Rinconada respectivamente.

En la quebrada, la cubierta de torta de barro es la más utilizada, ejemplo de ello son las iglesias de Uquia, Pumamarca y de Huacalera (esta presenta hoy una capa de desgaste de suelo cemento). En las iglesias de Humahuaca y de Tilcara la cubierta es de teja cerámica a

igual que en la de Molinos y de San Carlos en los valles. En nuestra Señora del Carmen en Seclantás la teja fue reemplazada por la chapa metálica. En los pisos interiores se utiliza generalmente baldosa cerámica, y en los exteriores piedra laja o piedra bola.

Desde su construcción, estos edificios sobrevivieron a restauraciones y en algunos casos, reconstrucciones, necesarias luego de la acción de fenómenos naturales como el sismo, pero sobre todo, por falta de conservación. Se repararon, demolieron y recuperaron partes o se incorporaron construcciones nuevas al conjunto -fachadas y techo- manteniendo su arquitectura en algunos casos y modificando el estilo en otros como sucedió en las iglesia de Humahuaca y Tilcara en la quebrada, y Cachi en los valles.



(Fig. 5) Iglesia de Cachi

Conclusión

La iglesia fue el medio imprescindible para la acción evangelizadora de los misioneros y de los nuevos residentes de este territorio. Si bien fue una arquitectura destinada para el pueblo, ejecutada con mano de obra y tecnología de la región, no fue precisamente la expresión de la arquitectura del pueblo; es sólo en los espacios abiertos y en el tratamiento decorativo del retablo y el púlpito en donde se resalta una manifestación del habitante nativo. La nave, torres, capillas, estructura de techo de tipo mudéjar, entre otros elementos, son componentes arquitectónicos que formaban parte de modelos estilísticos europeos que, con el correr del tiempo fueron asimilados y apropiados por la comunidad.

Lo destacable, y original de esta arquitectura que se implanta en el paisaje del NOA, es resultado de la conjunción de tipologías arquitectónicas foráneas y del modo de construir con un material predominante en el sitio. Las soluciones adoptadas para la materialización de los distintos elementos constructivos de la iglesia, en dispar escala según el momento histórico, se ajustan a las posibilidades que ofrecen las herramientas y materiales disponibles, principalmente la tierra y la piedra y, en menor medida, la madera.

El reconocimiento y la valoración de este bien cultural -patrimonio arquitectónico y tecnológico- como su necesaria protección y conservación, debe abordarse tanto a escala local como regional, ya que no solo se trata de un edificio aislado que se destaca por su valor histórico y arquitectónico, sino que está íntimamente vinculado al sitio; es el pueblo con su edificio emblemático; los pueblos con sus iglesias vinculados por sus tradiciones, su cultura y modos de construir, sentir y vivir.

Se trata además, de revalorar la naturaleza y la impronta que el hombre dejó en ella, como un factor importante para promover el turismo y el desarrollo sostenible de la región. Desarrollo, que involucra el respeto del patrimonio material e inmaterial, vinculado a la valoración de las necesidades económicas y sociales de las comunidades.

Bibliografía

* SOSA, M. *La Arquitectura de tierra en el Noroeste argentino*. Tesis de Grado DPEA Architecture en Terre, Parte I. 2001.

*MELLACE, R. SOSA, M. LATINA, S.M. *Arquitectura de Tierra Cruda. Iglesias y Capillas de Valles y Quebrada del NOA*. Tucumán: Facultad de Arquitectura y Urbanismo-UNT. 1988

*RAFFINO, Rodolfo. Poblaciones Indígenas en la Argentina. Urbanismo y Proceso social-precolombino. Tipográfica Editora Argentina. Bs. As 1988

*GISBERT, Teresa-DE MESA José. *Arquitectura Andina: Historia y Análisis*.Colección Arranz y Vela. La Paz, Bolivia. 1985. Pág.126

*NICOLINI, Alberto. Arquitectura en el valles del Río Grande de Jujuy. S.A. *Arquitectura colonial argentina*. Buenos Aires: Ediciones Summa S.A. 1987. 80-83

*NICOLINI, Alberto. *Jujuy y la Quebrada de Humahuaca*. *Estudio de Arte Argentino*. Buenos Aires: Edición Aca-

demia Nacional de Bellas Arte. 1981
*ASENCIO, M. Pueblos de encomiendas en la Puna Jujeña: Casabindo y Cochinoca. Eds *Arquitectura colonial argentina.* Buenos Aires: Ediciones Summa S.A, 1987, 76-79
*CANALS FRAU, Salvador. Las poblaciones indígenas de la Argentina. Su origen, su pasado, presente. Editorial Sudamericana. Bs. As. 1953.
*NICOLINI, Alberto. El patrimonio arquitectónico de los argentinos 1 Noroeste, salta y Jujuy. Sociedad Central de Arquitectos

.

Mirta Eufemia Sosa

Arquitecta. Máster DPEA “Architecture de Terre” CRATerre - EAG. Francia.-Jefe de Trabajos Prácticos- "Construcciones I" y Electiva "Arquitectura de Tierra Cruda" , Facultad Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán -INVESTIGACION: Categoría III– otorgada por Consejo de Investigaciones de la UNT (CIUNT) -Integrante Equipo Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda (CRIATiC) – Miembro adjunto del Proyecto 6 PROTERRA (CYTED-HABYTED). Integrante RED- Protierra (Argentina)
Integrante Proyectos (ANPCYT y CIUNT): - “Producción y Transferencia de Tecnologías de Tierra Cruda Apropiadas para la Construcción de Viviendas de Interés Social y Equipamiento del Hábitat Popular en el NOA.” - "Tecnologías Constructivas para Viviendas de Interés Social y Equipamiento Rural y Periurbano en el NOA" - “Diseño y Transferencia de Tecnologías Alternativas en Tierra Cruda” - Transferencia de Tecnología, Asistencia Técnica y Capacitación de Recursos Humanos a poblaciones rurales, municipalidades,
Participó como conferencista y ponente en congresos, seminarios y jornadas en el extranjero y en provincias del Noroeste Argentino; en actividades de transferencia: charlas y talleres de capacitación en centros vecinales, escuelas, comunidades rurales de la provincia de Tucumán.
Acredita la publicación de libros, artículos en revista y en memorias de encuentros científico-técnicos.
c.e: mirta_sosa@hotmail.com

Rafael Francisco Mellace

Arquitecto.Candidato a Magister UBB-Chile. Profesor Titular de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán. Director proyectos CIUNT y ANPCYT. Director del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: rfmellace@herrera.unt.edu.ar, rfmellace@arnet.com.ar

Lucía Elizabeth Arias

Ingeniera Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) /
e-mail: arias-alderete@arnet.com.ar, luciaelizabetharias@yahoo.com.ar

Carlos Eduardo Alderete

Ingeniero Civil. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: carlosealderete@yahoo.com.ar

Stella Maris Latina

Arquitecta. Candidato a Magister en "Auditoría Energética", FAU-UNT. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo- Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: stellamarislatina@yahoo.com.ar

Irene Cecilia Ferreyra

Arquitecta. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán, Investigador CIUNT y ANPCYT. Miembro del Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC -FAU-UNT. Miembro del Proyecto 6 PROTERRA-CYTED-HABYTED. Miembro PROTIERRA.
Te: 0381-4364093 (int 7919/7915) / e-mail: icferreyra@hotmail.com

COMISIONES



Proyectos de vivienda social, individual y prototipos

6.1

SISTEMA AUTOCONSTRUCTIVO SUSTENTABLE PARA MURO DE TARIMA DE MADERA RELLENAS CON TIERRA APLICADO EN CIUDAD JUÁREZ CHIHUAHUA, MÉXICO

Jorge Acevedo D[1]*, Horacio Villarreal M[1], José Lazcano P[1], Mario Trejo A[1], Perla García C[2]
[1] Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV.
Blvd. Oceania 190, Fracc Saltillo 400. CP 25290, Apartado Postal 491, Saltillo Coahuila, México. Tel 01 (52) 84 44 11 32 00 ext 1145; Fax 01 (52) 84 44 16 98 31.
e-mail: jacevedo@comimsa.com.mx
[2] Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Av Charro 450 norte, Col Partido Romero. CP 32310, Cd. Juárez Chihuahua, México

Palabras clave: tierra – autoconstrucción - material de desecho

Resumen
Una de las problemáticas que aqueja a parte de la población en la ciudad fronteriza de Ciudad Juárez, Chihuahua en México, es la falta de vivienda digna, en gran medida por la inmigración del interior de la república, así como de Centroamérica. Lo anterior genera un crecimiento poblaciónal anual del 5.3%, equivalente, aproximadamente a 50,000 habitantes, ocasionando que el gobierno se vea sobre pasado en sus expectativas para cubrir dicha demanda. La población mencionada, que por lo general cuenta con poco poder adquisitivo, ha encontrado como un recurso alternativo para satisfacer dicha necesidad, la autoconstrucción. El mecanismo de autoconstrucción, ha llevado por una parte, al desarrollo de vivienda no digna, fuera de especificaciones de construcción y, por otra parte, consecuencia de la falta de alternativas de materiales económicos al empleo de estos, sin considerar aspectos como el confort térmico, prioritario por las condiciones extremas de temperatura que presenta la ciudad. Por lo anterior, a fin de construir viviendas dignas al sector poblacional mencionado y considerando las condiciones climáticas presentes, se desarrollo un sistema autoconstructivo para muros a partir de un material considerado de desecho industrial, como lo es la tarima de madera abundante, por ser una de las regiones con mayor presencia de empresas maquiladoras. En conjunto con el material mencionado se emplea tierra de relleno, cuya función, por una parte, es generar un sistema aislante térmicamente y por otra, incrementar las propiedades mecánicas. Lo resultados arrojaron el desarrollo de paneles modulares a partir de madera de desecho industrial, más económico, fáciles de habilitar con propiedades aislantes superiores a los sistemas de tradicionales de bloques de mezcla cortada y resistencias mecánicas (12.5 kg/cm^2) especificadas dentro de la normatividad de la construcción.

Introducción

Por diferentes razones, la frontera norte de México es una región singular. La lejanía del centro del país y su vecindad con los Estados Unidos de América ha definido en gran parte el desarrollo de su estructura social y económica. Desde el decreto de Zona Libre en 1937 y la ejecución del Programa de Industrialización Fronteriza (también conocida como Programa Maquilador)[1] en 1965, las entidades de la frontera norte y principalmente los municipios localizados en las orillas del río bravo han tenido constantes flujos de población e inversión en actividades económicas. Las ciudades de Tijuana, Baja California Norte y Ciudad Juárez, Chihuahua, las cuales desde los años ochentas, los asentamientos humanos se han visto favorecidos por la instalación de un gran número de maquiladoras son ejemplos típicos de lo mencionado. Adicionalmente, el crecimiento demográfico ha tenido otro factor originado por la afluencia de personas provenientes del interior de la República, Centroamérica y en menor cantidad del resto de mundo, en busca de alcanzar el sueño americano y consecuencia de no lograrse se queda asentado en dichas entidades. Por lo anterior, de acuerdo a datos del último censo poblacional del año 2000, tan solo en ciudad Juárez, fue de 5.3% anual, equivalente a aproximadamente 50,000 habitantes que se integran a la entidad municipal.

Si bien ciudad Juárez ha aumentado considerablemente la cobertura de ciertos mínimos de bienestar[1], los problemas derivados de esta dinámica fronteriza, como patrones inadecuados de la expansión urbana y el déficit de los indicadores sociales de bienestar están muy lejanos de los alcanzados por la población del El Paso, Texas, EUA.

Uno de los sectores donde el rezago se ha hecho sentir con mayor aplomo, es el de la vivienda, el cual de las 286,121 totales, el INEGI según el censo poblacional del año 2000 reporta la construcción de 55,119 viviendas con muros de materiales considerados como precarios, las cuales principalmente se encuentran en los sectores más desprotegidos. La población mencionada, que por lo general cuenta con poco poder adquisitivo, ha encontrado como un recurso alternativo para satisfacer dicha necesidad, la autoconstrucción, definida como la participación activa de los ciudadanos en la solución de su problema habitacional[2], es una forma de cooperación laboral que generalmente involucra redes familiares y vecinales y se sustenta en la incorporación del valor agregado, por vía del trabajo familiar, que, en otras circunstancias, impactaría el costo de la construcción al erogarse el pago de operarios. Sin embargo, el mecanismo de autoconstrucción, ha llevado, por una parte, en gran medida, al desarrollo de vivienda fuera de especificaciones y, por otra parte, consecuencia de la falta de alternativas de materiales económicos, al empleo de estos, sin considerar aspectos térmicos, prioritario para las regiones donde las condiciones extremas de temperatura prevalece.

En este contexto se desarrolló la presente investigación, la cual dio inicio en la entidad fronteriza de ciudad Juárez, Chihuahua, México, en el año del 2004. Este proyecto de innovación tecnológica aplicado a la autoconstrucción tenía la finalidad de desarrollar materiales y sistemas autoconstructivos alternativos para la población de escasos recursos, para el mejoramiento, construcción o ampliación de viviendas de acuerdo a las condiciones climáticas, geográficas y culturales presentes en la entidad municipal.
El proyecto se orientó a las familias donde algunos de los diferentes miembros podrían dedicar un “tiempo” diariamente destinado para la realización de actividades referente al desarrollo de los materiales y sistemas constructivos propuestos.
Resultado de la búsqueda de materiales y sistemas autoconstructivos aplicados en la región en cuestión se detectó entre otros, la utilización de madera, principalmente para techos y en menor proporción para muros. Estos últimos construidos de tarima de madera, material de desecho de la industria maquiladora. Sin embargo, la aplicación ha sido de forma incorrecta lo que ha originado viviendas en estado precario. En base, a lo observado se planteo el desarrollo y evaluación de muros a partir de desecho de tarimas de madera rellenas de tierra. La tierra se selección por las siguientes características: bajo costo, fácil de manipular, transportar, así como por sus propiedades térmicas.

Desarrollo
En función de los objetivos planteados y de la información recabada entre el sector involucrado, a través de un estudio social realizado por Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) y la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV (COMIMSA), se llevó al planteamiento de desarrollo de un sistema constructivo con las siguientes características: -Fácil de asimilar y manipular, –Económico, -sin necesidad de tener conocimiento ni experiencia de construcción y, -sin requerimiento de herramienta especializada para armarlo
Materiales, equipo y herramientas.

Materiales

- Tierra
- Cemento
- Agregados grueso
- Agregados finos

Equipo y Herramental

- Pala cuadrada.
- Serrucho o cierra circular para madera.
- Escuadra metálica.
- Martillo para carpintero.
- Clavos para madera de 2”.
- Nivel de gota.
- Hilo o cordel.
- Clavos para concreto de 2”.
- Cuchara de albañil o cualquier otra herramienta afín.
- Nivel de gota.
- Cubeta de 19 L.
- Cinta métrica.
- Marcador de tinta indeleble.
- Mazo de hule.

Requerimientos de la tarima de madera

- No esté rota.
- Floja, carencia de clavos.
- Podrida.
- Apolillada.
- Quemada.
- Severamente dañada en su estructura.
- Que sean de las mismas medidas, preferentemente.

Acondicionamiento de tarimas de madera:
Una vez seleccionados las tarimas, retirar las tablas superior e inferior de la tarima, enseguida cerrar los huecos que quedan en la tarima de tal forma que quede lo más hermético posible, esto incluye en los costados y por ambas caras de la tarima. Sí la tarima presenta algún “volado”, eliminarlo procurando que queden al mismo nivel, esta operación se realiza con la ayuda del martillo, el serrucho o cierra y la aplicación de clavos para madera de dos pulgadas. Una vez sellada la tarima, proceder a preparar la tarima para ser alojada en la base o dala de desplante, para esta actividad instalar una tabla que quede sobrada aproximadamente 10 cm, la cual permitirá instalarla. La parte superior debe quedar sin la tabla para que sirva como embone del siguiente nivel.

Instalación de tarima en muro:
Posicionar la tarima acondicionada con la tabla que dejamos sobrada, ensamblándola en la dala de desplante o base, pero debemos cuidar que esté alineada y nivelada lo cual lo podemos verificar con el apoyo del nivel de gota y el cordel, ambos nos sirven de referencia para asegurarnos que quede bien colocada. Con la ayuda del martillo aplicamos cuando menos tres clavos para concreto entre la tarima y la dala de tal forma que esta sujete a la tarima en la base, la siguiente tarima debe coincidir con la ya instalada, pero deberá cuidarse que quede lo mas pegada entre sí y después fijarla con clavos para madera de 2”, así repetir cuantas veces sea necesario hasta completar la primera línea del muro. A continuación colocar la siguiente línea de tarimas, como la primera línea ya estaba preparada para recibir las tarimas del segundo nivel, ahora solo ensamblar la tarima donde esta la preparación, pero cuidando en todo momento su nivelación y alineación, acto seguido se fija donde así lo permita con clavos para madera y repetir la operación hasta concluir. Una vez terminado el muro, asegurarse que la parte superior, donde va a ser colocada la dala de cerramiento, que esté sellada para evitar que al vaciar el concreto, este se precipite dentro de las tarimas.

Instalación de malla metálica:
Esta actividad es indispensable para permitir que la protección tipo pasta o mortero se fije perfectamente en la tarima. La malla sugerida es aquélla en forma de rombos pequeños; lo siguiente es clavarla en ambas caras del muro (interior y exterior) con clavos para madera de tal forma que quede bien sujeta, se recomienda aplicar cada 30 cm un clavo.
Para llevar a cabo la aplicación del recubrimiento utilizar la pasta o mortero con la siguiente proporción.

Material	Partes por volumen de cemento	Ejemplo
Cemento	1	1 pala de cemento
Arena	5	5 palas de arena
Agua limpia	Hasta consistencia de pasta	

Tabla 1 Relación de materiales empleados para la elaboración de la pasta

Mezclado de los materiales:
Iniciar el mezclado en seco de los materiales hasta que se incorporen los materiales, esto se realiza con la ayuda de la pala cuadrada. Con la misma pala crear un cráter al centro de la mezcla, la cual servirá para verter el agua necesaria de la mezcla en húmedo.
Mezclado en húmedo. Agregar tres cuartas partes aproximadas del agua medida justo al centro del cráter y proceder a mezclar e ir agregando poco a poco el agua restante hasta obtener una pasta con buena fluidez.

Aplicación de la pasta o mortero en el muro:
Con la ayuda de la cuchara de albañil o cualquier otra herramienta disponible y útil para este propósito aplicar la pasta o mortero en el muro, teniendo la precaución de sellar completamente las tarimas y que la capa de cobertura no sea mayor que 2 cm, siempre asegurándose que quede plano el muro, es decir evitar huecos o protuberancias. Esta pasta debe aplicarse en ambas caras, pero se recomienda sustituirla por yeso en la parte interior del muro.

Pruebas de resistencia a la compresión:
Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Tecnología del Concreto del Instituto de Ingeniería Civil de la UANL. Empleando para la aplicación de la carga un sistema que consiste en pistones hidráulicos de 150 ton montados sobre marcos de carga a partir de acero estructural, anclados a una losa de reacción. La losa tiene la capacidad de soportar una carga a tensión en cada grupo de anclas de 50 ton. La carga fue aplicada mediante un pistón hidráulico a una velocidad de 1 t/min. Las paneles de pruebas rellenados con tierra para ensayo presentaron las dimensiones de 0.1x0.9x1.8 m.



Figura 1 Modulo de tarima de madera sometidos a ensayes de resistencia a la compresión

Pruebas de comportamiento térmico:
Con el objetivo de estudiar el comportamiento de los muros propuestos, se realizo una serie de pruebas, consistentes en aplicar un flujo de calor constante a una pieza representativa del sistema de aproximadamente 100cm^3. El estudio se realizo en el Instituto Tecnológico de Saltillo, implementando un dispositivo conformado por una parrilla eléctrica con un área de contacto de 30x30cm, una tarjeta y programa de adquisición de datos Work Bench. El procedimiento aplicado fue, primeramente, cubrir la pieza con material aislante (colcha cerámica) de manera que solo quede descubierta las caras que están en contacto con la placa de calentamiento y su paralela. Aislado parcialmente la pieza, colocar los termopares en las caras descubiertas. Enseguida colocar el material problema en estudio sobre la placa de calentamiento e iniciar la prueba. El inicio de la prueba consiste en estabilizar el sistema, una vez alcanzada, continuar la recolección de la información por 24 horas. Finalmente, transcurrido el tiempo señalado retirar la pieza.

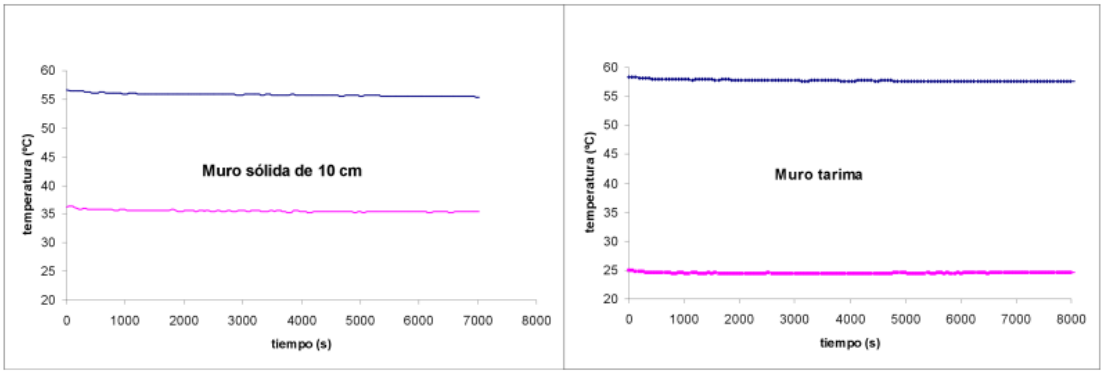


Figura 2. Comportamiento térmico de un muro sólido y muro de tarima de madera

Aplicación del sistema autoconstructivo en ciudad Juárez, Chihuahua:
Una vez desarrollado y evaluado el sistema constructivo, se procedió a la aplicación en un en la colonia La Conquista. La selección del lugar se realizo por la Dirección de Desarrollo e Infraestructura Urbana del municipio de ciudad Juárez. Proporcionada la persona, se procedió a la capacitación. La capacitación incluyendo a un grupo de usuarios potenciales y a personal de la Dirección de Desarrollo. La capacitación incluye, conocimiento básico de los materiales a emplear, acondicionamiento e instalación de tarima. Finalmente, cabe mencionar que la capacitación se realizo con personal técnico de la Corporación.


Figura 3. Aplicación del sistemas autoconstructivo para muro de tarima



Figura 4. Muro de tarima aplicado en la construcción de una vivienda en Ciudad Juárez, Chihuahua

Resultados y conclusiones

Desarrollo viable de un sistema autoconstructivo a partir de un material considerado de desecho industrial.

La prueba de resistencia a la compresión realizada alcanzo un promedio de 14 kg/cm^2 suficiente para cumplir ampliamente con las especificaciones de 5 kg/cm^2 especificado en la norma.

El costo por metro cuadrado instalado y con acabado es de $80.00 pesos mexicanos equivalente a 7.3 dólares. Lo anterior arroja un ahorro del 45% respecto al sistema constructivo de bloque de concreto.

La tierra cumplió con los siguientes objetivos, incrementar el comportamiento mecánico del sistema y generar un sistema con propiedades más aislantes respecto a los tradicionales.

El sistema propuesto presento un mejor aislabilidad térmica con referencia a la presentada por un muro con concreto celular con peso volumétrico de 1800 kg/m^3, lo que permite suponer que representa un sistema potencial para aplicarse en regiones con temperaturas extremas.

Bibliografía

1 *Diagnóstico Integral de la Frontera Norte*, El Colegio de la Frontera Norte. México. 2004.

2 ROMERO N. Lourdes, HERNÁNDEZ R Mauricio y ACEVEDO D Jorge, “Vivienda y autoconstrucción. Participación femenina en un proyecto asistido” En: Frontera Norte. El Colegio de la Frontera Norte. México.2005.107-131.

Jorge L Acevedo D

Dr en Metalurgia, Subgerente de Investigación y Desarrollo en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV. Líneas de investigación, diseño y evaluación de mezclas de concreto a partir de materiales considerados desechos domésticos e industriales, así como en el diseño y evaluación de elementos autoconstructivos para población de bajos recursos y rurales. Presentación de conferencias en foros nacionales e internacionales así como de artículos.

Horacio H Villarreal M

MC en Metalurgia, director del área de transferencia de tecnológico en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV formador de varios grupos de investigación entre ellos, el de vivienda, cuenta varias patentes nacionales e internacionales. Presentación de conferencias en foros nacionales e internacionales.

José A Lazcano P

Director General de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV. Líneas de trabajo, fundición

Mario F Trejo A

MC en Materiales, gerente de Desarrollo Tecnológico en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV. Líneas de trabajo, desarrollo de materiales. Presentación de conferencias en foros nacionales e internacionales.

Perla E García C

Dr en Materiales, Investigadora por parte de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Líneas de investigación en el área de cemento y simulación de comportamiento de sistemas constructivo. Perteneciente al Sistema Nacional de Investigadores. Nivel I del CONACYT.

6.2

PROTOTIPO GLOBAL DE EXPERIMENTACIÓN

Proyecto Hornero - Alejandro Ferreiro *
Facultades de Arquitectura y Facultad de Agronomía, Universidad de la República– Uruguay
Bulevar Artigas 1031, Montevideo – Tel. (+5982) 400 1106
Correo electrónico: proyectohornero@adinet.com.uy
Web: www.proyectohornero.itgo.com – www.bloghornero.blogspot.com

Palabras clave: ecotecnologías – sistematización – replicabilidad

Resumen
Proyecto Hornero es un grupo interdisciplinario que aborda la construcción con materiales naturales y el manejo sustentable de la energía. Surgió en mayo de 2002 a iniciativa de estudiantes de Agronomía y Arquitectura de la Universidad de la República (UdelaR), respondiendo a la situación generada por el tornado que destruyó las viviendas de unos 1500 productores de Joanicó, zona granjera del sur de Uruguay.

En un marco de investigación-acción el proyecto indaga en la utilización de materiales naturales de fácil acceso y ecotecnologías de fácil implementación en un medio rural deprimido, buscando soluciones nuevas y viables a los problemas de calidad habitacional en dicho contexto. La investigación conjuga además, la adecuada captación y utilización de la energía solar y la depuración de los efluentes sanitarios mediante un sistema natural de tratamiento.

El eje del proyecto es la construcción de un Prototipo Global de Experimentación (PGE) que se ubicará en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía también afectada por el tornado. El PGE será un modelo vivo de las técnicas constructivas ensayadas y una herramienta de vinculación y transferencia bidireccional de conocimientos entre el saber popular y el ámbito académico. Se busca revalorizar y enriquecer técnicas utilizadas tradicionalmente y reafirmar su transferencia generacional. Se entiende imprescindible la generación de este ámbito de comunión de saberes, que permitirá la apropiación y posterior replicabilidad de los métodos ensayados en distintas esferas.

El PGE será utilizado como alojamiento y espacio de reunión para estudiantes y productores de la zona. Tendrá un área aproximada total de 270 m2 construidos. La Estación Experimental donde se implantará el proyecto no cuenta en la actualidad con una infraestructura similar.

El inicio de la construcción fue en abril de 2005 y actualmente comenzaron las jornadas de transferencia tecnológica: se busca describir en esta ponencia el avance obtenido en la etapa de obra a mayo de 2006 haciendo énfasis en el trabajo de transferencia y en los resultados y problemas de la metodología propuesta. El proyecto cuenta con financiación del Programa de Desarrollo Tecnológico desde marzo de 2004 hasta mediados de 2006.

Prototipo Global de Experimentación

"No son las técnicas, sino la conjugación de hombres e instrumentos lo que transforma una sociedad"
Octavio Paz

El eje del proyecto es la construcción de un Prototipo Global de Experimentación (PGE) que se ubicará en la Estación Experimental Centro Regional Sur (CRS) de la Facultad de Agronomía, al norte de la ciudad de Progreso[1] en Canelones, Uruguay. El PGE como prototipo articula diversas técnicas constructivas y permitirá el ensayo y monitoreo de su funcionamiento global. Dentro de estas técnicas se desarrollan mampuestos y elementos *prefabricados* de fácil producción como los paneles de tierra alivianada. La construcción optimizará el uso activo y pasivo de la energía solar e incorporará materiales vivos a la

construcción como lo son el techo verde y el sistema natural de tratamiento de agua. Es objetivo del proyecto, la génesis de estos espacios vivos: tanto la presencia de futuros árboles nativos como el humedal artificial del sistema de tratamiento de agua, constituyen un impacto ambiental positivo en un medio con severas carencias sanitarias.

Para la realización del anteproyecto se manejaron diferentes condicionantes que provenían tanto de aspectos operativos como aspectos económicos. El uso de materiales del lugar[2], la construcción con mano de obra no calificada, la poca incidencia visual del edificio en el entorno y la dificultad para obtener fondos marcan las decisiones en todas las etapas del proyecto. El diseño fue elaborado por estudiantes de arquitectura en base a un programa definido en conjunto con estudiantes de agronomía, y asesorados en algunos aspectos técnicos por docentes de la Facultad de Arquitectura.

El PGE tiene una superficie cubierta de 275 m2 en dos niveles y los espacios exteriores adecuados para su funcionamiento. El programa incluye el alojamiento para treinta personas, un salón de reuniones de 50 m2, una sala de lectura, un espacio para la muestra permanente del proceso del proyecto, servicios higiénicos y cocina. El anteproyecto también incluye el tratamiento de las aguas negras antes mencionado, un plan de forestación con árboles nativos, el uso paisajístico del tajamar existente, y la posibilidad de utilizar energías alternativas como la solar o eólica. Actualmente el CRS carece de una infraestructura similar.



Fig. 1: Ubicación, planta baja y perspectiva general del Prototipo Global de Experimentación

A fines del 2005 y a consecuencia de varios obstáculos administrativos, financieros y operativos[3] se decide dividir el prototipo en dos etapas constructivas: la primera que incluye la zona de alojamientos y la segunda etapa que completa el proyecto en su totalidad, agregando el salón y la zona de servicios. Actualmente su construcción se está realizando en prácticas grupales, formadas por actores del medio rural local y del académico.

Los muros interiores de la primera etapa se están realizando en tierra alivianada colocada apisonada en encofrado, fajina o bahareque, bloques de tierra alivianada y paneles de tierra alivianada, los muros exteriores se realizarán de adobe y de tierra alivianada apisonada. Todos los cerramientos exteriores se protegerán de la acción de la lluvia mediante elementos de diseño como ser aleros o pavimentos, o bien mediante la protección con impermeabilizantes naturales. A partir de ensayos de campo, ensayos de laboratorio[4] y la elaboración de piezas de prueba se determinaron dosificaciones para la elaboración de adobes y bloques de tierra alivianada. El planteo original del proyecto era realizar todos los muros exteriores en adobe[5] pero ante el retraso y los obstáculos mencionado anteriormente se sustituyeron parcialmente por tierra alivianada ya que tienen una velocidad de ejecución sensiblemente mayor y no requiere el área de moldeado y secado que se necesita para elaborar adobes.

Técnica	Peso (kg)	Dimensiones (cm)	Densidad (kg/cm3)	Observaciones
Adobe	6.0	30 x 15 x 10	1500	
Paneles de tierra alivianada	12.0	45 x 45 x 15	600	Paja de trigo
Bloques de tierra alivianada	9.0	50 x 20 x 15	600	Paja de trigo
Bloques de tierra alivianada	7.0	50 x 20 x 15	500	Viruta

Tab. 1: Registros primarios de piezas elaboradas en 2005 en base a cinco muestras seleccionadas de cada componente. Los adobes se ensayarán en laboratorio para cuantificar su resistencia a compresión.

El PGE tiene dos propuestas de cubierta sobre estructura de madera, una de techo verde y otra de chapa metálica con aislación de tierra alivianada. La opción de construir un techo verde en la primera etapa deriva de su adaptación al entorno ya que genera un plano casi continuo de verde minimizando el impacto visual. Se decidió investigar sobre este tipo de cubiertas, ya que en Uruguay hay pocas experiencias. Las ventajas de estas cubiertas son el ahorro energético en acondicionamiento térmico, el confort humídico interior y la no generación de escombros, además las pasturas son el bioma predominante del territorio uruguayo y sin embargo hay pocas experiencias de utilización de gramíneas como solución constructiva y estética para el cerramiento superior en ese medio. La cubierta de chapa cuenta con una aislación de tierra alivianada que funcionará como protección térmica y generará mayor peso frente a la acción del viento. Esta cubierta será realizada en la segunda etapa del proyecto.

A nivel de acondicionamientos, se comenzó a investigar el uso de plantas emergentes para el tratamiento sanitario. Estas plantas, en su mayoría autóctonas del Uruguay, sembradas en canales serán las responsables de la depuración de los efluentes sanitarios. La materia orgánica que contiene el agua entra al sistema, se transforma en biomasa vegetal, y las condiciones en que esa agua es devuelta al medio la hacen apta para ser utilizada en riego o para ser reutilizada en el llenado de cisternas de inodoros. Los sistemas naturales que se están analizando para este proyecto son del tipo de *sistema de flujo subterráneo*, en los que todo el flujo se canaliza bajo la superficie[6]. Este sistema será puesto a funcionar en la segunda etapa de construcción.



Fig. 1: Técnicas de muros utilizados en el Prototipo: paneles de tierra alivianada, fajina, adobes y tierra alivianada en encofrados – mayo de 2006

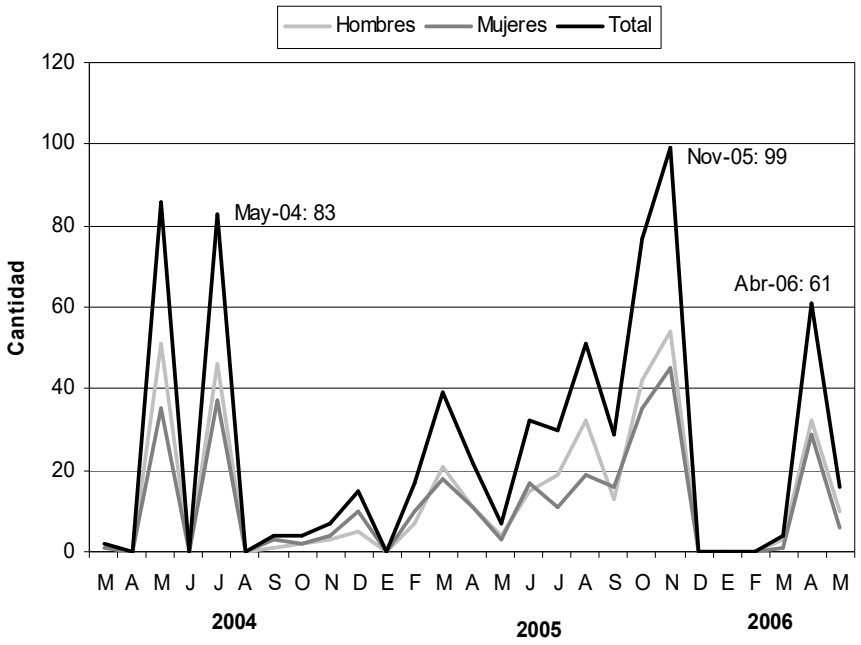
Transferencia

El Proyecto se estructura en cinco fases de trabajo: la primera de investigación y exploración, la segunda consiste en la construcción del Prototipo Global de Experimentación, la tercera de transferencia tecnológica, la cuarta de sistematización de procesos y monitoreo de resultados, y la quinta la difusión de la experiencia y sus conclusiones. Actualmente se están desarrollando la fase dos y tres simultáneamente.

Desde el año 2002 se están realizando jornadas prácticas sobre construcción en tierra organizadas por Proyecto Hornero en el Centro Regional Sur. A partir de la financiación que

obtuvo el Proyecto se comenzó a trabajar en jornadas que pudieran incorporar un número importante de personas. Estas jornadas buscan consolidar un equipo de trabajo en obra, lo más homogéneo posible en conocimientos teóricos y prácticos, dar difusión al proyecto[7] y crear una base de datos de interesados en el tema de la construcción con materiales naturales para ser convocados a participar de la obra.

La metodología teórica planteada al inicio del proyecto, se basa en la acción participativa para convertir la experiencia en un laboratorio abierto, generando eslabones en la cadena formada por el equipo de investigación, productores rurales y estudiantes, para realizar la transferencia y su posterior replicabilidad. La metodología de grupo genera un compromiso basado en la cooperación y el reconocimiento de los saberes y revalorizar la posible experiencia de los participantes. Este saber será confrontado con referentes teóricos de modo de desafiar y cuestionar, posibilitando un análisis crítico de los mismos. Esto no implica que esos conocimientos tengan que ser cambiados. Si lo son, será como consecuencia del aprendizaje y no por imposición.



Tab. 2: Participación en jornadas prácticas período marzo 2004 - mayo 2006. Los picos de participación coinciden con los talleres realizados en mayo, julio y diciembre de 2004 y en octubre y noviembre de 2005.

El espectro de acción e investigación, desde un extremo estará alimentado por el conocimiento científico retrovertido en técnicas, y del otro, por el conocimiento empírico acumulado, sintetizando ambos. En relación a los procesos se busca ser sistemático, en forma progresiva y planificada, articulando adecuadamente contenido y forma; generando momentos de evaluación periódicos. Se busca usar técnicas que estimulen la participación activa, la expresión individual y grupal y que se comprenda que el proceso de transferencia no es una aplicación de recetas sino un momento de reflexión para encontrar los porque. Se considera que esto promueve la apropiación de la experiencia y con ello, la posibilidad de convertirla en herramienta de análisis y transformación de las propias prácticas. Esta metodología está siendo puesta a prueba para verificar los aciertos y errores de aquellos enunciados teóricos.

La transferencia de las técnicas utilizadas, apuntaba originalmente a la replicabilidad del sistema en la población afectada por el tornado en el año 2002. Aunque si bien la situación de emergencia, a cuatro años, ya no existe como tal, se mantiene esta hipótesis como

método de trabajo. Uno de los sectores al que se pretende llegar es a la población demandante de vivienda en la zona, apoyado en la experiencia del CRS en proyectos de extensión local.

El proyecto no ha logrado involucrar activamente a la población local (Progreso, Joanicó y Las Piedras). En las etapas previas a la construcción se habían realizado charlas en la ciudad de Progreso que convocaron a productores rurales, ediles locales y miembros de organizaciones sociales de distintos asentamientos irregulares de la zona. Se considera que la principal falla radica en no haber explotado al máximo las redes de comunicación que el CRS tiene en la zona. Desde fines del 2005 la Intendencia Municipal de Canelones ha manifestado su apoyo a este Proyecto y se espera que a través de su área social se convoque a la población que habita en asentamientos irregulares para participar de las jornadas de transferencia. La Intendencia además brindaría apoyo logístico para permitir el traslado físico de estas personas hasta el CRS. La coincidencia de objetivos con dicha Comuna, ha permitido que el proyecto se incorpore a las prioridades de actividades con la población. Por lo tanto, habrá una segunda etapa del proyecto, que se iniciará luego de cumplida la fase actual, que permitiría consolidar la transferencia tecnológica en forma permanente trascendiendo el proyecto inicial, y la adopción del PGE como centro de referencia para la realización de actividades sociales que extenderán la práctica hacia la sociedad. Hasta el momento, esto no se ha concretado.

Jornadas 2004 [8]		Jornadas 2005	
Cantidad de jornadas:	3	Cantidad de jornadas:	6
Total de participantes:	165 personas	Total de participantes:	109 personas
Distribución por sexo:	Mujeres 40% Hombres 60%	Distribución por sexo:	Mujeres 54% Hombres 46%
Promedio de edad:	32 años	Promedio de edad:	31 años
Distribución por origen:	Montevideo: 87% Canelones[10]: 10% Maldonado: 3%	Distribución por origen:	Montevideo: 86% Canelones[9]: 8% Otros departamentos: 3% Extranjeros: 3%
Formación:	Estudiantes: 38% Construcción: 6% Profesionales: 6% Tareas rurales: 8% Otras actividades[10]: 42%	Formación	Estudiantes: 53% Construcción: 10% Profesionales: 10% Tareas rurales: 8% Empleados: 8% Artesanos: 5% Comerciantes: 3% Formación técnica: 3%

Tab. 3: Participación en jornadas prácticas período marzo 2004 - mayo 2006. Datos de participantes.

En los hechos, la participación actual en las jornadas tiene sus puntos fuertes en los períodos donde se realizan cursos sobre temas o técnicas concretas, con un promedio de 60 personas por jornada (véase Tabla 2). Se detecta esa necesidad de información y espacios donde se pueda aprender y aprehender sobre la construcción con tierra. El resto de las actividades, nuclean un promedio de 12 personas. Estas actividades que se están desarrollando actualmente, no se centran en un tema en particular sino que abarcan múltiples tareas meramente prácticas donde la justificación teórica de los *porque* de las tareas, va surgiendo al ritmo de ejecución de éstas al aparecer interrogantes de ejecución y dudas constructivas. Las actividades de participación son realizadas los días sábado con una carga horaria de entre 6 y 8 horas de trabajo, no tienen costo alguno para los participantes y son abiertas a todos los interesados en el tema.

Se está registrando y actualizando permanentemente la base de datos de los participantes (véase Tabla 3). Analizando esta información, se puede ver claramente que en las jornadas

no hay una paridad total en la participación de ambos géneros pero que las actividades están permitiendo la integración de hombres y mujeres por igual a las tareas. Se trabaja con una población relativamente joven: la mayor parte de los participantes se ubica en el tramo de edad de entre los 21 y 40 años.

Si bien gran parte de los participantes se dedican a actividades que no están relacionadas con la construcción o a la arquitectura, es de destacar la participación de estudiantes y profesionales de esta área como posibles referentes durante el proceso, por su previa acumulación de conocimiento en la materia. Igualmente el proceso de transferencia tecnológica está permitiendo la apropiación del conocimiento también a quienes no estén vinculados al área de construcción, por lo que el no tener un determinado bagaje de conocimiento no significa una dificultad a priori.



Fig. 2: Jornadas de transferencia en el Centro Regional Sur - noviembre 2005

La gran mayoría de los participantes son residentes de Montevideo, al contrario de lo esperado, no es la población de la zona la que se ha integrado en mayor medida a la propuesta. En primer lugar cabe cuestionar la capacidad del Proyecto de poder dar respuesta a las necesidades de la zona. Por otro lado, esto exige tener en cuenta dos aspectos: la mayor dificultad de traslado de los actuales participantes quienes provienen del área metropolitana y que se está trabajando con población que en su gran mayoría reside en zona urbana. Aunque han participado esporádicamente en algunas jornadas los productores de la zona, y se ha mantenido un vínculo de contactos para las próximas instancias la expectativa inicial no se concretó aún.

En este mismo sentido, es que se define como prioridad contactarse nuevamente con organizaciones locales, para analizar conjuntamente el proyecto y posibles coordinaciones. Con esto se busca un mayor enclave del proyecto en la realidad local. También cabe destacar, la importante participación y apoyo demostrado con la integración en las jornadas, de entidades como la Escuela de Construcción y docentes y estudiantes de la Facultad de Arquitectura y de colectivos como la Red de Huertas. A esto se debe agregar la concreción del vínculo con la Intendencia de Canelones mencionado anteriormente.

Hasta junio de 2005, las actividades prácticas se basaban en producir distintas piezas a modo de ensayo para ajustar dosificaciones para la elaboración de adobes y bloques de tierra alivianada y en forma paralela se realizaron ensayos en el Laboratorio del Instituto de Construcción de la Facultad de Arquitectura. A partir de junio del mismo año, se comenzó la etapa de cimentación.

A fines de 2005 se realizaron dos cursos cortos consecutivos; los días 8, 15 y 22 de octubre sobre producción de adobes y los días 29 de octubre, 5 y 12 de noviembre sobre tierra alivianada con las variantes de bloques, paneles y encofrado. Ambos cursos fueron estructurados en dos partes. La primera parte de información técnica de los procedimientos constructivos a experimentar, evaluando sus características para la construcción, su

valoración del punto de vista de la aislación térmica, su incidencia en el ahorro energético, y su apropiación como técnica para la autoconstrucción. La segunda parte se basó en la realización práctica con materialización de los componentes y ensayo de puesta en obra. En todos los casos se otorgó material gráfico elaborado especialmente para estos talleres.



Fig. 3: Avance de la construcción de la etapa 1 (zona de alojamiento) - abril de 2006

También desde noviembre de 2005 se comenzó el trabajo diario de lunes a viernes con un capataz de obra y el apoyo de personal de la Intendencia Municipal de Canelones[11]. La participación del equipo de investigación cumple el rol de dirección de obra y la coordinación de tareas, materiales y transporte para las actividades de los días sábado. Actualmente se está en pleno proceso de ejecución de muros y techo verde.

Desde abril de 2006, con la etapa de cimentación y estructura de madera concluidas, las jornadas alcanzan uno de los objetivos planteados inicialmente: la transferencia de tecnología se produce en obra construyendo el modelo a escala 1:1, se produce entonces el Prototipo Global de Experimentación y se concreta el hecho de que "(...) la transferencia no se genera una vez acabada la construcción del prototipo, sino que comienza durante el proceso de ejecución (...)"[12]

Notas y citas

[1] El Centro Regional Sur se encuentra a 35 km. de la ciudad de Montevideo. Centro Regional Sur: Camino Folle Km. 35.500 s/n Progreso, Departamento de Canelones, Uruguay. Telefax: (+5982 3689913 – 368 9914). Correo electrónico: crs@fagro.edu.uy. Web: http://www.fagro.edu.uy/crs

[2] El PGE está siendo construido con materiales disponibles en el medio local, requiriendo por lo tanto un mínimo de energía para su extracción y traslado, aunque no en todas las situaciones fue posible mantener esta postura – véase el caso del traslado de la madera estructural más adelante.

[3] Como impactos negativos sobre el cronograma se presenta el retraso en la ejecución, pero también la desmotivación de un grupo de colaboradores voluntarios, dada la necesidad de tareas adicionales de gestiones y operativos que no estaban previstos - léase falta de cumplimiento del acuerdo por parte de la Facultad de Agronomía en cuanto al suministro de la madera estructural, que obligó a buscar otros actores que la suministraran en forma de donación. Esta madera no estaba calculada en el presupuesto original como tampoco estaban previstos gastos importantes en cuanto a transporte de madera aserrada desde la Estación Experimental Bañado Medina (400 km. aproximadamente al noroeste de Canelones), que finalmente este Proyecto tuvo que asumir. La obtención de la madera estructural se retrasó un año más de lo esperado, al no ser proporcionada por la Facultad de Agronomía. Desde marzo de 2005 se realizaron gestiones para su obtención sin modificar los presupuestos originales. La madera utilizada finalmente fue donada al Proyecto por parte de la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE). La ubicación de estos postes se encontraba a más de 200 km. de la ciudad de Progreso por lo que para su traslado, en noviembre de 2005, se coordinaron acciones entre Proyecto Hornero, Ministerio de Transporte, UTE, Administración de Ferrocarriles del Estado (AFE) y el Ejercito Nacional. La disminución de las frecuencias de transporte en determinados períodos para el traslado de los participantes hasta el lugar, también incidió en inconvenientes para el cumplimiento de algunas tareas y el consecuente retraso de cronograma. A pesar de estos inconvenientes se está cumpliendo los objetivos de materialización del PGE y la realización de jornadas de transferencia tecnológica. El ser parte de un organismo como la Universidad de la República y estar vinculado con otras instituciones públicas se reconoce

como una gran oportunidad pero también como una limitante al depender de ritmos que muchas veces son más lentos que los esperados.

[4] Los análisis de granulometría, y la determinación de los Límites de Atterberg se realizaron según Normas Unit 142:60, 143:60, 144:60. Los ensayos de compresión se realizaron según Norma Unit 127:58 de ensayo de ladrillos a compresión en el Laboratorio del Instituto de Construcción de la Facultad de Arquitectura.

[5] Las razones para la elección de la técnica de adobe habían sido la disponibilidad de tierra apta para esta técnica, la facilidad de elaboración de las piezas que pueden realizarse en serie y con mano de obra no especializada.

[6] "(...) Se considera que entre las plantas posibles de ser utilizadas, la más adecuada para el caso que nos ocupa es la totóra (...) Los sistemas de flujo subterráneo, que son la alternativa ambientalmente más adecuada para la depuración de efluentes en el área rural del Uruguay (...)". Extraído de "Jardín de Totoras" : Aramis Latchinián - CEADU, Montevideo – 22 páginas

[7] En 2003 y 2004 se realizaron varias presentaciones del Proyecto dirigido a distinto público: a estudiantes en Facultad de Agronomía y Arquitectura, a productores rurales y actores del medio local en Progreso, y entrevistas en distintos medios de prensa escrita, radial y televisada local y nacional. Hasta el día de hoy este recurso se sigue utilizando para dar difusión a determinadas actividades concretas.

[8] Los datos de edades, origen y actividad del año 2004 se basan principalmente en la jornada del día 24 de julio.

[9] Se incluye Ciudad de la Costa.

[10] Sin discriminar: empleados, artesanos y comerciantes

[11] No están considerados en la Tabla 1

[12] Este es uno de los objetivos planteados por el Proyecto en su solicitud de financiación en el año 2003

Bibliografía:

ETCHEBARNE, Rosario; PIÑEIRO, Gabriela; BEASLEY Ana. *Manual de Construcción Con Adobe.* UdelaR, Facultad de Arquitectura, Salto.1997.
LATCHINIAN, Aramis. *Jardín de Totoras*. Ceadu, Montevideo - Año: s/d
MINKE, Gernot. *Manual de Construcción en Tierra*. Nordan Comunidad, Montevideo.1994.
FREIRE, Paulo. *¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural*. Argentina Editores, Buenos Aires, Siglo XXI.1973
GILBOA, Felicia. *El desarrollo de tecnologías adecuadas en Uruguay*. S/edic. s/fecha.
FERRANDO, Jorge. *Reflexiones sobre educación popular.* S/edic. s/fecha.
KRUK, Walter; DI PAULA, Jorge. *La transferencia tecnológica.* S/edic. s/fecha.

Proyecto Hornero

Autor del artículo: Arquitecto Alejandro Ferreiro
Corrección: Bachiller Leticia Martí
Proyecto Hornero es un grupo interdisciplinario integrado por estudiantes y docentes de Agronomía, Arquitectura, Ciencias y Trabajo Social de la Universidad de la República (UdelaR - Uruguay). Está formado desde el año 2002 a iniciativa de la Asociación de Estudiantes de Agronomía y del Centro de Estudiantes de Arquitectura.
En el año 2002 el Proyecto obtiene el reconocimiento por parte de los Consejos de la Facultad de Arquitectura y de Agronomía y de la Dirección General de Arquitectura (UdelaR). En diciembre de 2003 se obtiene la financiación por parte del Programa de Desarrollo Tecnológico perteneciente al Ministerio de Educación y Cultura de Uruguay. En mayo de 2004 se integra a Proterra en calidad de Institución Amiga.
Desde el comienzo de sus actividades ha realizado diferentes presentaciones y actividades de práctica y difusión en Facultad de Agronomía (2002, 2003 y 2004), Facultad de Arquitectura (2003 y 2004), Club Progreso (2003 y 2004) y Centro Regional Sur (2004, 2005 y 2006).
Se presenta en ponencias de extensión, educación e investigación como las Jornadas de Extensión de la Federación de Estudiantes Universitarios del Uruguay (Montevideo, 2002), las Jornadas de Extensión y Relacionamiento con el Medio organizada por la Facultad de Arquitectura (Montevideo, 2003), el 6º Evento de Arquitectura en Tierra (Montevideo, 2003), el Primer Foro Montevideo de Educación (Montevideo, 2004), el Encuentro Nacional de Estudiantes de Agronomía (La Paloma, 2004), el Encuentro Nacional de Ladrilleros (Florida, 2004), el III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (Tucumán, 2004) y la Mesa Redonda sobre arquitectura sustentable en el Centro Cultural de España (Montevideo, 2004).
Ha realizado difusión de sus actividades en diversos medios de prensa local y nacional (2003: CX 50 Radio Independencia, Canal 4 y Canal 10 de Montevideo, Diario Hoy Canelones, Diario El Observador, AM 1470 Radio Cristal de Las Piedras, 1410 AM Libre, CX 30 Radio Nacional; 2004: Revista Trazo, AM 1470, Radio Canelones, Canal 4, AM 690 Radio Sarandi, Diario El Telégrafo de Paysandú, Diario El País; 2005: TV Libre, 1410 AM Libre; 2006: CX 14 Radio El Espectador, Radio Canelones).

Integrantes del equipo de proyecto e investigación:
Responsable científico: Arq. José Luis Mazzeo
Asesor en construcción en madera: Arq. Maria Calone
Asesor en estructura: Arq. Orlando Lassus
Asesor en acondicionamiento sanitario: Ing. Civil Juan Sanguinetti
Ayudantes de investigación: Arq. Alejandro Ferreiro (mayo-octubre 2004), Bach. Javier Márquez (julio-diciembre 2005) y Arq. Leticia Mato (julio-diciembre 2005)
Ayudantes honorarios: Bach. Marcio Aliscan, Bach. Daniel Cal, Lic. Inti Carro, Bach. Candelaria de Tomaso, Bach. Marianne Fellitti, Bach. Clara Márquez, Bach. Leticia Martí, Bach. Lorena Martínez, Bach. Jonathan Núñez, Bach. Fernanda Rissotto y Bach. Irene Rivoir
Capataz de obra: Sr. Nelson Santana

6.2

APORTES A LA TECNOLOGIA PARA LA FABRICACIÓN DEL B T C

Fernando L. Galíndez
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Católica de Salta
Av. Entre Ríos 451–P.A.-Tel-Fax 0387-4214537
ecosol@ucasal.net; pfestudio@uolsinectis.com.ar

Palabras clave: tierra - cemento - presión

Resumen
Esta investigación está orientada al análisis y validación de técnicas de fabricación de Bloques de Tierra Comprimida, para el caso de suelos arcillosos.
Objetivos Generales
Aportar al desarrollo de la tecnología para la fabricación de BTC, basada en una investigación de los materiales componentes, la dosificación y los procesos de fabricación.
Objetivos Específicos
Optimizar el procedimiento de fabricación para lograr las mejores cualidades mecánicas posibles con el menor costo, en los mampuestos en que el componente suelo este constituido por arcillas, sin aumentar la cantidad de cemento, ni agregar arena.

METODOLOGÍA
Hipótesis Sustantiva:
Se pueden fabricar mampuestos comprimidos de suelo-cemento con suelos arcillosos y obtener comportamientos físicos y mecánicos recomendables, adicionando un 5% de cemento en peso del mampuesto y aplicando presión de compactación adecuada, teniendo en cuenta la teoría de Proctor y racionalizando el sistema de curado.

VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES		TIPO DE SUELO
		PRESIÓN AL COMPACTAR
		MÉTODO DE CURADO
VARIABLES DEPENDIENTES	PROPIEDADES FISICAS	ABSORCIÓN DE AGUA
	PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA COMPRESIÓN
		RESISTENCIA ABRACIÓN

PROCEDIMIENTOS

a) Se hizo la clasificación de suelos, según la Norma Iram 10509, tratando de contar con un suelo arenoso y otro arcilloso, a fin de establecer comparaciones.
b) En los 2 tipos de suelos seleccionados, se determinó por medio del ensayo tipo Proctor (energía aplicada por presión no por golpes), el contenido óptimo de humedad, para obtener el máximo peso unitario seco, variando la energía, 2 kg/cm2 (presión que se estima se obtiene con la máquina SIMVA-RAM), 3 kg/cm2, 4kg/cm2 y 5 kg/cm2.
c) Ensayos para la determinación de la resistencia a la compresión. Se hicieron dos series de ensayos de treinta probetas cada una. En cada serie se hicieron lotes de tres probetas con cada uno de los tipos de suelo. Primero se ensayaron las probetas testigos, con 10% de cemento y 2kg/mc2 de presión de compactación. Luego se ensayaron las restantes, realizadas con 5% de cemento y variando la presión: 2 kg/cm2, 3 kg/cm2, 4 kg/cm2 y 5 kg/cm2.

De estos ensayos se pudo comprobar que la resistencia de las probetas fabricadas con el 5% de cemento, creció aproximadamente en forma lineal con el aumento de la presión de compactación, llegando en las probetas de suelo arcilloso, a la resistencia de las probetas testigo con 10% de cemento. De esta manera quedaría probada la hipótesis.
Como la presión obtenida con las máquinas manuales, tipo SINVA-RAM, es de 2 Kg/cm2 cómo máximo y no se la puede variar controladamente, la investigación incluyó el desarrollo de una máquina manual, modificada, donde la presión se obtiene mediante un mecanismo hidráulico, que nos permite controlar la presión, pudiendo llegar a valores de 11Kg./cm2, para mampuestos de 15x30 cm.

Desarrollo

FUNDAMENTOS

Generalmente para la fabricación de los BTC se considera que las tierras con mucho contenido de arcillas no son aptas, debido a que para obtener resistencias aceptables se debe adicionar mayor cantidad de cemento que a las tierras arenosas. Esto se refleja por ejemplo en las Normas IRAM que especifican que para la fabricación de suelo cemento en caso de suelos arcillosos adicionar hasta el 15% de cemento. Debido a esto quedan excluidos en la fabricación de BTC, grandes cantidades de suelos, al menos que tengamos la posibilidad de adicionarlos con arenas o lo que es peor con mayor cantidad de cemento. Esto a su vez implica mayores costos económicos y ambientales.

OBJETIVOS

Objetivo General

Aporte al desarrollo de la tecnología para la fabricación de BTC, basada en una investigación de los materiales componentes, la dosificación y los procesos de fabricación.

Objetivos Específicos

Mejorar la calidad de los BTC, en los que el componente suelo este constituido por arcillas, sin aumentar la cantidad de cemento, ni agregar arena.
Desarrollo de una máquina manual para compactar los bloques, a presiones mayores que las que se usan actualmente y con indicadores para controlar dicha presión.

PROPÓSITO

Contribuir a la difusión del Bloque de Tierra Comprimida, como una alternativa válida para la construcción de edificios, que reúne cualidades de un material sustentable, con un comportamiento físico y mecánico recomendable.

MARCO TEÓRICO

La formación del suelo deviene de la desintegración de la roca madre, formado una capa de sección variable encima de ella. Considerando que el suelo es un complejo de tres fases (sólida, líquida y gaseosa), en su fase sólida está compuesto por partículas de variados tamaños. Las de mayor tamaño son fracciones de rocas con todos los componentes de esta, los intermedios generalmente minerales que componen las rocas. Ambos se pueden considerar elementos inertes. Pero no es así con las partículas minerales más pequeñas, sobre todo las arcillas, ya que son elementos activos. Las arcillas son plásticas, cambian de volumen y son aglomerantes. Este comportamiento lábil de las arcillas frente a la presencia de agua las hace peligrosas desde el punto de vista constructivo, de allí la necesidad de estabilizarlas.
La acción que produce el cemento es doble, por un lado es un poderoso conglomerante de partículas y por otro lado, debido al Hidrato de Calcio que se genera ante la combinación con el agua, libera Iones de calcio que estabilizan a la arcilla al robarle moléculas de agua contenidas entre sus laminillas. El resultado de este proceso es la disminución de la porosidad y de la plasticidad y el aumento de la resistencia y de la durabilidad.
Respecto a la reacción de los suelos finos con mucho contenido de arcillas (CL – CH), debemos tener en cuenta que el tamaño de la mayoría de las partículas de arcillas es menor

que las de cemento, por lo tanto una vez hidratada la mezcla, tenderán a unirse primero las partículas de arcillas entre sí para luego ser captadas por las mayores de cemento.
En cuanto al comportamiento del suelo húmedo frente a la compresión no drenada se considera que existe una cantidad de agua óptima en función del tipo de suelo y la energía a aplicar. Esto se debe a que el agua actúa como lubricante entre las partículas, pero al no drenarse, cuando se satura la mezcla pasa a ser incompresible (1933, R.R. Proctor).

METODOLOGÍA
La investigación se desarrolló en los siguientes ámbitos:
En el Laboratorio de ensayo de Suelos y Materiales, de las Facultades de Ingeniería y Arquitectura de la U.C.S, realización de todos los análisis y ensayos necesarios.
En campo, selección de distintos tipos de suelos.
En gabinete, análisis y elaboración de los datos e informes.

Hipótesis Sustantiva:
Se pueden fabricar mampuestos comprimidos de suelo-cemento y obtener comportamientos físicos y mecánicos recomendables, con cualquier tipo de suelos granulares (arenas) o finos (incluyendo arcillas), exceptuando los con alto contenido de materia orgánica (sobre todo los suelos ácidos) y/o sales que afecten las reacciones químicas del cemento, solamente adicionando un 5% de cemento en peso del mampuesto, aplicando presión de compactación adecuada según el tipo de suelo, mayor para los suelos arcillosos,(teniendo en cuenta la teoría de Proctor) y racionalizando el sistema de curado.

Hipótesis de Trabajo:
Si se fabrican mampuestos comprimidos de suelo-cemento, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:
Clasificando correctamente los suelos, determinando los tipos de arcillas en cada uno de ellos.
A los suelos con contenido de arcillas (CH o CL), aumentar la presión de compactación, a fin de lograr un aumento en el peso unitario seco, considerando la humedad óptima, en función a la energía a aplicar, para así lograr el mayor acercamiento entre partículas (Proctor).
Teniendo especial cuidado en la etapa de curado del mampuesto, usando como método de curado, el cubrir el tendal de mampuestos con una película de polietileno, lo más herméticamente posible a fin de evitar las filtraciones de viento, durante 7 días.
Se obtendrán comportamientos físicos (absorción de agua) y mecánicos (resistencia a la compresión y a la abrasión hídrica) recomendables, con cualquier tipo de suelos granulares (arenas) o finos (incluyendo arcillas), exceptuando los con alto contenido de materia orgánica (sobre todo los suelos ácidos) y/o sales que afecten las reacciones químicas del cemento, solamente adicionando un 4% de cemento en peso del mampuesto.
Se establecen las variables independientes y dependientes. Dentro del conjunto de variables dependientes se tendrá en cuenta las propiedades físicas, mecánicas. En cuanto a las variables independientes en principio se proponen el tipo de suelo, la presión al compactar y el método de curado.

CUADRO DE VARIABLES

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">VARIABLES INDEPENDIENTES</td><td>TIPO DE SUELO</td></tr>
<tr><td>PRESIÓN AL COMPACTAR</td></tr>
<tr><td>MÉTODO DE CURADO</td></tr>
<tr><td rowspan="3">VARIABLES DEPENDIENTES</td><td rowspan="2">PROPIEDADES FISICAS</td><td>ABSORCIÓN DE AGUA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">PROPIEDADES MECÁNICAS</td><td>RESISTENCIA COMPRESIÓN</td></tr>
<tr><td>RESISTENCIA ABRACIÓN</td></tr>
</table>

La primera etapa comprendió el estudio de la variable Resistencia a la Compresión.

Los ensayos de laboratorio, referidos a los suelos y mezclas se harán según y conforme lo especificado en las siguientes Normas IRAM:
IRAM 10500 Mecánica de suelos. Preparación de muestras.
IRAM 10501 Mecánica de suelos. Métodos de determinación del límite líquido y del índice de fluidez.
IRAM 10502 Mecánica de suelos. Método de determinación del límite plástico e índice de plasticidad.
IRAM 10509 Mecánica de suelos. Clasificación de suelos, con propósitos ingenieriles.
IRAM 10512 Mecánica de suelos. Métodos de análisis granulométrico.
IRAM 10535 Mecánica de suelos. Descripción de suelos mediante análisis tactovisual.

PROCEDIMIENTOS
1º Etapa:
Clasificación de Suelos. Se tomaron muestras de tres tipos distintos de suelos y se los clasificó según la Norma Iram 10509, tratando de contar con un suelo arenoso y otro arcilloso, a fin de establecer comparaciones.
Determinación del máximo Peso Unitario seco – Porcentaje de humedad. Se tomaron muestras de los dos tipos suelos ya clasificados (arenoso y arcilloso). Se determinó por medio del ensayo tipo Proctor (la energía se aplicó por presión no por golpes), el contenido óptimo de humedad para obtener la máximo peso unitario seco, variando la energía y según el tipo de suelo. Los resultados del porcentaje óptimo se aplicaron en los siguientes ensayos, así el contenido de humedad quedó definido como una constante. Se aplicaron cuatro presiones distintas, 2 kg/cm2 (presión que se estima se obtiene con la máquina SIMVA-RAM), 3 kg/cm2, 4kg/cm2 y 5 kg/cm2, lo que hicieron 24 ensayos. En el procedimiento para estos ensayos si bien se aplica la teoría de Proctor se modifica el método. Se utilizar una Prensa de carga (CBR) y con ella se compacta la probeta a las presiones estipuladas, confinadas dentro de un cilindro de acero (CBR).
Ensayos para la determinación de la resistencia a la compresión en función de la Clase de suelo y la presión de compactación. Las probetas son cilíndricas de 10 cm de diámetro, obtenidas en la prensa de carga para medir exactamente la presión de compactación a que son sometidas. En todos los casos el curado se hizo tapando con plásticos. Primero se elaboraron las probetas testigos, con una presión de compactación de 2 kg/cm^2 , agregados con un 10% de cemento en peso, con los dos tipos de suelos seleccionados. Luego estas probetas fueron ensayadas a la compresión, a fin de tomar los valores obtenidos como testigos o resistencia de referencia (Rr), para compararlos con la resistencias de otras probetas. Luego se fabricaron una serie de 18 probetas con la presiones de compactación de 3 kg/cm2, 4kg/cm2 y 5 kg/cm2, respetando en cada caso la humedad definida por el ensayo Proctor y se redujo el porcentaje de cemento al 5%. A los veintiocho días fueron sometidas a ensayos de compresión.

RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS
Clasificación de Suelos. Se tomaron muestras de distintos tipos de suelos y se los clasificó según la Norma Iram 10509, tratando de contar con un suelo arenoso y otro arcilloso, a fin de establecer comparaciones.

Suelo 1:
a) Cribado Tamiz 40: Pasa 87% - Retenido 13%
b) Lavado tamiz 200: Pasa 49% - Retenido 51%
Límites de Atterberg: Líquido y Plástico. IRAM 10501 e IRAM 10502.
L.L.= 21 L.P= 16 I.P.= 5,00
Clasificación: Al no retener ninguna fracción el tamiz Nº 4 y al retener un 51% el Tamiz Nº 200, se trata de un suelo Granular Fino. Del estudio de los Límites de Atterberg y la

ubicación en la carta de Plasticidad se deduce un suelo: SM-SC - ARENA LIMO ARCILLOSA

Suelo 2:
a) Cribado Tamiz 40:Pasa 88,5% - Retenido 11,5%
b) Lavado tamiz 200: Pasa 51,5% - Retenido 48,5%
Límites de Atterberg: Líquido y Plástico. IRAM 10501 e IRAM 10502.
L.L.= 22,6 L.P= 17 I.P.= 5,60
Clasificación: Al no retener ninguna fracción el tamiz Nº 4 y al retener un 48,5% el Tamiz Nº 200, se trata de un suelo Fino. Del estudio de los Límites de Atterberg y la ubicación en la carta de Plasticidad se deduce un suelo: ML – CL - LIMO ARCILLOSO

Suelo 3:
a) Cribado Tamiz 40: Pasa 98,0% - Retenido 2%
b) Lavado tamiz 200: Pasa 91,3% - Retenido 8,7%
Límites de Atterberg: Líquido y Plástico. IRAM 10501 e IRAM 10502.
L.L.= 32 L.P= 20,5 I.P.= 11,5
Clasificación: Al no retener ninguna fracción el tamiz Nº 4 y al retener solo un 8,7% el Tamiz Nº 200, se trata de un suelo Fino. Del estudio de los Límites de Atterberg y la ubicación en la carta de Plasticidad se deduce un suelo: CL - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

Ensayo de Compactación (PROCTOR)
Energía aplicada 2 Kg/cm2

Muestra	Peso Unitario Húmedo	Peso Unitario Seco	% de Humedad
SUELO 1	1,665	1,370	16
	1,721	1,401	18
	1,745	1,409	20
	1,728	1,386	22
	1,705	1,218	24
SUELO 3	1,577	1,300	16
	1,668	1,349	18
	1,703	1,367	20
	1,610	1,278	22
	1,500	1,171	24

Tabla 1

Energía aplicada 3 Kg/cm2

Muestra	Peso Unitario Húmedo	Peso Unitario Seco	% de Humedad
SUELO 1	1,706	1,450	16
	1,916	1,611	18
	1,937	1,627	20
	1,936	1,587	22
SUELO 3	1,789	1,464	16
	1,943	1,578	18
	1,990	1,585	20
	1,959	1,544	22

Tabla 2

Energía aplicada 5 kg/cm2

Muestra	Peso Unitario Húmedo	Peso Unitario Seco	% de Humedad
SUELO 3	1,879	1,559	16
	2,031	1,633	18
	2,025	1,614	20
	1,986	1,581	22
SUELO 1	1,811	1,559	14
	1,899	1,585	16
	1,983	1,628	18
	1,981	1,610	20

Tabla 3

Energía aplicada 5 Kg/cm2

Muestra	Peso Unitario Húmedo	Peso Unitario Seco	% de Humedad
SUELO 1	1,954	1,626	14
	2,047	1,666	16
	2,052	1,669	18
	2,023	1,614	20
SUELO 3	1,882	1,550	14
	2,009	1,651	16
	2,058	1,658	18
	2,041	1,636	20

Tabla 4

TABLA ENERGÍA APLICADA - HUMEDAD ÓPTIMA		
Tipo de suelo	Energía kg/cm2	%humedad óptima
SUELO 1	2	20
	3	19
	4	18
	5	17
SUELO3	2	20
	3	19
	4	18
	5	17

Tabla 5

Energía aplicada - Humedad óptima - Suelo tipo 1 y 2

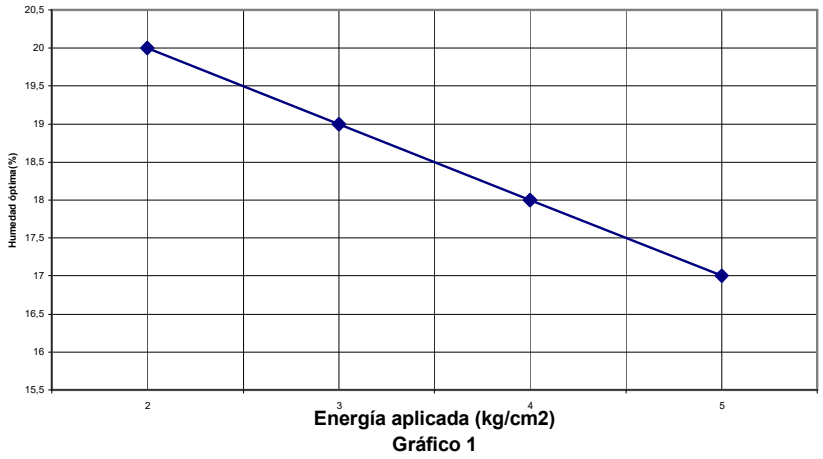


Gráfico 1

Ensayos a la Compresión

Suelos tipos 1 y 2 - 10% Cemento						
Nº pastón	Tipo de Suelo	Compresión de moldeo kg/cm2	Probeta	Peso unitario g/cm3	Resistencia a la Compresión kg/cm2	Resistencia media Compresión kg/cm2
9	1	2	1	1,78	46,02	52,95
			2	1,67	40,27	
			3	1,77	72,57	
10	3	2	1	1,64	40,26	38,20
			2	1,66	49,50	
			3	1,61	24,83	

Tabla 6

Suelo tipo 1 (arenoso) - 5% cemento						
Nº pastón	Tipo de Suelo	Compresión de moldeo kg/cm2	Probeta	Peso unitario g/cm3	Resistenc Compresión kg/cm2	Resistencia media Compresión kg/cm2
11	1	3	1	1,58	30,56	31,83
			2	1,60	34,38	
			3	1,59	30,56	
13	1	4	1	1,58	30,56	34,38
			2	1,64	34,38	
			3	1,63	38,20	
15	1	5	1	1,65	37,82	37,43
			2	1,68	38,96	
			3	1,64	35,52	

Tabla 7

Suelo tipo 2 (arcilla) - 5% cemento						
Nº pastón	Tipo de Suelo	Compresión de moldeo kg/cm2	Probeta	Peso unitario g/cm3	Resistencia a la Compresión kg/cm2	Resistencia media Compresión kg/cm2
12	3	3	1	1,55	22,92	27,88
			2	1,60	30,56	
			3	1,57	30,18	
14	3	4	1	1,72	40,11	33,74
			2	1,62	26,74	
			3	1,68	34,38	
16	3	5	1	1,73	42,02	37,56
			2	1,73	34,38	
			3	1,74	36,29	

Tabla 8

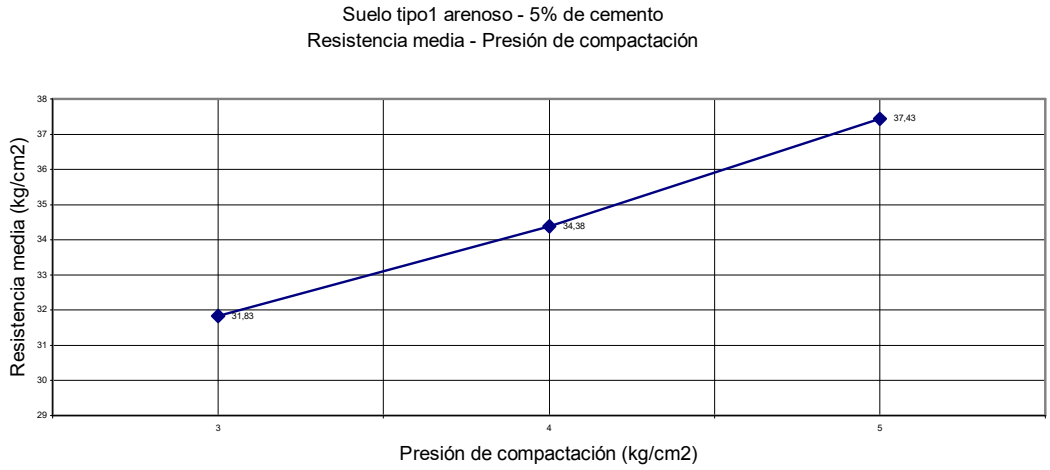


Gráfico 2

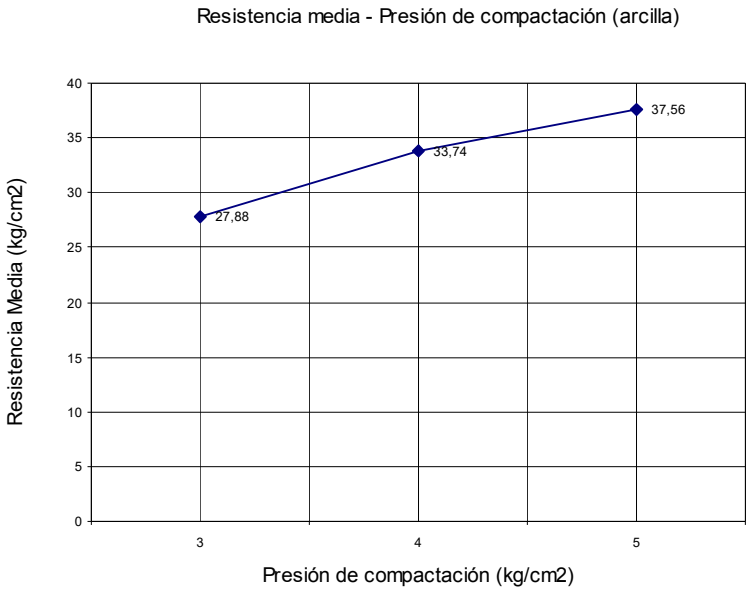


Gráfico 3

TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Del cuadro de variables propuesto en el Proyecto y dentro de las definidas como variables independientes se tomaron dos tipos de suelos y la Presión al Compactar cuatro valores, a saber, 2, 3, 4 y 5 kg/cm2. En cuanto a las variables dependientes, sólo se toma en cuenta la Resistencia a la compresión simple. En una segunda etapa se podrá investigar sobre las otras propiedades planteadas en el Proyecto, Absorción de agua y Abrasión hídrica.

Los datos obtenidos de la clasificación de las muestras de Suelo (pag. 5), nos indujeron a elegir los suelos Tipo 1(Arena Limo arcillosa) y Tipo 3 (Arcilla de mediana plasticidad), como los más representativos para llevar a cabo la investigación, ya que ambos se acercan a los extremos que deseamos comparar para probar la hipótesis.

Dentro del marco teórico se destaca la importancia de la teoría de Proctor, para garantizar que el aumento de presión tiene su correspondiente aumento de peso unitario seco, lo que indicaría una mayor aproximación entre las partículas de los componentes. Respecto a estos ensayos tipo Proctor (ver tabla 1 a 4), para la determinación del máximo Peso Unitario Seco, en función de la humedad, los resultados nos indican que para ambos tipos de suelos el valor de la humedad óptima, para el máximo P.U.S., es similar, decreciendo en forma casi lineal con el aumento de la presión (ver tabla 5 y Gráfico 1). Esto es importante ya que implica que, el especificar la cantidad de agua necesaria para hacer un pastón en obra no será tan complejo. Es importante destacar que si bien esta teoría (proctor) nos permite asegurar la máxima compactación para la presión aplicada, también se debe tener en cuenta que la reducción del porcentaje de humedad puede implicar problemas en la hidratación del cemento.

En la serie de 24 ensayos a la compresión de las probetas cilíndricas (ver tabla 3), se observa claramente que en los dos tipos de suelo, aumenta la resistencia de las probetas, manteniendo constante la cantidad de cemento y aumentando la presión de compactación.

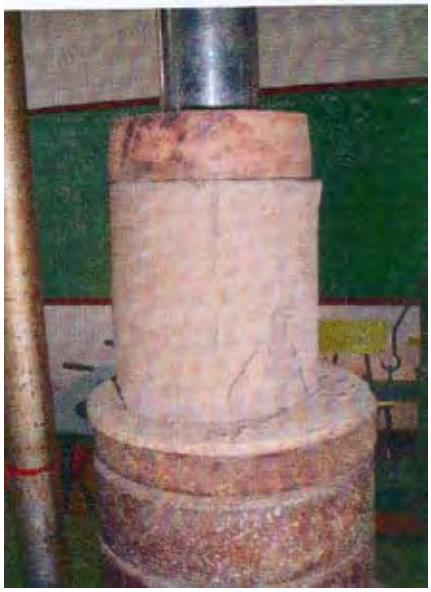


Fig. 1: Comprimiendo probetas cilíndricas

El comportamiento comparado según el tipo de suelo fue el siguiente (ver tabla 6 a 8 y graf. 2 y 3):

- En el suelo Tipo 1 (arenoso) la disminución del porcentaje de cemento en la mezcla bajó el valor de la resistencia en un 40 %, a pesar del aumento de la presión a 3 Kg/cm^2, en el suelo Tipo 2 (arcilla) el 27%.
- La pendiente promedio de la curva resistencia en función de la presión (ver graf. 2) en el suelo Tipo 1 (arenoso) es m=2,77, en el suelo Tipo 2 (arcilla) es m=4,84.
- En los ensayos con las probetas dosificadas al 5% de cemento y una presión de moldeo de 5 kg/cm2, para el suelo Tipo 1 (arenoso) la resistencia media fue del orden del 71 % de la resistencia de referencia (10% de cemento y 2 kg/cm2 de presión al compactar) y para el suelo Tipo 2 del 98%.
- El suelo Tipo 2 (arcilla) respondió con los tres parámetros analizados de mejor manera que el suelo Tipo 1, perdió proporcionalmente menos resistencia al disminuir la cantidad de cemento, aumentó más rápidamente su resistencia al aumentar la presión de compactación y logró llegar a la resistencia de referencia a los 5 Kg/cm2 de presión de compactación.

DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE PRENSA

Planteada la hipótesis sobre el aumento de presión para obtener mejores cualidades en BTC de suelos tipo arcillosos, surgió el problema de la forma de obtener esas presiones con las máquinas manuales cuyo uso está generalizado. A pesar de realizar una búsqueda de una máquina manual que pudiera tener esta condición, no se pudo encontrar. Esto motivo la necesidad de desarrollar un prototipo con el que pudiera fabricar, de manera ecológica, los bloques supercomprimidos de tierras arcillosas.

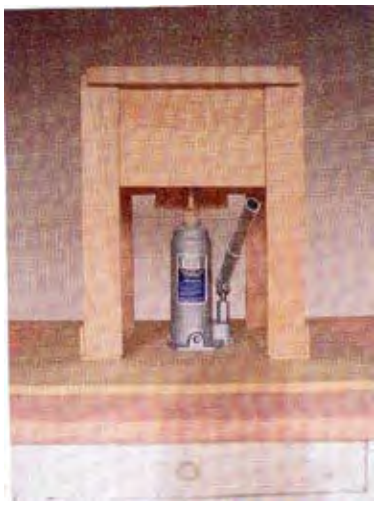


Fig. 2: Maqueta del Prototipo

En principio la diferencia cualitativa con la ya conocida SINVA-RAM, radica en el mecanismo para generar la fuerza que comprime. Mientras que en la SIMVA-RAM se genera mediante un sistema de palanca en el prototipo se lo hace a través de uno hidráulico.
El molde es similar al de la SIVA-RAM, realizando un bloque por vez, pero como la fuerza que genera la presión es independiente de la tapa, se desarrolló un sistema de traba de la misma, ya que al igual que en la SIVA-RAM la fuerza se aplica en la base.
Con esta máquina se podrán obtener, para moldes de 15cmx30cm presiones de hasta 11 kg/cm2 y para moldes de 20cmx30cm presiones de hasta 8 kg/m2

CONCLUSIONES
Esta investigación pretendió rescatar a las tierras arcillosas para la fabricación del BTC aún con proporciones de cemento menores a la que habitualmente se usan. Para ello se debía demostrar la recuperación de las cualidades del BTC al disminuir el cemento, aumentando la presión. En esta primera etapa se logró establecer que en referencia a la Resistencia a la Compresión se verifica la hipótesis planteada.
Quedan por trabajar varias cuestiones, unas relacionadas con en esta primera etapa y otras con las variables de absorción de agua y resistencia a la abrasión hídrica, que quedarían para una segunda etapa.
Las cuestiones a trabajar de esta primer etapa serían:

- Ensayar con arcillas de mayor plasticidad a la seleccionada en esta investigación.
- Ensayar con mampuestos realizados con el prototipo de máquina.

Bibliografía

*ALDERETE, Carlos; MELLACE Rafael. Ensayos Físicos de Suelos y Componentes constructivos de tierra cruda. Publicaciones LEME. Tucumán 1996
*CONSERJERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL. Manual de Edificación con Tierra Armada. Madrid, 1993
*DE LA FUENTE LAVALLE, Eduardo. Suelo – Cemento. Sus usos propiedades y aplicaciones. Instituto Mexicano del cemento y del Concreto. 1995
*ENTEICHE, Augusto. Suelo – Cemento. Su aplicación en la edificación. Centro Interamericano de vivienda y planeamiento. Bogotá 1963
*INPRES. Reglamento Inpres – Cirsoc 103. Tomo III
*MCHENRY JR, Paul Graham (1996). Adobe, como construir fácilmente. México: Trillas. 1996
*MELLACE Rafael; ROTONDARO, Rodolfo. Ensayos de Suelos. Proyecto de componentes constructivos de tierra cruda. Publicaciones LEME. Tucumán 1996
*MINKE, Gernot. Manual de Construcción para Viviendas Antisísmicas de Tierra. Forschungslabor für Experimentelles Bauen. Universidad de Kassel, Alemania. 2001.
*TORRENTE; SAGÜES. Estabilización de Suelos. Suelo – Cemento. Editores Técnicos Asociados. Barcelona
*VARIOS. La Tierra Cruda en la Construcción del hábitat – Memoria seminario 2002 – Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, 2002
*VARIOS. Memorias del III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. “La tierra cruda en la construcción del habitat”. Universidad Nacional de Tucumán. 2004

Fernando Galíndez

Ingeniero en construcciones (UNSa. - 1987) - Profesor Universitario
Curso de postgrado de Metodología de la Investigación Dr. Juan Samaja
Docente e investigador Facultad de Arquitectura y Urbanismo (Universidad Católica de Salta) desde 1990.
Línea de investigación: tecnología en construcciones de tierra.
Investigación y extensión universitaria:

- Proyecto Ecosol, Rosario de Lerma. Salta, 1996
- Proyecto de extensión universitaria Ecosol (1º etapa) aprobado con financiamiento por el Ministerio de Educación de la Nación. 1996
- Aportes a la tecnología para la fabricación de BTC. 2005

Premios y menciones:

- Autor Barrio Ecosol, Rosario de Lerma, seleccionado para ser expuesto en el XIX Congreso Mundial de Arquitectos, Barcelona '96, en el Foro "Arquitectura del Ambiente"
- Autor Proyecto de Extensión Universitaria Ecosol (1º Etapa) aprobado con financiamiento en el Concurso de Extensión Universitaria convocado por el Ministerio de Educación de la Nación y el Gobierno de la provincia de Buenos Aires. 1996
- Finalista, con el Proyecto Ecosol, en la categoría de mejores prácticas en vivienda social de los últimos 10 años, en la IV Bienal Iberoamericana de Arquitectura. Lima, 2004
- Finalista, con el Proyecto Ecosol, en el Concurso Eco Hábitat para la Conferencia de Ecomateriales. Cuba, 2005

6.3

EXPERIMENTACIÓN TECNOLÓGICA EN ALDEAS RURALES

Ariel A. González, Mariano Pautasso*, Santiago Seghesso, Fernando Benitez, Soledad Erpen
CECOVI- Centro de Investigación y Desarrollo de la Construcción y la Vivienda.
Facultad Regional Santa Fe. Universidad Tecnológica Nacional.
Lavaise 610. Ciudad de Santa Fe. Argentina.
Tel: 54-0342-4697728
e-mail: cecovi@frsf.utn.edu.ar

Palabras clave: población rural - tecnología autosustentable - investigación acción

Resumen
A partir de la vinculación entre la ONG Fundare (Fundación Aldeas Rurales Escolares) y el CECOVI, se está llevando a cabo una experiencia de investigación-acción en una aldea rural escolar del norte de la provincia de Santa Fe promovida por la primer institución y que cuenta con el asesoramiento técnico de la segunda. Dos de las pautas para la intervención son el abordaje interdisciplinario y el enfoque integral.
La mayor parte de las familias pobres de las zonas rurales se encuentran desprotegidas, sin la posesión de tierras y sin posibilidades de mejorar, su alternativa es la emigración a centros urbanos. FUNDARE ha propuesto la idea de las Aldeas Rurales Escolares, basada en los principios de la autosubsistencia y la unión comunitaria. Ha considerado que las Escuelas Rurales, brindan un espacio apto para el desarrollo de esas Aldeas.
Hasta el momento hay tres viviendas construidas por los propios aldeanos con bloques de tierra comprimida (BTC) con Cinva-Ram, además de otras casas con otras tecnologías. El paso siguiente, en el que estamos abocados, es la construcción de un Centro Multiuso para uso comunitario, que se ejecutará empleando técnicas de tapia, otro tipo de BTC, y combinación con métodos tradicionales; para que el resto de los aldeanos tenga un muestrario de tecnologías y mayor conocimiento para la elección del sistema constructivo a emplear en su morada.
Es así que continuando y ampliando el vínculo entre ambas instituciones se propone realizar un trabajo de investigación-acción-participante, en el que simultáneamente que se asesora desde lo tecnológico, se realiza una investigación acerca de las posibles tecnologías a emplear, su modificación, el surgimiento de nuevos sistemas, la aceptación para parte de los usuarios, el uso de recursos locales de bajo impacto etc., logrando resultados que puedan ser utilizados en la continuación de planes similares.
Cabe destacar que se cuenta con el asesoramiento y colaboración del Politécnico de Torino (Italia) y del aporte voluntario de mano de obra de los bomberos de la misma ciudad.
En resumen, lo que se busca es generar un modelo de intervención tecnológica (tecnologías duras y blandas), que pueda ser utilizado por el Estado y/o instituciones intermedias en la creación y consolidación de asentamientos humanos en hábitat rural, teniéndose en cuenta factores tanto de confort bioambiental, culturales, energéticos, de apropiación de recursos locales, etc..

Introducción

El proyecto que aquí se expone se viene gestando a partir del año 2002 en la aldea rural escolar Ing. Luis Moisés Trod ubicada en las inmediaciones del triple límite entre las provincias de Santa Fe, Santiago del Estero y Chaco. Confluyen las voluntades de varias instituciones, por una parte la Fundación Aldeas Rurales Escolares FUNDARE que persigue el desarrollo sustentable de poblaciones rurales y apadrina el emprendimiento; el Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda CECOVI de la Universidad Tecnológica Nacional y la Facultad de Arquitectura del Politécnico de Torino (Italia), que asesoran tecnológicamente, y la Secretaría de Políticas Universitarias que esta apoyando financieramente el asesoramiento dentro del marco del programa de apoyo al desarrollo local.
Hasta el momento doce familias están viviendo en sus respectivos lotes (de un total de 35), de las cuales tres han ejecutado sus viviendas con tecnologías con tierra cruda (BTC) mediante el proceso de autoconstrucción por esfuerzo propio y ayuda mutua. Generándose lazos de relación a

través de distintos intercambios que refieren a problemas comunes, inquietudes y acuerdos compartidos, dando cuenta de un posible inicio de un proceso organizativo.
FUNDARE ha destinado en la aldea un sector para la instalación de un Centro Experimental, entendiéndose como un espacio para el intercambio de saberes con el objeto de construir a largo plazo un modelo de desarrollo genuino, apropiable e integral; sobre la base de entender a la escuela y la capacitación como un actor primordial en la etapa de sociabilización. Por otra parte el uso de diferentes técnicas en la ejecución de esta construcción permitirá que esta oficie como muestrario para que los futuros autoconstructores tengan una visualización definitiva de los resultados de cada propuesta. (fig.1)

Aspectos Metodológicos

Abordaje interdisciplinario
Entendemos que no existen muros impermeables entre las disciplinas, ya que sus conocimientos se interpenetran; por tanto un mismo hecho puede ser observado en base a distintos esquemas teóricos. Los responsables de este proceso de investigación nos conformamos como un equipo interdisciplinario en el que confluyen conocimientos de diferentes disciplinas (arquitectura, trabajo social, ingeniería).

La propuesta de interdisciplinariedad permite articular los diferentes enfoques, en un equipo de trabajo, con un código y una metodología compartida. Este modelo posibilita en algunos casos fundirse y configurar un nuevo objeto teórico. El abordar de esta manera un objeto en la práctica de investigación anticipa nuevas y más fructíferas perspectivas tanto a la acción, como a la producción y a la enseñanza. La integración se va produciendo a través de las preguntas que una disciplina hace a las otras para operar en una situación concreta, tratando de superar las comprensiones fragmentarias.

La interdisciplina, como la transdisciplina, son procesos que se construyen. Agregando que una disciplina avanza cuando abandona las teorías tradicionales y trasciende esta tradición, mediante la reflexión crítica y la acción creativa, construyendo nuevas teorías y realizando nuevas prácticas, acordes al tiempo en que les toca desarrollar su quehacer.

Investigación-acción
Como equipo comprendemos que el proceso de investigación se enriquece en forma constante desde el intercambio generado a partir de la participación de los actores intervinientes. Este proceso se hace en permanente evaluación y redirección, de tal manera que el desarrollo de este proceso nos permita definir un posicionamiento que refiere permanentemente a la experiencia de los actores participantes.
El equipo utiliza como instrumento o técnica de trabajo la entrevista en profundidad para el abordaje social y técnico de la realidad rural. Instrumento de la investigación cualitativa, en su doble dimensión: como técnica en sí (con procedimientos sistemáticos) y como proceso de interacción (orientada a lograr una relación recíproca basada en una vinculación horizontal).

La observación es un componente básico, siempre y cuando sea participante, ya que posibilita pensar y hacer un mejor trabajo social y tecnológico, a partir del conocimiento del otro. Donde el relato o testimonio se somete a un proceso de reelaboración que va desde la descripción, a la interpretación y a la explicación.
La relación dialógica que se establece; influye sobre ciertos aspectos del comportamiento y motiva a la participación – acción. Porque permite que del intercambio entre los interlocutores, se vayan produciendo - construyendo, aprendizajes (sociales y técnicos) como conocimientos (en términos conceptuales y procedimentales).

Creemos que los aprendizajes son significativos cuando el conocimiento que se adquiere se relaciona con los anteriores de manera racional y sustancial para propiciar nuevos conocimientos,

es decir; que en la medida que las personas verifiquen que los resultados de los nuevos saberes son mejores que los tradicionales aceptarán o rechazarán lo nuevo.
A partir del hecho físico de la construcción del centro experimental, pretendemos generar un espacio en donde el diálogo y la interacción de saberes sean generadores de nuevos conocimientos y estos se plasmen en los componentes físicos de este centro experimental. El proceso metodológico de esta interacción potencia y rescata los saberes previos teniendo en cuenta los aspectos socioculturales del grupo poblacional de referencia. Asimismo este proceso metodológico pone en juego los saberes específicos de los técnicos participantes y la lógica particular que estos mismos traen de su cultura.
Todas las propuestas serán debatidas entre pobladores, campesinos y técnicos en instancias en donde se intercambiarán saberes y sentires intentando un equiparamiento de los conocimientos y de las sensaciones.

Los resultados desde lo tecnológico son esencialmente la justificación racional de costumbres ancestrales, tanto desde lo climático, la utilización de materiales naturales, el uso de los recursos locales; también la incorporación de nuevos materiales en reemplazo de los tradicionales o en función de mejoras en las prestaciones; el análisis de plazos de ejecución, tiempos de completamiento de la obra definitiva y terminaciones.

Desde lo antropológico, el uso de los espacios, la significación de los materiales y las formas constructivas, los tiempos y acuerdos entre actores.
Se pretende avanzar simultáneamente en todos los aspectos, teniendo la posibilidad de modificar todas las variables en el mismo momento.
Se busca como uno de los logros mas importantes el generar capacidad en la toma de decisiones para que desde conocimientos genuinos se adquiera protagonismo en procesos de desarrollo sustentable, a fin de recuperar la creatividad, destreza y habilidad (expresadas como saberes y conocimientos) existentes en los pobladores y reconocidos en las prácticas culturales que vienen desarrollando social e históricamente. (fig2)

La propuesta tecnológica
Tomando como referencia las construcciones vernáculas y las 3 viviendas de aldeanos en las que se promovió el uso de BTC y con una planimetría base, se han determinado sectores que emplearan diversas tecnologías y los correspondientes detalles constructivos. Esto está tomado como un anteproyecto técnico de referencia y susceptible de ser modificado en cualquier fase de la construcción en función de resultados parciales o nuevas ideas que surjan del quehacer colectivo.
En principio se conjugan tecnologías “probadas” con tecnologías desarrolladas en la zona, aquellas que surgen de las experiencias de los mismos pobladores. Estas tecnologías desarrolladas “in situ” serán articuladas con los conocimientos científicos disponibles, de modo que el proceso de experimentación permita conducirnos a un catálogo de biosoluciones disponibles para futuras intervenciones.

El esquema general con el que se concibió el diseño del Centro Experimental y la propuesta tecnológica a implementar, apunta no sólo al desarrollo de ciertas tecnologías con la caracterización precedente sino a las diversas vinculaciones posibles entre éstas y la versatilidad de las mismas. El contexto en el que se define este proceso de experimentación presenta una serie de limitaciones sociales, culturales y geográficas, que exigen poner en juego y desplegar la mayor versatilidad de las tecnologías a implementar para potenciar las posibilidades de las mismas.
En el diseño del Centro Experimental se prevé el uso de diversas tecnologías que plantean un primer desarrollo de la propuesta tecnológica descripta y abren grandes posibilidades en relación a las posibles derivaciones de la investigación y de la apropiabilidad de estas tecnologías. Hacemos a continuación mención de las tecnologías definidas para esta etapa de la investigación.
Dentro del marco de ensayos e investigación en laboratorio, se han realizado trabajos para verificar las propiedades que adquieren elementos constructivos (BTC, Tapia, Revoques) con el

uso de productos naturales. Se busca una mejor respuesta a la acción del agua; esta línea de acción continúa y complementa la realizada por investigadores del Politécnico de Torino. Sólo a modo de ejemplo se menciona el ensayo de tiempos de fraguado y resistencia al chorro de agua (norma neozelandesa DZ-429) de diferentes dosificaciones en donde interviene cal, yeso y proteínas vegetales.

Listado de tecnologías a emplear

- ✓ BTC con Cinva-Ram
- ✓ BTC con máquina tipo Altech y bloque formato Matonne
- ✓ Tapia
- ✓ Revoques empleando tierra
- ✓ Techos con torta de tierra como aislante térmico
- ✓ Divisorios tipo "enchorizado" con terminaciones mejoradas
- ✓ Bóvedas de cañón corrido con BTC, incorporando elementos diseñados especialmente.
- ✓ Sistemas de recolección de agua de lluvia en techados

Experimentación de materiales

- ✓ Yeso como aglomerante
- ✓ Incorporación de hidrófugos sintéticos y naturales

Otros

- ✓ Diseño de mobiliario incluido en la obra gruesa.
- ✓ Utilización de silos bolsas como reservorio de agua

(fig3)

Conclusiones y proyecciones

El resultado inmediato de la construcción del Centro experimental no es solamente la generación de un ámbito para la capacitación de los aldeanos, sino también tener un muestrario de tecnologías, que permite la comparación simultánea de las mismas en la adecuación al medio físico, socioeconómico y organizativo.

Se prevé el seguimiento y evaluación técnica de la respuesta que en diferentes aspectos (estructurales, durabilidad, climáticos estéticos) den las diversas partes de la edificación; también se procesarán las opiniones y eventuales entrevistas que se realicen a los usuarios de la construcción así como también a los aldeanos que repliquen algunas de las formas de construir propuestas. Luego de este análisis podremos concluir acerca de la conveniencia de la utilización de estas tecnologías para proponerlas en otras zonas de características geográficas y culturales similares.

Asimismo se pretende generar un modelo de intervención para realizar estudios de apropiación y pertinencia de diseños y tecnologías para vivienda rural con la participación y apropiación por parte de los campesinos.

Todo esto de cara a una realidad que nos exige un cambio de paradigma para generar un hábitat humano sustentable. Es nuestro deseo que los resultados futuros de los estudios que estamos realzando sean de utilidad para las personas que con sus decisiones influyen en los cambios de rumbo de políticas de apoyo a un hábitat rural digno y respetuoso de los recursos locales.

(fig4)

Bibliografía

*AA.VV. "Técnicas Mixtas de construcción con Tierra". PROTERRA. 2003.
*CACERES, Leticia C. y otros, "La entrevista en trabajo social", Edit. Espacio, Argentina 2000.
*KISNERMAN, Natalio, "Pensar el trabajo social", Edit. Humanitas, Argentina
*ROFMAN, A;; "Desarrollo regional y exclusión social"; Amorrortu Editores; Buenos Aires. 1999
*"Optimización de sistemas de construcción de ladrillones de suelo cemento y bóvedas de ladrillo". Informe Técnico. UTN. 1994.
*"Construcción con TIERRA CRUDA: manualística y experiencia didáctica." Politécnico de Turín. 1995.



Fig.1 - Una de las viviendas con muros de BTC habitada por una familia integrante de la aldea.



Fig.2 - Campesinos integrantes de la aldea durante una experimentación con tapia.

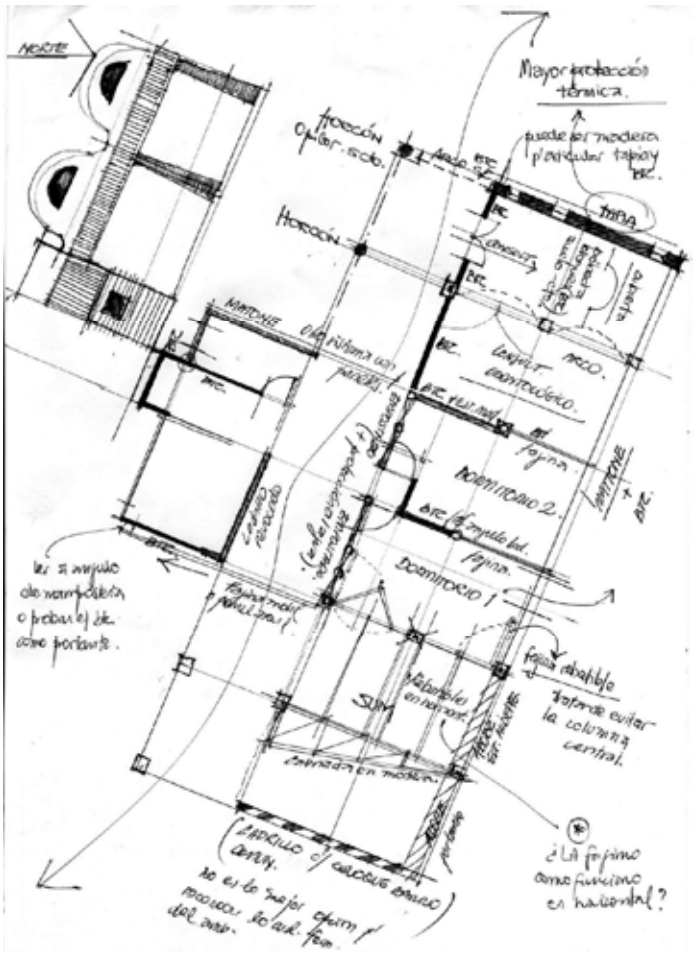


Fig.3 – Croquis de trabajo



Fig.4 - Construcción con técnicas mixtas espontáneas de una familia campesina de la zona.

Ariel González

Ingeniero en Construcciones, Magister Scientiae en Metodología de la Investigación. Docente-Investigador del CECOVI. Integrante de equipos interdisciplinarios en ONGs que abordan el tema del hábitat urbano y rural capacitado en investigación, desarrollo y transferencias de tecnologías para viviendas de bajo costo con aplicación de metodologías de investigación-acción e investigación participativa así como también para desarrollos en laboratorio y en plantas pilotos. e-mail: aagonzal@frsf.utn.edu.ar T.E.: 54 342 4697728 / 4981283

Carlos Mariano Pautasso

Arquitecto egresado de la FADU-UNL, Trabajo con Organizaciones Sociales en Hábitat Popular y Arquitectura en Tierra en la ciudad de Santa Fe. e-mail: gestodya@hotmail.com T.E.: 54 342 4697728 / 4599983

Santiago Horacio Seghesso

Técnico Constructor Nacional egresado de la EIS-UNL Estudiante de la carrera de Servicio Social, Trabajó en ONG's de Formosa y Santa Fe en el área de estudio del Hábitat Aborigen en zona rural. e-mail: santiagoseghesso@yahoo.com.ar T.E.: 54 342 4697728 / 4970130

Fernando Daniel Benitez

Técnico Constructor Nacional egresado de la EIS-UNL, Estudiante avanzado de la carrera de Ing. Civil de la UTN-Facultad Regional Santa Fe, Becario en el Área Tecnología y Hábitat de CECOVI-UTN. e-mail: benitezfd@yahoo.com.ar T.E.: 54 342 4697728 / 4694179

Soledad Fernanda Erpen

Egresada de la Escuela de Servicio Social (Santa Fe), Actual Pasante de la Secretaría de Promoción Comunitaria-Municipalidad de Santa Fe y partícipe en Proyectos coordinados por CECOVI-UTN-Facultad Regional Santa Fe. e-mail: solerpen@hotmail.com T.E.: 54 342 4697728 / 4745567

6.4

PROYECTO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COMPONENTES DE VIVIENDAS CON SUELO-CEMENTO MONOLÍTICO EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES

Francisco Luciano*, Máximo Ramón Brade, Elvio Garay
Norberto Roque Mercanti, Jirina Cecilia Tirner
Instituto de Vivienda de Corrientes – Gerencia de Programas Autogestivos - Campo Tecnológico.
San Martín y La Rioja - Corrientes - C.P.3400
T.E.: (03783) 46 4194 - 46 9249.
E-mail: compotecnologico@invico.gov.ar

Palabras clave: vivienda social - modelo de gestión participativa - suelo-cemento

Resumen
Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de la República Argentina efectuado en el año 2001 en la Provincia de Corrientes el déficit habitacional era de 35.000 soluciones habitacionales; la respuesta del Instituto de Vivienda de la Provincia (IN.VI.CO.) promediaba unas 645 viviendas de baja calidad ambiental por año. Era evidente la dificultad de cubrir ese déficit con las tecnologías tradicionales y a esto se sumaba la escasa apropiación por parte de sus habitantes. Por ello el diseño de la política de vivienda se encaró sobre la base de objetivos sociales, económicos, y ambientales que conlleven como oferta tanto a la vivienda terminada como a soluciones parciales y a la transferencia de tecnología.
Esto último se tradujo en el proyecto de creación del Campo Tecnológico Experimental a través de la Resolución Nº 1259 del año 2002, que operativamente depende de la Gerencia de Programas Autogestivos. El objetivo particular del mismo es investigar y desarrollar tecnologías apropiadas de construcción, planificación, evaluación, organización de la producción, gestión financiera y administración, respetuosas del medio ambiente, con una visión transdisciplinaria atenta a las necesidades reales de los sectores mayoritarios y pobres de la provincia y de la región.
En este marco una de las líneas de investigación más avanzadas es el empleo de la tierra como material de construcción, que por sus condiciones edafológicas son aptas en un alto porcentaje del territorio provincial.

Las características climáticas de la región, restringen al empleo de tierra estabilizada y del análisis de publicaciones sobre este tema, se adoptó el cemento portland como estabilizador, considerando tanto sus características tecnológicas como prácticas.
En el transcurso de la investigación se determinó la conveniencia de la ejecución de las viviendas con suelo-cemento monolítico en distintos componentes: fundaciones, paredes y techos, orientándola hacia la autoconstrucción con operarios no especializados, para lo cual se evaluó la utilización de distintos tipos de moldes empleándolos en prototipos que se construyeron en las instalaciones del Campo Tecnológico.

Con el auxilio de ensayos efectuados en el laboratorio, se determinó la dosificación más conveniente en función de las características del suelo empleado y el componente a ser estudiado.
Debido a la desvalorización cultural que plantea el uso de la tierra cruda en la población, se decidió en una primera etapa, su aplicación en un programa de vivienda rural, ámbito más natural para ser empleado.

El informe pretende describir las etapas del proceso de investigación y gestión llevadas a cabo por los integrantes del equipo del Campo Tecnológico, en la aplicación del suelo-cemento en la autoconstrucción de viviendas sociales.

Introducción

La provincia de Corrientes, está localizada en el ángulo nordeste del país. Por consiguiente, se halla en la región del NEA (Nor-Este Argentino), en confluencia de grandes ríos y en el cruce obligatorio de las comunicaciones de varios países latinoamericanos.

Forma parte de la Mesopotamia argentina y, como tal, es una de las provincias del Litoral.

Capital: Corrientes

Población: 929.236 hab.

Densidad: 10,5 H/Km²

Superficie: 88.199 Km²

Límites: Limita al Norte con el río Paraná, que la separa de la República del Paraguay; al Oeste el mismo río forma los limites con las provincias del Chaco y Santa Fé; al Sur los ríos Guayquiraró y Mocoretá, con sus afluentes los arroyos Basualdo y Tuna, la deslindan de la provincia de Entre Ríos; al Este el río Uruguay la separa de la República del Uruguay y del Brasil. Finalmente, al Nordeste los arroyos Chimiray e Itaembé determinan la separación con la provincia de Misiones.

La Provincia de Corrientes no difiere en los aspectos socioeconómicos de otras regiones de la Argentina y en esta problemática son coincidentes el escaso desarrollo productivo y el atraso en las relaciones de producción, como consecuencia de las macropolíticas gubernamentales y en la incapacidad de una generación autónoma de capital.

En el diseño de instrumentos que provoquen el indispensable cambio estructural de la economía, la Política de Viviendas ofrece una excelente oportunidad desde el tratamiento de la vivienda social.

Como Organismo Gubernamental el Instituto de Vivienda de Corrientes (IN.VI.CO), viene realizando desde hace 27 años una tarea de promoción del Hábitat, que con diversos criterios políticos en su historial, ha tenido aciertos y errores en su extendido accionar.

Para su funcionamiento como ente autárquico el IN.VI.CO. depende del Fondo Nacional de la Vivienda (FO.NA.VI.), que es fiscalizado por la Subsecretaría de Vivienda de la República Argentina, responsable de las políticas de vivienda en todo el país, y de otras fuentes de financiación provinciales, nacionales e internacionales.

A partir de la modificación de la Ley FO.NA.VI. en el año 1994, que otorga una mayor autonomía a los entes ejecutores, el IN.VI.CO. ha ido flexibilizando su oferta ajustándola a la dinámica de las circunstancias socioeconómicas que la Provincia ha venido sobrellevando en los últimos tiempos.

De la contundencia de las conclusiones del informe del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sobre nuestro país y sobre la provincia en particular, hay poco más por decir: Corrientes está entre las cuatro provincias en situación crítica, con un Índice de Desarrollo Humano Ampliado del 0,227 (por ej.: San Luis 0,510, Córdoba 0,685); una economía con marcado retraso productivo y empresarial con predominio del sector público entre las actividades formales; sin inversiones de importancia ni exportaciones significativas (De Riz y Portantiero, 2002) y donde la Obra Pública, notable financieramente, tiene escaso impacto local, debido al altísimo porcentaje de importación de insumos (materiales, máquinas y equipos, etc.).

Ahora bien, siendo el universo de la vivienda social complejo y transdisciplinario, puede encontrar su concreción real a partir del equilibrio entre decisiones políticas e incumbencias técnicas, en la búsqueda de generar mecanismos sustentables de crecimiento en todos los órdenes de la vida social, asentados sobre una ética del desarrollo.

Esto implica considerar tres aspectos de la realidad:

1). En lo referido al confort humano, como ha señalado el Consejo Económico, Social y Cultural de la O.N.U., el concepto de vivienda adecuada implica: un lugar privado, espacio suficiente, seguridad jurídica, iluminación y ventilación suficiente, infraestructura básica y que permita el acceso al trabajo y a los servicios a un costo razonable.

Este concepto pone de manifiesto su estrecha vinculación con el goce de otros derechos y su alto valor simbólico, reflejados en los Artículos Nº 14 y 14bis de nuestra Constitución Na-

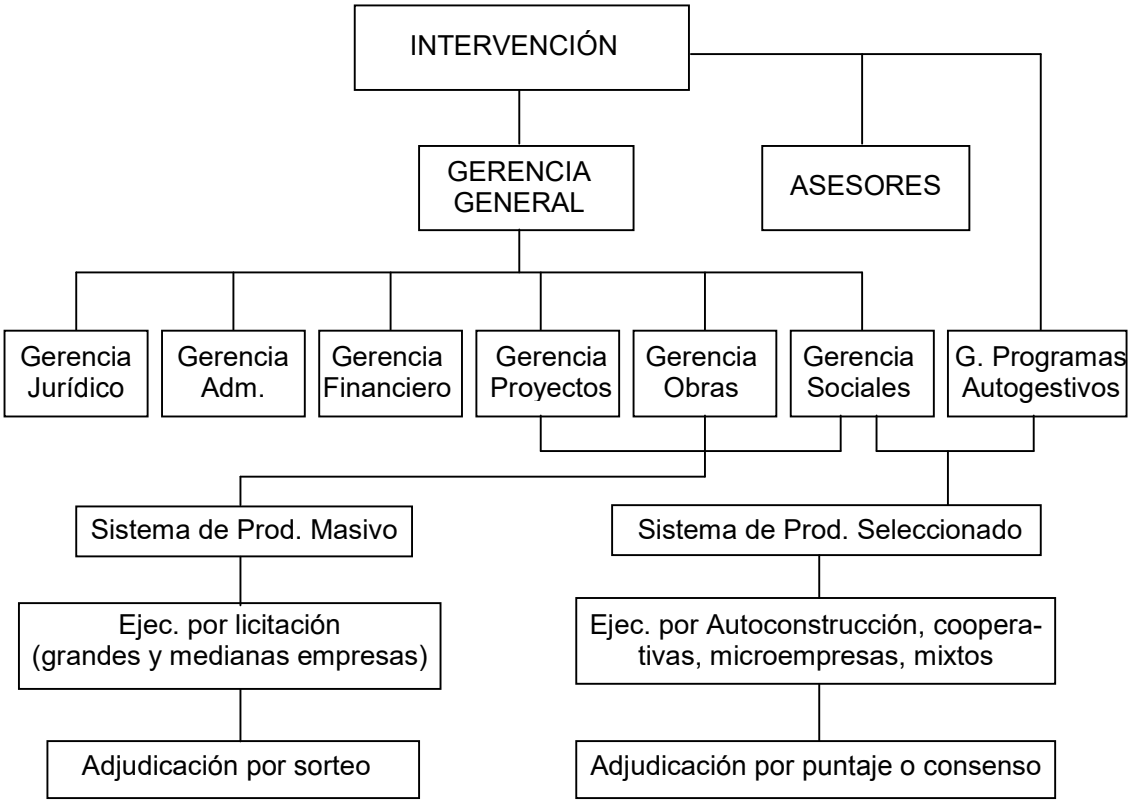
cional, modificada en 1994 y los Tratados Internacionales, Pactos de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, ratificados por nuestro país.

2). En lo referido al medio ambiente, el Cambio Climático provocado entre otros factores por el dióxido de carbono, principal residuo del consumo de combustibles fósiles de la actividad humana, es el problema ambiental de escala planetaria más serio a enfrentar en los próximos años.
En este sentido el Protocolo de Kyoto, del cual Argentina es un adherente a través de la Ley nacional Nº 25438, es un primer paso en la dirección precisa, pero se torna indispensable tomar decisiones sobre las prácticas de consumo favoreciendo las materias primas renovables por sobre las no renovables.
Es correcto afirmar que cuanto mas combustible no renovable se consuma, mas se aumentan las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera. Este razonamiento es tan válido para las industrias y el transporte en general, como a los materiales, tecnologías, procesos constructivos o para el acondicionamiento de viviendas mal aisladas, en particular.

3). En lo referido al accionar institucional, las experiencias pasadas han determinado que, quizás por su condición de bien concreto, la vivienda fuera considerada como una mercancía más. Se alentó su valor de cambio por sobre su valor de uso, y en donde el capital privado representado por los productores de insumos, las empresas constructoras y los propietarios de tierras tuvieron una cuota importante de responsabilidad en el aumento artificial de su precio.
Es decir que en política de vivienda el estado abandonó sus responsabilidades, como consecuencia entre otros factores, de las recomendaciones del Consenso de Washington, la sociedad en su conjunto consintió este accionar y salvo aislados intentos, se transgredió el fin social que alienta la ley FO.NA.VI. Nº 24464 y la Ley provincial Nº 3411 en su letra y espíritu, volviendo a todo el sistema insostenible como ya lo han demostrado las cíclicas crisis que hemos sufrido.
Por lo tanto hoy es imperativo entender, desde una visión de mediano y largo plazo, al confort humano estrechamente ligado a la calidad del medio ambiente, y desde esta lógica implementar una idea global e introductoria de racionalización de los procesos de gestión, administración, construcción y uso de la vivienda como política de estado sobre el Hábitat.

Marco Político Institucional
A partir de éstas consideraciones el IN.VI.CO. reformulando su rol institucional desde sus propias fuentes, entre ellas la Ley provincial Nº 3411 especialmente sus Artículos Nº 4 y Nº 5, ha implementado la creación del Campo Tecnológico Experimental con la Resolución Nº 1259 del año 2002, que operativamente depende de la Gerencia de Programas Autogestivos.
A tal fin, el IN.VI.CO. ha formalizado con un particular, un Convenio de Comodato de Uso Gratuito de un predio de aproximadamente dos hectáreas en las inmediaciones de la ciudad de Corrientes y en donde desarrolla líneas investigativas propias o de otros Centros Tecnológicos que por sus características son fácilmente adaptables a las circunstancias provinciales.
Ha firmado también un Convenio de Amplia Colaboración con la Universidad Nacional del Nordeste, traducido en convenios particulares con la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Arquitectura y Urbanismo; que versan sobre intereses comunes como ser la vivienda social y el cuidado del medio ambiente.
En ésta situación el papel que le cabe a la Gerencia de Programas Autogestivos, es proveer todo el soporte administrativo, financiero y logístico indispensables para el buen logro de los fines del Campo Tecnológico, además de aprovechar la experiencia que desde el año 1985 viene desarrollando en el sector de la vivienda popular (mas de 8.500 viviendas ejecutadas por autoconstrucción en todo el territorio) con diversos modelos de gestión participativa, individual, familiar e institucional; como así también el alto grado de conocimientos técnicos, teóricos y prácticos, de su personal de obra.

Así, entendemos a la investigación aplicada como la observación científica del comportamiento de materiales tradicionales o nuevos, desempeños de diversas tecnologías en los componentes constructivos, reciclado de residuos y la utilización de recursos naturales renovables, en acciones directas y concretas.
Con el fin de explicar mejor el proceso de gestión y gerenciamiento del área, se adjunta el siguiente gráfico:



Organigrama y Sistema de Producción Vivienda Social.

El Factor Humano

En la construcción que hacemos de la "realidad", desde las ciencias positivas a partir del conocimiento por la observación; el observador desconoce su propio punto de vista. Este debería ser considerado como la ubicación en la estructura social del observador, su pertenencia a determinado sector económico, político, cultural, religioso, profesional, desde el que se posiciona para observar. (Luhman, 1998).
Desde esta perspectiva, la complejidad social que nos toca vivir la ideamos reconociendo la posibilidad formal de la existencia de diferentes observaciones simultáneas, originadas en la pluralidad de sistemas de referencias, donde cada sector reivindica la "realidad" propia, en una gestión transectorial, superando los prejuicios de primacía de cada cuerpo profesional y reconociendo los ámbitos y pertinencias de las otras disciplinas, y de la población a atender.
En cuanto a los actores intervinientes, creemos en una participación integrada y plena, que para lograr la debida articulación entre trabajo técnico y participación comunitaria debe salvar diversos obstáculos (Velazco, 2003):

- Por parte de la comunidad: escasa credibilidad en procesos participativos, detectar necesidades reales, evitar la manipulación interna, reconocer a la participación como herramienta de su capacidad de demandar y decidir sus propios procesos de desarrollo.
- Por parte de los profesionales: decodificar y adaptar lenguajes, crear metodologías específicas para la participación, expandir aptitudes y funciones como "animador social", favorecer la retroalimentación entre conocimiento informal y conocimiento técnico.

A partir del año 1964 fecha de realización de la primer experiencia en autoconstrucción en la provincia, y de la incorporación al IN.VI.CO. del sistema como oferta institucional desde el año 1985, las visiones sobre esta problemática fueron cambiando con el aporte de profesionales en contacto directo con estas poblaciones identificándose tanto las carencias y necesidades como sus potencialidades.
Esto ha posibilitado tener un esquema de análisis que permanentemente se enriquece con la evaluación de los procesos de intervención:

- Organización social. Estructura diferencial, relaciones sociales y respuestas materiales. Grupos de pertenencia y grupos de referencia. La familia y el individuo.
- Marginalidad. Características simbólicas, expresivas y materiales. Lo Rural y lo Urbano y sus Tecnologías adaptativas.
- Vivienda. Usos y funciones. Lo público y lo privado. El ámbito laboral y el ámbito familiar. Los espacios de transición.
- La vivienda, el vecindario y su entorno. Simbología, relaciones espaciales. El usuario incorporado a la vida social.
- Características sociales: demográficas, económicas y políticas. Estratificación y desagregación de la demanda.

En nuestro parecer, durante el proceso de transculturación sufrido por la toda la población latinoamericana, la pérdida de fe en sus creencias, valores y actitudes ha traído como consecuencia la búsqueda de prestigio e identificación con los paradigmas impuestos, que poco tienen que ver con el usuario y sus reales necesidades.
Una de sus respuestas habituales, la arquitectura de tierra (el rancho [1]), ha sido denostada al igual que la poesía y la música popular a través de los medios de comunicación, tratando de cambiar la lengua y los modelos de esta sociedad. (Salas, 1990).
Aquí se ha visto involucrado el mismo estado a partir de planes como .... “la erradicación de escuelas rancho”... o las campañas “de eliminación de la vinchuca”, insecto que vive en la oquedades de las viviendas rurales, vector de transmisión de la enfermedad de Chagas. Justo es reconocer que el uso del material en sí como la arquitectura resultante no han evolucionado lo suficiente, seguramente como resultado de una serie de factores concurrentes; y hoy verificamos en la población una imagen de alta asociación entre el uso de la tierra y la miseria; dilema que en la exploración de la identidad cultural y el accionar institucional trataremos de resolver.

Justificación-Planteo del Problema
Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de la República Argentina efectuado en el año 2001, en la provincia de Corrientes el déficit era de más de 99.050 hogares deficitarios, entendiendo por tales a los que no poseen infraestructura básica, sistema interno de distribución de agua o que algún componente principal (techos, paredes, etc.) no reúna los estándares técnicos mínimos. En lo que tiene que ver con el accionar del IN.VI.CO. la demanda potencial alcanza a más de 35.000 soluciones habitacionales, concepto éste, derivado del análisis del déficit que no necesariamente implica viviendas nuevas; y en donde la oferta promediaba en ese momento las 645 viviendas por año de casi exclusiva ejecución propia, ya que existen ONGs trabajando en el tema.
Era evidente la dificultad de cubrir semejante déficit con las tecnologías y sistemas de ejecución tradicionales, la baja calidad ambiental resultante, sumándose a esto la escasa apropiación por sus habitantes.
Por otra parte, las crisis políticas y económicas de la provincia en los años 1993 y 1999, y la nacional del año 2001, nos han obligado a replantear los items de la estructura de precios de las viviendas, ya que por ejemplo, más del 70% de los materiales es de origen extraprovincial, causando una importante desinversión en la economía provincial.
En este marco el diseño de la nueva política de vivienda se encaró sobre la base de objetivos sociales, económicos y ambientales que conllevan como oferta tanto a la vivienda terminada como a soluciones parciales y a la transferencia de tecnologías.
En lo concerniente a éste último punto la labor del Campo Tecnológico abarca varias líneas de investigación, una de las mas avanzadas es el empleo de la tierra como material de

construcción en distintos componentes, ya que en el territorio provincial un alto porcentaje de su superficie presenta condiciones aptas para su aplicación.

Antecedentes Tecnológicos

El suelo como material de construcción es conocido desde la antigüedad, así como también sus bondades desde el punto de vista económico y de facilidad de obtención. En nuestra región se ha empleado la tierra en la ejecución de los muros y techos de las viviendas rurales, desde la época de la colonia como resultado del proceso de síntesis de la integración de las culturas europea e indígena.

A continuación se hace una breve reseña de las soluciones más comúnmente adoptadas por la población rural. (Salas, 1990)

- Muro de estanteo: consiste en el embarrado de un entramado de madera ejecutado con maderas verticales de 3,8 cm, separadas cada 2,5 cm o 5 cm y horizontales separadas cada 20 cm o 25 cm, dentro de un marco realizado con horcones (postes verticales) de madera dura de 15/20 cm de diámetro, separados cada 3 m o 3,5 m. El conjunto se completa con vigas de madera semidura de 20 cm de diámetro.

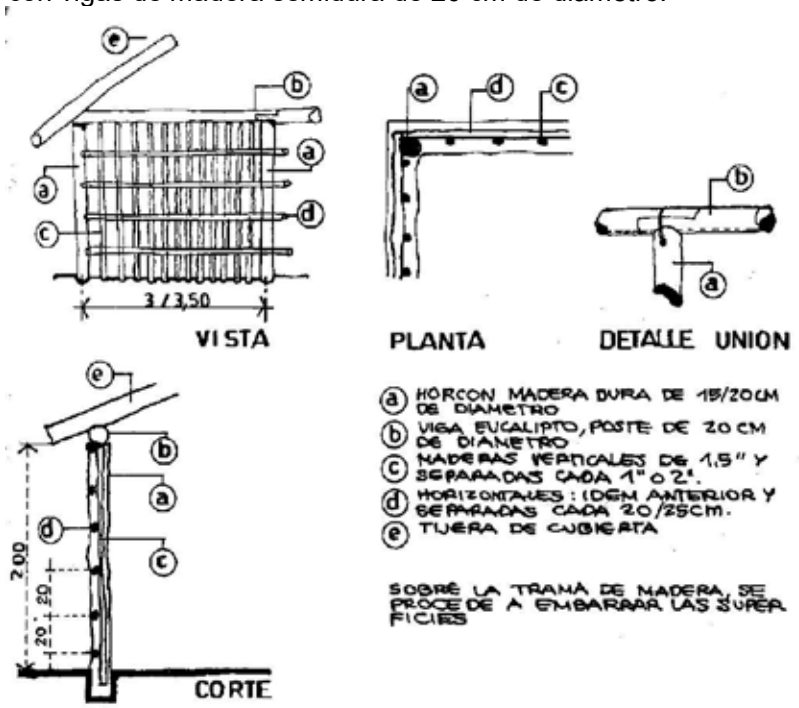
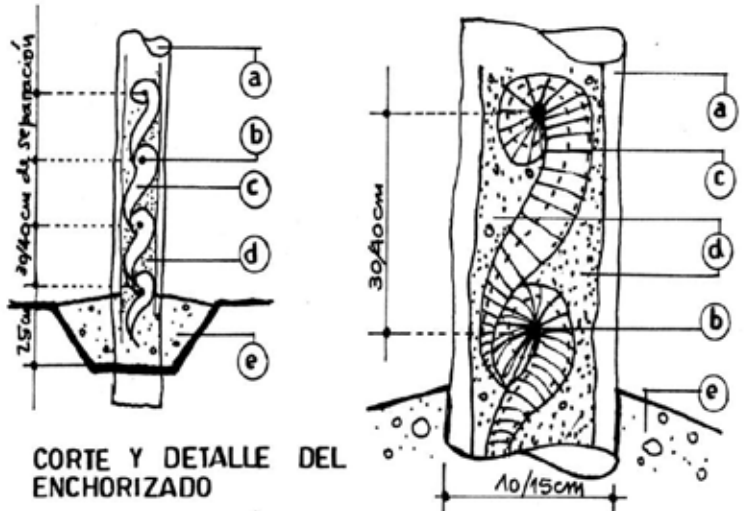


Fig. 1 – Muro de Estanteo (Salas 1990: 39)

- Muro de terrón: (Adobón) Solución frecuente en la zona de los Esteros del Iberá y de lagunas. Se realiza con terrones de tierra húmeda con su cubierta vegetal (de unos 5 cm), que se cortan de 20 cm x 30 cm con una altura aproximada de 8 cm que se colocan con el pasto hacia abajo, entre horcones separados 2 m a 2,5 m y se van apilando según las reglas de aparejo alineándolos con una guía de alambre.
- Pared francesa: Entre horcones de 10 o 15 cm de diámetro, separados 1 a 1,5 m, que además de estructura hacen las veces de moldes laterales, se colocan horizontalmente tacuaras (Guadua angustifolia) abiertas y clavadas, como encofrado perdido y luego se rellena con tierra. La terminación se realiza con barro alisado.
- Enchorizado: Entre horcones de madera dura, de 15/20 cm de diámetro, separados 2 a 2,5 m, se atan o pasan alambres cada 30 o 40 cm. De estos alambres se cuelgan trenzas de barro y paja cortadera de 4 cm de espesor que se ubican yuxtapuestas. Sobre la base consolidada de las trenzas, se revoca con una mezcla de barro, paja y cenizas. Todo el conjunto alcanza un espesor de 10 a 15 cm.



a. Horcón de madera dura.
b. Alambre de alambrado.
c. Trenza de barro y paja.
d. Revoque de barro, paja y cenizas.
e. Zanja para sellar el muro al terreno con mezcla de tierra y paja bien apisonada

Fig. 2 – Muro con Enchorizado (Salas 1990: 42)

- Muro de adobe: Ejecutado con adobes fijados con barro, protegidos con un revoque superficial enriquecido con cenizas y blanqueados a la cal.
- Techo de tierra: En las regiones más secas o de muy bajo régimen pluviométrico se utiliza terrones de tierra con material vegetal colocado sobre un entramado de madera semidura o dura con escasa pendiente, con el tiempo al crecer las raíces y las hojas "impermeabilizan" el techo.

Pero si se emplea solamente suelo humedecido y compactado, la relativa resistencia que adquiere, se reduce por la acción de la humedad y de las lluvias.
Las características climáticas de la región, de 1200 a 1500 mm de lluvia anuales, con concentraciones de hasta 200 mm diarios, temperaturas máximas de 42 ºC en verano y mínimas de –5 ºC en invierno, presencia de napas freáticas permanentes y fugitivas cercanas a la superficie, nos han determinado a usar tierra estabilizada.
El suelo mezclado con el cemento ha sido ampliamente estudiado a lo largo de los años y ha demostrado ser un material apto para la construcción de viviendas económicas y confortables ya que presenta las siguientes características:

- mejoran las propiedades resistentes y de durabilidad;
- posee baja conductibilidad térmica. Según experiencias realizadas por la PCA (Portland Cement Association), una pared de 20 cm de espesor de suelo-cemento provee la protección térmica de la mampostería tradicional de 30 cm.
- resistencia a la acción de los insectos;
- relativa impermeabilidad;
- facilidad de obtención, ya que se emplean suelos del lugar.

Por todo esto, se determinó la conveniencia de la ejecución de viviendas de suelo-cemento en distintos componentes: fundaciones, paredes y techos, orientándola a la autoconstrucción, es decir por medio de operarios no especializados.
Las técnicas constructivas con este material incluyen la ejecución de muros monolíticos y mampuestos, elaborando ladrillos o bloques en forma manual o con prensas.
Aproximadamente en el año 1993 se tuvo la oportunidad de visitar el prototipo de vivienda construido en la localidad de Campo Largo, Provincia del Chaco, en el cual se probó el sistema constructivo SU-MA ideado por el Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda del Chaco y el Instituto de Cemento Portland Argentino (ICPA), el sistema se describe en detalle en el boletín Nº 128 del ICPA.
Esta experiencia, resultó el punto de partida para comenzar a programar su empleo en viviendas de interés social en la Provincia de Corrientes. Esto exigió un mayor acercamiento al material y a las tecnologías de construcción existentes, para determinar sus características y propiedades.

Desarrollo de la Investigación:

a. Características del material:

El éxito de la construcción del muro de suelo-cemento dependerá de los siguientes factores:

- Tipo de suelo
- Contenido apropiado de cemento
- Contenido apropiado de humedad
- Adecuada compactación
- Curado

Suelo:

Según el ICPA "teóricamente, todo suelo exento de materia orgánica (capaz de impedir la hidratación del cemento), puede ser estabilizado con cemento" [2]. También muestra en la tabla que se transcribe a continuación, una serie de límites de dentro de los cuales se hallan las combinaciones de arena, arcilla y limo más recomendables.

CRITERIO	COMPOSICIÓN PORCENTUAL		
	ARENA	**ARCILLA**	**LIMO**
ICPA	70-85	5-10	10-20
HOUBEN	40-70	20-30	0-30
CINVA	45-80	suma: 20-55	
MERRIL	más de 50	suma: menor de 50	

Tab. 1: Fracciones recomendadas para elaborar Suelo-Cemento (Ledesma, 1986)

Para la ejecución de varias rutas de la provincia la Dirección Provincial de Vialidad de Corrientes realizó una serie de ensayos (análisis granulométrico y la determinación de los límites de Atterberg) para la clasificación del suelo de acuerdo a la H.R.B. (Highway Research Board). Del análisis de los datos relevados, se desprende que:

- el 57 % son suelos granulares; de los cuales el 53 % son suelos A-2-4;
- el 13,7 % son suelos limosos;
- y el 28,2 % son suelos arcillosos.

También, se estudiaron los datos preliminares del mapa de suelos de la provincia elaborado por el Gobierno de la Provincia de Corrientes, la Universidad Nacional del Nordeste y el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).

Este estudio solo abarca el centro oeste de la provincia y se extiende desde el Río Paraná hasta el Río Corrientes (alrededor de 460 000 hectáreas) e incluyó, entre muchos otros datos, el análisis de la distribución de las partículas por tamaño para distintos estratos. Se puede observar que en promedio, se tiene la misma tendencia que para el estudio de Vialidad Provincial.

Estos datos, aunque genéricos, nos permitieron comprobar la experiencia de 27 años de trabajo en obras en todo el territorio provincial, en los cuales se pudo observar que los suelos en su mayoría poseen altos porcentajes de arena y baja plasticidad, presumiéndose su aptitud para la aplicación de los mismos como material de construcción.

Otro de los proyectos de investigación en los cuales se ha comenzado a trabajar, es la elaboración de un mapa de suelos de la provincia, atendiendo a la aptitud de estos para su empleo en los proyectos de viviendas de suelo-cemento.

Para el análisis del material, se tomaron muestras del suelo proveniente del Barrio Pirayuí (en la periferia de la ciudad de Corrientes), empleado en la construcción de prototipos en las instalaciones del Campo Tecnológico y se programaron una serie de ensayos (Análisis Granulométrico s/ ASTM C 136 y Límites de Consistencia s/ ASTM D 4318), que nos permitieran Clasificarlo s/ ASTM D 2487 y s/HRB.

A continuación se describen en forma sintética los resultados obtenidos:

- Clasificación s/ Sistema Unificado de Clasificación de Suelos: **SM**, arenas limosas, mezclas de arena y limo. Con un 20% de partículas que pasan el tamiz Nº 200 y un 100% que pasan el tamiz Nº 4. Debido a la imposibilidad de efectuar la determinación de los límites de consistencia sobre las porción de muestra que pasó el tamiz Nº 40, se lo clasificó como NP (No Plástico).
- Clasificación s/ H. R. B.: **A - 2 - 4 (o)**, suelos con materiales granulares, grava y arena limosa

También se determinó la relación humedad óptima – densidad seca máxima, s/ Ensayo de compactación Proctor estándar (Juárez Badillo 1992:593), obteniendo una densidad seca máxima de 1.90 g/cm^3 para una humedad óptima de 9.5 %.

Contenidos de cemento y porcentajes de humedad

El suelo-cemento compactado debe contener una proporción de cemento que permita endurecer el suelo y de agua de manera tal de lograr la hidratación del cemento como así también una adecuada compactación de la mezcla en el molde.

Se efectuaron mezclas de suelo-cemento en distintas proporciones y para cada una se determinó la relación humedad óptima-densidad seca máxima (según ASTM D 558) y la resistencia a la compresión (según ASTM D 1633) de probetas con un contenido de humedad óptimo, que se rompieron a la edad de 28 días. Restan efectuar los ensayos de durabilidad de probetas confeccionadas con las distintas proporciones de suelo-cemento.

Además se confeccionaron probetas con el contenido de humedad correspondiente a la que se aporta en obra, que en general resulta de 5 ó 6 %.

Los resultados preliminares obtenidos se muestran a continuación:

PROPORCION DE S-C	**Humedad óptima** (%)	**Densidad seca máxima** (g/cm^3)
1-5	8.1	1.98
1-6	8.5	1.95
1-7	8.5	1.97
1-8	8.5	2.00
1-9	8.0	2.01
1-10	8.0	2.01
1-12	8.5	1.97
1-15	8.5	1.99

Tab. 2: Relación Humedad-Densidad

DOSIFICACIÓN	**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN** (Kg/cm^2)	
	Humedad de obra (5 %)	**Humedad óptima** (8.5 %)
1-5	116.00	196.00
1-6	102.00	136.00
1-7	101.00	129.00
1-8	93.00	104.00
1-9	77.00	81.00
1-10	**74.00**	**72.00**
1-12	70.00	60.00
1-15	65.00	56.00

Tab. 3: Comparativa de Resistencia a la Compresión

Es importante notar que a partir de la dosificación 1-10 (1 de cemento y 10 de suelo), aunque con la humedad óptima se obtiene una máxima compactación, la cantidad de agua en la mezcla hace disminuir la resistencia. Esto hace suponer (son necesarios más ensayos) que se debe determinar el **contenido de humedad más eficiente para la mezcla** considerando la proporción adoptada, de manera tal de conseguir mejores resultados en su comportamiento estructural.
Estos estudios preliminares, nos mostraron la importancia que adquiere el análisis del material antes de seleccionar la dosificación y la cantidad de agua que se aportará a la mezcla.

b. Tecnología de los Componentes:
Fundaciones
Considerando que el primer uso del suelo cemento fue como base o sub-base de rutas y caminos, inmediatamente surgió la idea del reemplazo del hormigón en las fundaciones, para lo cual se han efectuado los estudios preliminares y ensayos respectivos.
A partir del dato conocido que el peso de una vivienda social fluctúa entre 45 y 60 toneladas (dependiendo de la superficie y la tecnología empleada entre otros factores) y el suelo de la provincia en general tiene buen comportamiento ante estas cargas, es bastante común adoptar fundaciones de *zapatas corridas*; entonces se orientó la investigación hacia el empleo de mezclas de suelo-cemento en estos elementos. Su aplicabilidad obviamente dependerá del estudio del suelo respectivo.
Para la dosificación del suelo-cemento en las Zapatas Corridas, se consideró en una primera etapa, emplear una parte de cemento y doce de suelo (1:12) como se recomienda en la adaptación de la publicación de la Asociación Brasilera de Cemento Portland realizada por el Arq. Dardo Etchichury para ICPA. Pero las experiencias que se efectuaron en las construcciones de los prototipos, determinaron la conveniencia se utilizar proporciones de 1:10 a 1:8, dependiendo del tipo de suelo empleado, ya que se observaron problemas de fisuras y desgranamientos superficiales utilizando la proporción recomendada 1:12.
La construcción de las zapatas con este material mostró varias ventajas, facilidad y velocidad de ejecución y economía en materiales, ya que se empleó el mismo material de la excavación en la preparación de la mezcla.
Solamente en el caso de encontrar suelos muy arenosos, fue preciso emplear encofrados para su ejecución, lo cual también hubiera sido necesario en el caso de construir con materiales convencionales.
En el futuro se pretende realizar Plateas Armadas de suelo-cemento, reemplazando el acero por tacuaras (guadua angustifolia) cortadas en 2,5 a 3 cm de ancho y largos variables, para lo cual se confeccionó un modelo en escala real, el cual se halla expuesto a la acción de los elementos y de distintos tipos de cargas (puntuales, lineales y superficiales), para observar su desenvolvimiento, demostrando hasta el momento un comportamiento satisfactorio.

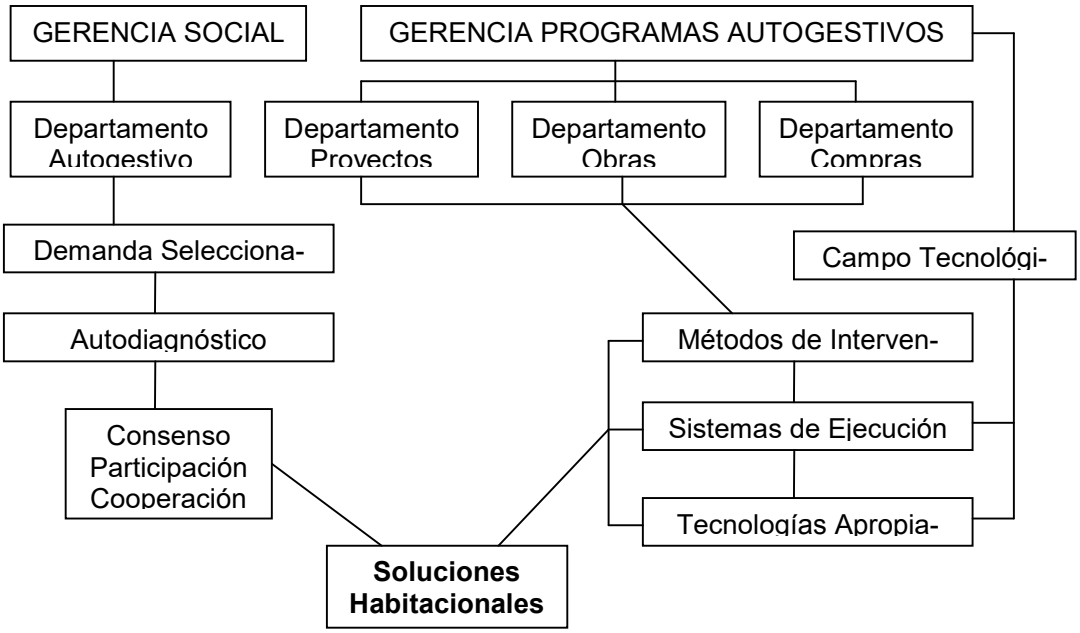
Paredes
Un elemento esencial de la ejecución de las paredes monolíticas es el encofrado empleado. Todo el conjunto de moldes, puntales, etc., debe resistir el empuje lateral de la mezcla y las vibraciones propias del proceso de apisonado; manteniendo el correcto nivelado y alineado.
A partir de una experiencia realizada en la localidad de Campo Largo, se confeccionaron los primeros moldes para las paredes con tablas dispuestas horizontalmente de madera de lapacho de 2.5 cm de espesor, abulonadas a una estructura de soporte con puntales de madera dura. El inconveniente que se observó en estos moldes fue su excesivo peso, ya que por el procedimiento de construcción, se montaban sobre la porción de pared ya ejecutada lo cual comprometía la estabilidad de todo el muro.
Se comenzaron a estudiar otras alternativas con maderas más livianas (pino y eucalipto), observándose la necesidad de contar con materiales muy bien estacionados, ya que de lo contrario, pequeñas deformaciones en las tablas, producían defectos sobre la terminación de la pared.
Debido a la presencia de fisuras en las juntas de trabajo horizontales (que se generan entre capas de suelo-cemento de distintas edades), se probó el empleo de moldes con el entablo-

nado dispuesto en forma vertical, de manera de ejecutar paredes en fajas de 0.70 m de ancho por 2.60 m de alto. Este sistema no dio resultado, ya que las juntas verticales eran más significativas que en caso anterior y requería una estructura de soporte importante, con el fin de soportar el peso del operario que efectuaba el llenado y compactación del molde, por lo que se descartó su empleo.
Paralelamente a los trabajos de investigación que se desarrollaban en el Campo tecnológico, surgió la oportunidad de construcción de un muro de gran extensión (aproximadamente 600 m) en la Unidad Carcelaria Nº 6 de San Cayetano. Previendo la repetición de las tareas, la frecuencia de trabajo y la movilidad que iban a necesitar los moldes, estos se diseñaron con una estructura de chapa plegada y un sistema móvil con ruedas y encastres, apoyados sobre la fundación, que permitía la ejecución del muro en serie. La construcción se realizó en fajas de 3 m de ancho, 2.80 m de alto y 0.15 m de espesor, interponiendo entre ellas columnas de HºAº de 15 x 20 cm, como elementos de sostén. Cabe aclara que en este caso se usó una mezcla de suelo, cemento y escombros molidos para reciclar material de demolición, la cual dio excelentes resultados en cuanto a resistencia.
Actualmente se están probando moldes fijos con la altura total del cerramiento, rodeando todo el perímetro interno del prototipo y un molde exterior móvil de 0.70 m de altura, de esta manera se busca erigir todos los paramentos simultáneamente, con lo cual no se generan juntas de trabajo verticales, ni problemas de fisuras en los encuentros de muros.
En todas las publicaciones consultadas, se destaca la importancia de un buen curado con humedad por 7 días, cubriendo del sol y el aire directo. En aquellos casos en los que no se cumplió con este requerimiento, se observó descascaramiento y/o fisuras.
Se está probando el empleo de moldes forrados interiormente con polietileno de 200 µ, con el fin de generar una superficie terminada lo más lisa posible, evitar la adherencia de la mezcla a los moldes y además mejorar las condiciones durante el curado, ya que las altas temperaturas, variaciones de humedad y la acción del viento generan problemas en este sentido.

Techos
La incidencia del costo de la chapa de HºGº B.W.G. Nº 24 en el precio del componente y las variaciones que el mercado propone de sus características técnicas (menores espesores, durabilidad del galvanizado, etc.), incentivaron la búsqueda de alternativas.
Observando el hecho que en la región norte de la Argentina es común el uso de suelo como techo en viviendas rurales con excelentes resultados en cuanto aislamiento y durabilidad, aunque dudoso sanitariamente; se concibió la adaptación de suelo cemento monolítico con la incorporación de poliestireno expandido (EPS) molido en proporción 1:5:10:1/2 (cemento, suelo, EPS y adhesivo p/ cerámicos), sobre film de polietileno de 200mc y esto sobre machimbre y estructura de madera proponiendo como terminación un alisado de cemento con hidrófugo, reforzado con tejido de alambre hexagonal galvanizado.
Actualmente se intenta mejorar este sistema, confeccionando losetas del mismo material, que puedan ser colocadas sobre el machimbre, permitiendo un mayor control, velocidad y practicidad de ejecución.

Propuesta de aplicación
De acuerdo a lo visto en el punto 3, la población en general tiene cierto rechazo al uso de la tierra cruda en la construcción; se decidió entonces en una primera etapa, su aplicación en un programa de vivienda rural, pues el campesino por usos y costumbres (ver punto 5) no tiene una relación tan conflictiva con este material.
Paralelamente al proceso de desarrollo tecnológico descrito en el punto 6 y a partir de la Resolución Nº 003 del IN.VI.CO. del año 2001 que trata sobre la problemática del poblador rural, se ha implementado el Programa Hábitat Rural para la Provincia de Corrientes, que tiene por objetivo asegurar el arraigo y la permanencia del campesino en su medio, mejorando su calidad de vida.
Considerando la dificultad de la contemporaneidad del trabajo interinstitucional y las exigencias que el mismo FO.NA.VI. plantea (regularización de tierras, recuperación del crédito,

etc.) el IN.VI.CO. ha decidido intervenir detrás de los programas exitosos de distintas entidades: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto Provincial del Tabaco (IPT), Programa Social Agropecuario (PSA), Instituto Correntino del Agua y el Ambiente (ICAA); a modo de conciliar los distintos intereses, las incompatibilidades y las diversas coyunturas que la problemática rural nos plantea.
Para éste fin el IN.VI.CO. encargó a la Gerencia de Programas Autogestivos y a la Gerencia de Asuntos Sociales resolver las cuestiones operativas referidas a la concreción de un Proyecto de Vivienda Rural Dispersa a aplicar en las zonas previamente seleccionadas y que reunieran los requisitos que la investigación puntual y los propósitos propios demanden, funcionando de acuerdo al siguiente esquema operativo:



Esquema Operativo de Gestión Participativa

Como resultado de estas gestiones las demandas canalizadas a través de Asociaciones, Intendencias, Cooperativas o la registrada en el IN.VI.CO. es atendida a través de Convenios y/o mecanismos de interconsulta, en los cuales se prevé la formación de talleres participativos grupales y familiares a los efectos de consensuar, de acuerdo a las necesidades y expectativas, la oferta. Gracias a la generación de este ámbito, fue posible dar a conocer, debatir, aceptar, rechazar y/o reproponer, métodos de intervención, sistemas de ejecución y tecnologías apropiadas, que invariablemente se adecuan a las circunstancias rurales y son constatados por la experiencia profesional.
Actualmente se encuentran en ejecución, con este esquema de trabajo, 35 viviendas rurales dispersas, en la localidad de Colonia Carolina departamento de Goya y programadas otras 72 viviendas en distintas localidades, con diversos componentes de suelo cemento.

Diseño de viviendas y comentarios finales
Los criterios que primaron para proyectar los prototipos fueron básicamente:
a. Plan de necesidades consensuado.
b. Adecuación climática.
c. Adaptación de la tecnología propuesta.
d. Logística para vivienda rural dispersa. (Dispersión hasta 30 km.)
e. Sistema de ejecución por autoconstrucción asociada y asistida.

En las figuras se muestran el diseño y construcción del prototipo que se ejecutó en las instalaciones del Campo Tecnológico según los criterios anteriormente expuestos, como demostración de la factibilidad de la aplicación del suelo cemento en distintos componentes de la vivienda social.

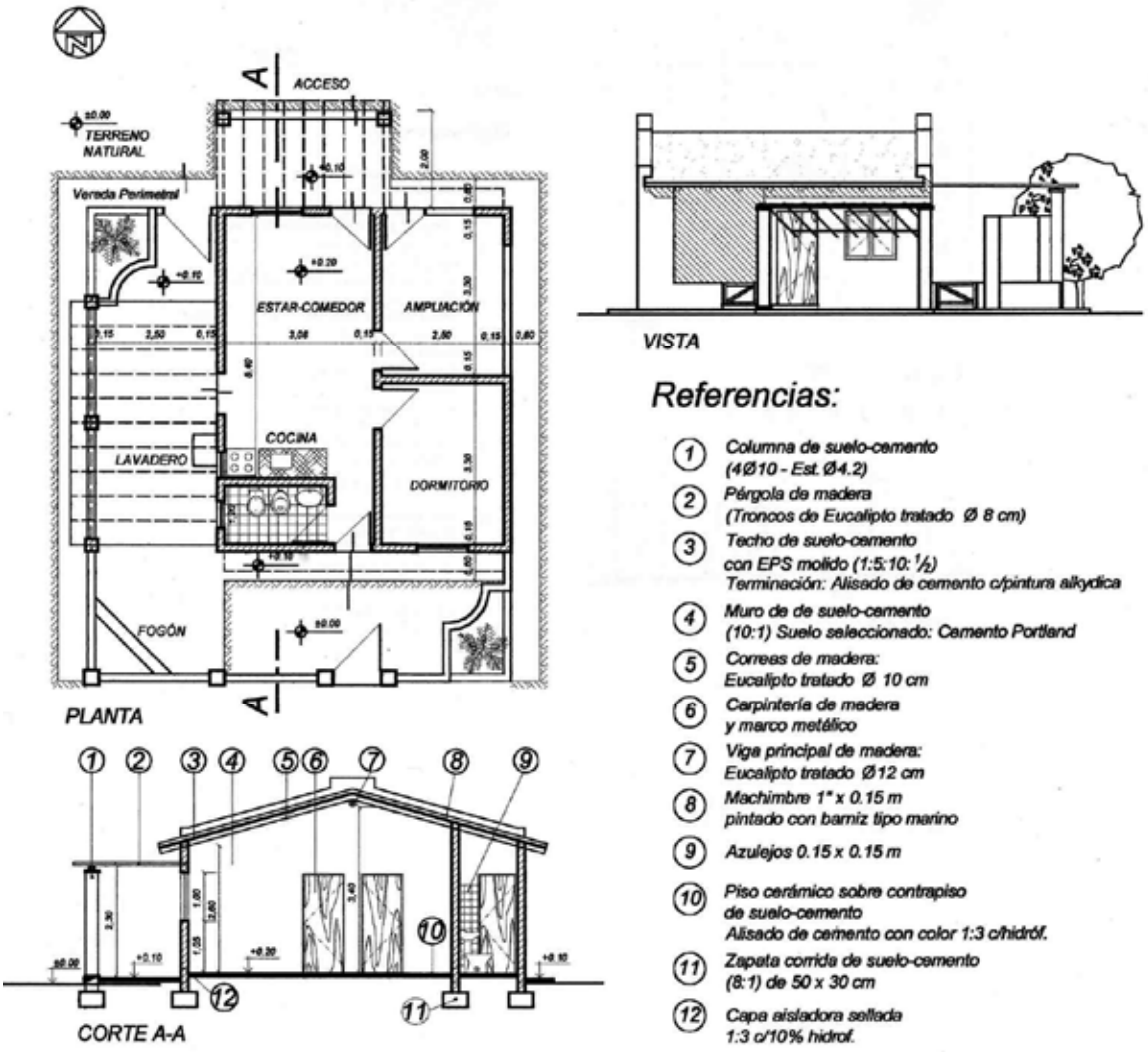


Fig. 3 – Prototipo de suelo-cemento para vivienda. (Diseño de autores)

Vale aclarar que como resultado de los talleres grupales y familiares, de los mecanismos de interconsultas y de las necesidades de las zonas a atender; se obtienen tendencias de uso, características espaciales y simbólicas, y aspiraciones que no pueden ser resueltas en un solo prototipo. Por lo tanto lo que se oferta comprende un abanico de respuestas compatibilizadas con el objetivo institucional de lograr soluciones lo más extendidas posibles, resultando que "el prototipo" es el esquema de trabajo.

El empleo del suelo cemento tiene particularidades diferentes en relación con la construcción tradicional, por lo tanto su aceptación en viviendas de interés social, va a depender del resultado de las investigaciones y de su progresiva aplicación racionalizada en ámbitos rurales y urbanos.

En resumidas cuentas, que la actual Política de Vivienda admita la implementación de éste tipo de tecnologías que son concurrentes con los principios del confort humano y el cuidado del medio ambiente, componentes indispensables de la calidad de vida; demuestran una interesante tendencia a la democratización del poder, proponiendo otro tipo de relación entre el estado y el individuo , y en donde se abre un espacio de reflexión sobre los niveles y límites actuales que la participación popular tiene en la sociedad.



Fig. 4 – Prototipo de suelo-cemento en construcción

Notas y citas

[1] Rancho: Vivienda rural construida con materiales de la locación.

[2] Cita textual extraída de la publicación de la "Conferencia sobre Ventajas del Suelo-Cemento en la Construcción de Viviendas", pág. 3, (Ledesma, 1986)

Bibliografía

*BARRETO, Miguel Angel. *La Imagen de la Vivienda.* Ed. Universitaria de Misiones. Argentina. 2000

*DÁRDANO, Carlos Alberto. *Nuestro Clima y la Arquitectura.* Fac. de Arquitectura y Urbanismo. Argentina. 1975

*DE RIZ, Liliana y PONTANTIERO, Juan Carlos. *Aportes para el Desarrollo Humano de la Argentina. Un Enfoque Integral.* PNUD. Argentina. 2002

*ETCHICHURY, Dardo. *Construcción de viviendas económicas con suelo-cemento monolítico*. Adaptación de la publicación realizada por la Asociación Brasilera de Cemento Portland. ICPA. Argentina. 1988

*GALLINO YANZI, Carlos. *El Proceso de Urbanización y las Soluciones Habitacionales en el Medio Rural.* Informe PROMSA. 1997

*GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES, UNNE, INTA. *Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes.* Primera Etapa. Informe Preliminar. Argentina. 1970.

*ICPA. "Original sistema constructivo de Viviendas Económicas haciendo máximo uso de materiales regionales". En: Boletín Nº 128. Argentina. 1989.

*JUÁREZ BADILLO, E., RICO RODRÍGUEZ, A. *Mecánica de Suelos.* Tomo I. Limusa. México. 1992

*KLESS, Delia R. y NATALINI, Mario B. "Fabricación de Componentes Modulares para la Construcción de Viviendas de Bajo Costo utilizando Suelo-Cemento". En: www.unne.edu.ar/cyt/tecnologicas/t-015.pdf

*KLIKSBER, Bernardo. "Administración Pública en América Latina: Promesas, Frustraciones y Nuevas Búsquedas". *Seminario Gerencial, Nuevos Modelos e Instrumentos para la Alta Dirección en la Gestión Pública. Corrientes.* Argentina. 2004

*KLIKSBER, Bernardo. "El Capital Social y la Cultura. Las Dimensiones Postergadas del Desarrollo". *Seminario Gerencial, Nuevos Modelos e Instrumentos para la Alta Dirección en la Gestión Pública. Corrientes*. Arg. 2004

*LEDESMA, José.*Ventajas del suelo-cemento en la construcción de viviendas.* Depto Prom Técnica, ICPA. 1986.

*LUHMANN, Niklas. *Die Gesellschaft der Gesellschaft.* Alemania. 1997

*LUHMANN, Niklas. *Complejidad y Modernidad: de la Unidad a la Diferencia.* Trotta. España. 1998

*MINKE, Gernot. *Manual de Construcción para Viviendas Antisísmicas de Tierra.* Kassel. Alemania. 2005

*PINTOS, Juan Luis. "Construyendo Realidad (es): los Imaginarios Sociales". En: *Revista Realidad Nº 1.* U.A. J. F. Kennedy. 2001

*POPOLIZIO, Eliseo. Cap. "Corrientes, Taragüi". En: *CORRIENTES/Argentina.* Manrique Zago. Argentina. 1995.

*SALAS, Andrés Alberto. *Hábitat Litoraleño.* Aguaradas. Argentina. 1990.

*SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA DE LA NACIÓN. "Viviendas y Soluciones Habitacionales, Período 1976/2003". En: *Revista Consejo Nacional de la Vivienda Nº 14.* Argentina. 2005.

*SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA DE LA NACIÓN. "Centro de Experimentación de Tecnologías Aplicadas NEA - Litoral". En: *Revista Consejo Nacional de la Vivienda Nº 15.* Arg. 2005. 12-14.

*SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO. *Análisis de Situación.* Provincia de Corrientes. Argentina. 2000

*SUBSECRETARÍA DE VIVIENDA y FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA U.B.A. *Hábitat Rural y Pequeña Producción en la Argentina*. Informe Final. Argentina. 1996

*VELASCO, Omar Luis. "Realidad y Realidades". *Taller: Reflexiones sobre Esfuerzo Propio y Ayuda Mutua.* IN.VI.CO. Argentina. 2004.

Francisco Luciano

Arquitecto, egresado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste. 1987
Director de Obra. Instituto de Vivienda de Corrientes. Gerencia de Programas Autogestivos.
Línea de Trabajo: Coordinación de las Actividades del Campo Tecnológico. Investigación de Tecnologías Apropiadas
Cursos: Curso de Post-Grado "Planificación Participativa y Hábitat Popular". FADU – UBA – UNNE. 1998
Patología de la Construcción. 1997.
Método de Diseño Livingston. 2003.

Máximo R. Brade

Ingeniero Civil, egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste. 1980
Director de Obra. Instituto de Vivienda de Corrientes. Gerencia de Programas Autogestivos.
Línea de Trabajo: Investigación de Tecnologías Apropiadas.
Cursos: Curso de Post-Grado "Patología del Hormigón". UNNE. 2004

Elvio Rubén Garay

Ingeniero en Construcciones, egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste. 1981
Director de Obra. Instituto de Vivienda de Corrientes. Gerencia de Programas Autogestivos.
Línea de Trabajo: Investigación de Tecnologías Apropiadas.
Cursos: Control de Gestión. CFI. Corrientes. 1981
Ley de Obras Públicas. DPEC. Corrientes. 1983
Manejo Integral de los Recursos Hídricos. UNL. Santa Fé. 1986
Primer Congreso de Vialidad Urbana de la República Argentina. Comisión Permanente de Vialidad Urbana de la República Argentina. Villa Carlos Paz – Córdoba. 1.983
Terceras Jornadas del Paraná Medio. UNNE. 1.981
e-mail: ingemelli@yahoo.com.ar

Norberto Roque Mercanti

Arquitecto, egresado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste. 2001
Director de Obra.Instituto de Vivienda de Corrientes. Gerencia de Programas Autogestivos
Línea de Trabajo: Investigación de Tecnologías Apropiadas.
Cursos:
Pavimento de hormigón armado.
Suelo Cemento.
Pilotajes.
Carga y manipuleo de mercaderías peligrosas y contenedores.
Proyección y Desarrollo de la Hidrovía y la vía fluvial Alto Paraná.
Marketing y estrategias para el MERCOSUR.
Planificación portuaria.
Planificación del transporte multimodal.
Patología de la construcción.
e-mail: nrmercanti@yahoo.com.ar

Jirina Cecilia Tirner

Estudios en curso: Ingeniería en Construcciones. Universidad Nacional del Nordeste
Jefe de Laboratorio. Instituto de Vivienda de Corrientes. Gerencia de Programas Autogestivos
Línea de Trabajo: Investigación de Tecnologías Apropiadas
Cursos:
Introducción a la Elaboración de Informes Técnicos y Científicos. Secretaria de Extensión Universitaria de la Facultad de Ingeniería. UNNE. 2003
Importancia de las Patentes en la Docencia, Investigación y Transferencia de Tecnología. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UNNE. 2000
El Proceso de Investigación: Área de Tecnología y Diseño. UNNE. 2001
Becas: Reciclaje y Reutilización de los residuos de la Construcción. Otorgó: Secretaria de Ciencia y Técnica de la UNNE; 2000 – 2001.
e-mail: jtirner@yahoo.com.ar

6.5

INTERVENCIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA VIVIENDA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES Y LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN VENEZUELA

Nory Pereira Colls, Nelly Mejía Barrios
Facultad de Arte de la Universidad de los Andes-Centro de Investigaciones de la Vivienda (CINVIV) Facultad de Arquitectura y Diseño (FADULA). Venezuela. Tlf. 58-0274-2401949.Email: norypc@ula.ve
Centro de Investigaciones de la Vivienda (CINVIV) Facultad de Arquitectura y Diseño de La Universidad de Los Andes (FADULA), Email: nelly@ula.ve Tlf. 58-0274-2401940

Palabras clave: tierra-diseño-construcción

Resumen
Se puede afirmar que a partir del reconocimiento del Estado de la importancia de las organizaciones vecinales como un componente fundamental del desarrollo, manifestada explícitamente en la Constitución del año 1999, en los últimos cinco años se ha consolidado la participación comunitaria en la consecución de distintos programas y proyectos. Sin embargo, no se puede obviar el papel tan importante que ha tenido durante más de cuarenta años el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (hoy Ministerio de Salud y Desarrollo Social), en el desarrollo de proyectos de vivienda en los cuales la organización y participación comunitaria ha sido el elemento fundamental. Estos programas son conocidos como Programas de Vivienda Rural y hoy día dependen del Ministerio de Infraestructuras.
También es innegable el aporte que las Universidades han realizado en este sentido, ya que son los organismos que, en alguna medida, han asumido planes y proyectos que han significado la incorporación de las comunidades en la toma de decisión y ejecución de determinados proyectos; especialmente los vinculados con el tema de la vivienda y la construcción con tierra.
El presente trabajo es el resultado de investigaciones aplicadas y desarrollos experimentales que ha venido realizando el Centro de Investigaciones de la Vivienda en comunidades rurales de la región occidental del país; particularmente en aquellos donde el material tierra ha sido el principal componente constructivo. Pero más allá de su significado tecnológico, lo relevante de estas experiencias ha sido la pertinencia de los trabajos en el tema del mejoramiento de la calidad de vida y la incorporación de estas comunidades en el desarrollo de los proyectos.

Los proyectos

La innovación tecnológica en Venezuela de una manera u otra ha estado definida por el papel que ha jugado la Universidad y los institutos de educación universitaria en el ámbito nacional. Por su parte el Centro de Investigaciones de la Vivienda tiene como premisa el estudio de nuevas propuestas tecnológicas y tipológicas para viviendas localizadas en diferentes pisos climáticos a nivel rural, propiciando la inserción del habitante rural en la solución de su propia problemática habitacional, el uso de tecnologías tradicionales mejorando su comportamiento estructural y el acercamiento entre la universidad y los organismos oficiales para elaborar propuestas conjuntas de investigación y desarrollo, dentro de estas propuestas presentamos cinco proyectos enmarcados en la transferencia tecnológica en construcciones con tierra.

PROYECTO 1: "UNA TECNOLOGÍA PILOTO PARA RESOLVER PROBLEMAS DE HÁBITAT A SECTORES DE BAJOS INGRESOS" (1987)

Responsable: Arq. Beatriz Hidalgo
Justificación: Este trabajo forma parte de un programa que trata de incentivar e integrar a comunidades para reconstruir su hábitat en función de lograr una mejor calidad de vida.

Ubicación: Se escogió la comunidad campesina de Los Arangues, ubicada en el Distrito Torres, Estado Lara, Región Centro-Occidental de Venezuela.
Población: 1200 habitantes.
OBJETIVOS:
Generales:

- Búsqueda de una metodología de la participación para la autogestión y autoconstrucción comunitaria.
- Iniciar un proceso de reeducación de los agentes que intervienen en el proyecto.

Particulares:

- Creación de un ***"Taller de desarrollo experimental en arquitectura de tierra"*** con la participación de la comunidad.
- Proyecto y construcción de un Programa de viviendas para 70 familias.

DESARROLLO DEL PROYECTO:
ETAPA I. PRELIMINAR (1.987 – 1.989).
Corresponde al planteamiento inicial del proyecto ***"La vivienda en la arquitectura venezolana desde sus orígenes. En función de planteamientos de tecnologías alternativas"***; captación de recursos humanos; selección del lugar para el desarrollo de la fase experimental y búsqueda de financiamiento.
ETAPA II. TRANSICIÓN (1.989 – 1.991).
Corresponde a la transformación del planteamiento inicial del proyecto en línea de investigación denominándose ***"Una tecnología piloto para resolver problemas de hábitat a sectores de bajos recursos. Caso de estudio Los Arangues"***, financiado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (CDCHT); se firma un convenio con el Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI).
ETAPA III. CONSOLIDACIÓN (1.991 – 1.995).
En esta etapa se implantan principios, premisas y conceptos teóricos dentro de lo que corresponde al área de ***"Las tecnologías socialmente apropiables"***, financiada por un convenio firmado con el Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI) y el Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI); apoyo logístico, administrativo y moral por parte del CDCHT.

Dentro de los Procesos de Gestión y trabajo en obra con la participación comunitaria tenemos:
Gestión:

- Organizar la participación de la familia y la comunidad (financiamiento, asesoría, etc.)
- Escoger el o los terrenos de los cuales se sacarán los préstamos de tierra para los adobes.
- Organizar un banco de adobes comunitario.
- Buscar terreno con ubicación conveniente.
- Gestionar ante el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales los permisos para los cortes de madera.
- Siempre es bueno crear un banco colectivo de materiales, pues al comprar al mayor los precios bajan.
- Este tipo de gestión es deseable que se realice conjuntamente con la institución que funge de ente financiero, por sus facilidades.
- En el caso de no poder legalmente conseguir madera para la estructura, se trabajaría con otro material. Por ejemplo Acero.
- Gestión de madera aserrada para puertas y ventanas, organización de grupos para adquisición de madera.
- Gestión de materiales para instalaciones con modelo de banco de materiales para la construcción.

Fabricación de Adobes:
TECNICOS: Fabricación de gaveras, supervisión de mezclas.
FAMILIA: Búsqueda, acarreo y corte de paja (para mezcla).
CONVITE: Hechura de mezcla para adobes. Fabricación de adobes. Traslado de adobes a sitio de secado.

Construcción de cimientos y sobrecimientos
TECNICOS: Replanteo de la casa. Supervisión de: mezcla, zanjas para cimientos, construcción de cimientos y sobrecimientos.
FAMILIA: Búsqueda, acarreo y corte de paja.
CONVITE: Búsqueda y acarreo de tierra y piedra. Construcción de cimientos y sobrecimientos.

Construcción de muros.
TECNICOS: Nivelación de hiladas. Supervisión de mezclas. Construcción de anillo o lazo. Tratamiento de madera.
FAMILIA: Búsqueda, acarreo y corte de paja. Hechura de mezcla para pega de adobes.
CONVITE: Construcción de muros. Acarreo de adobes.

Dinteles y mochetas.
TECNICOS: Cortar la madera a sus medidas correspondientes. Supervisar construcción y colocación de piezas.
CONVITE: Montaje de mochetas y dinteles

Soleras y viguetas.
TECNICOS: Verificar tratamiento de la madera. Cortar la madera a su medida. Supervisar montaje de techo
CONVITE: Montaje de la estructura del techo

Techos, puertas y ventanas.
TECNICOS: Supervisar montaje de latas y torta. Supervisión de frisado.
FAMILIA: Preparación de mezclas para friso y encalado. Hacer puertas y ventanas.
CONVITE: Montaje de latas, papel y mezcla de torta. Frisado y encalado.

Instalaciones eléctricas y sanitarias
TECNICOS: Montaje de mangueras con los recorridos. Montaje de cables. Construcción de la poceta abonera seca. Construcción del piso.

RESULTADOS:

- Elaboración de una parte del Taller de prototipo de vivienda.
- Aprendizaje de la tecnología de fabricación de adobe.
- Creación de fuentes de trabajo.
- Elaboración del manual de construcción "Así se construyen las viviendas en Los Arengues" 1994.
- Integración del eje Investigación-Docencia-Extensión.
- Construcción de viviendas.

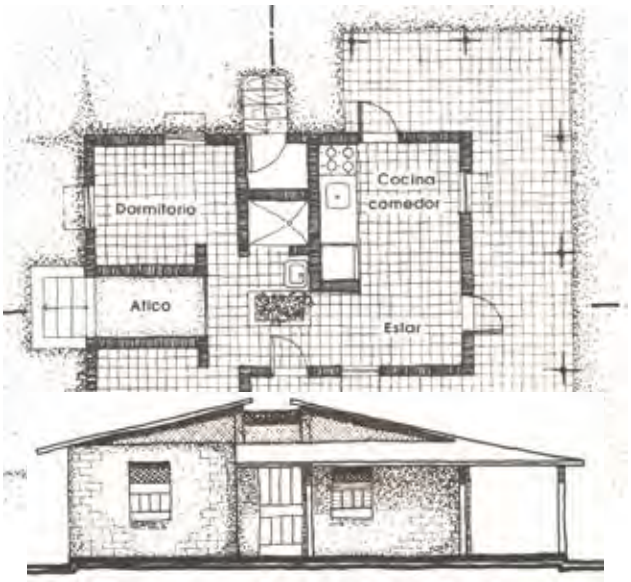


Fig.1 Planta Arquitectónica y fachada de la vivienda tipo.

PROYECTO 2: "UN DESARROLLO DE VIVIENDA PARA LA COMUNIDAD LA PASTORA. UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA SOCIALMENTE APROPIADA". (1989)
Responsable: Arq. Beatriz Hidalgo
Ubicación: 30 Km. de Los Arangues, en el Municipio Torres del Estado Lara.
Objetivos:

- Proyectar y ejecutar un programa de desarrollo residencial para empleados y obreros del Central Azucarero "La Pastora, incluyendo urbanismo y viviendas.
- Asentar las bases de una tecnología adecuada a las condiciones generales de la región y con formas específicas de aplicación, esto significa ***"efecto multiplicador".***

DESARROLLO DEL PROYECTO:
ETAPA I. PRELIMINAR.
Planteamiento inicial del proyecto: Crear una solución prototípica integral, adecuada a los requerimientos del grupo poblacional basándose en la experiencia desarrollada en la comunidad de Los Arangues y aplicándola en este proyecto.

ETAPA II. TRANSICIÓN.
Transformación del planteamiento inicial del proyecto en línea de investigación. Se designó a una tesista de pregrado de Arquitectura para realizar el proyecto con la tutoría y asesoramiento de investigadores adscritos al CINVIV y coordinado con la Fundación La Pastora y un grupo de beneficiarios. Se proyectó una vivienda unifamiliar de crecimiento progresivo, con área de construcción inicial de 78,42 m².

El proyecto de urbanismo se desarrolló en tres lotes de terrenos, denominados A, B y C, dispersos dentro del perímetro del poblado, debido a la escasez de terrenos propicios para la construcción completa de un solo desarrollo habitacional dentro de un mismo terreno.

ETAPA III. CONSOLIDACIÓN.
En esta etapa se establecieron principios, premisas y conceptos teóricos dentro de lo que corresponde al área de "Las tecnologías socialmente apropiables".

RESULTADOS:
Se desarrolló el urbanismo paralelo a la construcción del prototipo de viviendas.
Participación de la comunidad en la fabricación de adobes.
Construcción de 22 viviendas; una se utiliza como Centro Comunal.

PROYECTO 3: ALDEA ECOLÓGICA "EL ESTANQUILLO". (1997)
Responsable: Arq. Emigdio Araujo
Ubicación: La comunidad de "El Estanquillo" está ubicada al sur de la ciudad de Mérida aproximadamente a 30 Km, en el Municipio Autónomo Sucre, Parroquia San Juan de Lagunillas, en el sector denominado El Estanquillo Alto, localizado al lado del asentamiento Piedras Negras, en terreno propiedad del Instituto Agrario nacional (IAN)
Población: 1.300 habitantes, con una actividad económica de tipo agrícola, predominando el cultivo de la caña de azúcar.
Justificación: Es un proyecto de investigación y desarrollo, donde se enfoca, con una visión amplia y holística, el problema de la vivienda, teniendo como finalidad mejorar la calidad de vida de la comunidad con base en la organización y participación comunitaria.

OBJETIVOS:

Generales:

Orientar y organizar a la comunidad para construir un hábitat apropiado para mejorar su calidad de vida, participando tanto en la elaboración del proyecto como en la creación de microempresas de base tecnológica.

Particulares:

- Organizar a la comunidad para desarrollar un programa de viviendas saludables.
- Dictado de cursos para la creación de microempresas para la construcción
- Diseñar y construir prototipos de vivienda adecuadas a las condiciones climáticas de la zona.
- Elaboración de un manual de construcción de viviendas con tecnología apropiada que permita la transferencia tecnológica.

Metodología: El aspecto metodológico con el cual se abordó el proyecto, considera tres acciones básicas: ***la investigación, la participación y la acción.***

Tomando en cuenta la metodología, se realizó un diagnóstico situacional enfocado en aspectos social, ambiental y físico.

En cuanto a lo social y ambiental, se realizaron censos y encuestas, para obtener los datos correspondientes a: Sexo, edad, estado civil, procedencia, tiempo de residencia, enfermedades parasitarias, embarazo precoz, enfermedades infecciosas (bronquitis, dermatitis y amigdalitis), enfermedades hídricas (diarrea), violaciones, nutrición, hacinamiento.

Además del diagnóstico situacional, se realizó un programa de educación enfocado en dos aspectos: salud y participación.

En lo que se refiere al programa de educación para la salud, la orientación está dirigida a la higiene personal y de la vivienda, nutrición y medidas preventivas de higiene.

Con respecto al programa de educación para la participación, se inicia y se formaliza la gestión compartida con la comunidad así como la integración de diferentes instituciones.

Actores:

Este proyecto que se desarrolló bajo la idea de gestión compartida, involucra distintas personalidades, instancias y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, entre ellas: la comunidad organizada, La Universidad de Los Andes a través del centro de Investigaciones de la Vivienda (CINVIV), Malariología, Centro de Salud en la Vivienda, Gobernación del Estado Mérida, Alcaldía del Municipio Sucre, Instituto Agrario Nacional (I.A.N), Ministerio de la Defensa y la Escuela Granja, entre otros.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto de gesta para albergar 231 personas distribuidas en 42 familias, donde se diseña un parcelamiento sobre la base de una organización física que permita fortalecer las relaciones sociales entre las familias que participan de este programa. Las viviendas se disponen alrededor de un espacio común, organizados en cuatro sectores o condominios al centro de las respectivas áreas privadas donde se localizan las viviendas conformada por un conjunto de parcelas bifamiliares de forma rectangular en un número de 6 a 16 viviendas por sector.

Para el diseño del prototipo se realizó un levantamiento físico de las viviendas de la zona, tomando en consideración los aspectos tipológicos y culturales, a fin de dar una respuesta que se adaptara al medio y se mantuviera dentro del contexto, esto con la pretensión que el usuario se sienta identificado con el modelo de la vivienda propuesta. Igualmente se consideran las necesidades de la familia y de la comunidad, tipo de trabajo que realizan, el nivel de conocimientos de las técnicas constructivas, lo cual es necesario en este tipo de organización, para que la colaboración del usuario y de la comunidad en la elaboración de su vivienda propia tenga éxito.

Espacialmente la vivienda es de forma rectangular, con techo a cuatro aguas con quiebre de pendiente en el área frontal, la cumbrera se ubica en el eje longitudinal de la vivienda, este tipo de cubierta es resultado de la herencia dejada por los españoles en nuestro país.
Con área de 90 m², consta de un porche central, lugar de estar de la casa y espacio de transición del exterior con el interior, lugar típico en las regiones de estas características climáticas, este porche o corredor da acceso a la sala, espacio de menor tamaño que funciona como eje de distribución de la vivienda, comunicando el comedor, la cocina baño y dormitorios, el área de servicios esta ubicada al exterior al lado lateral de la construcción, así como un patio que sirve de área común para cada sector o conjunto de viviendas, remembrando la estructura de la vieja casa colonial o de las viejas haciendas. Son espacios que sirven para realizar las actividades recreativas, de esparcimiento y reuniones sociales.



Figura 2.- Vivienda bifamiliar.

Para el sistema constructivo se consideraron las características mas importantes de la zona, en cuanto a materiales y técnicas constructivas autóctonas y un aspecto muy importante como lo es la seguridad estructural ante el riesgo sísmico, por ser ésta una región desde el punto de vista sísmico de alto riesgo. Su estructura está definida por el sistema de mampostería estructural de bloque prensado con consideraciones sismorresistentes estabilizado a base de cemento en una máquina CINVA-RAM, la cual trabaja a base de compactación por el esfuerzo humano, con estructura de techo de madera o tubo pulido y cubierta de teja a la vista, en cuanto los cerramientos de puertas y ventanas son elaborados en madera y el acabado de piso en material cerámico.

La vivienda se estudió bajo el concepto de “caja estructural”, por las características de fragilidad del adobe, por ende se propuso la construcción de Vigas de riostra sobre muros ciclópeos y rafas a una altura de 1.2 mts por las características del ancho del adobe, y una viga de corona que remata el muro y distribuye las cargas del techo, a pesar de que el techo está constituido por cerchas de madera o de tubo pulido que descargan sobre las uniones de las paredes de adobe trabadas. Otra consideración sísmica es el refuerzo en las esquinas, por ambas caras de la pared, con una malla metálica electrosoldada la cual va anclada desde la riostra hasta la viga de corona en un ancho de 50 cms, conectada por estribos de diámetro 3/8” entre una malla y su opuesta, todo esto recubierto con un mortero de cemento y arena gruesa, lo cual determina un confinamiento en la zona y permite crear una especie de columna en ele muy resistente desde el punto de vista de la rigidez del elemento.

Con respecto a este sistema se rescató un modelo constructivo a base de tierra, utilizando mano de obra y materiales de la zona propiciando la transferencia tecnológica, la cual dio como resultado la generación de empleos y la creación de microempresas, fortaleciendo de esta forma la economía de la familia y mejorando su calidad de vida.

RESULTADOS

- Se plantea el concepto de reciclaje para la recolección y el tratamiento de los desechos sólidos.
- Organización y participación de la comunidad.
- Transferencia de tecnología, para la producción de materiales y componentes constructivos, a través de: Organización de talleres correspondientes a: producción de adobe, producción de los componentes de puertas y ventanas, producción de tejas y producción de cubiertas livianas, con la comunidad.
- Transferencia de técnicas constructivas, a través de talleres para conocer en teoría los elementos y relaciones del sistema constructivo y el proceso constructivo y por medio de la práctica participando en el proceso de construcción para la formación de albañiles, carpinteros, plomeros, electricistas, maestro de obra.
- Cursos de formación de microempresarios, conformados por módulos de: Talleres de gerencia, contabilidad, manejo de personal
- Rescate de la tipología y tecnología del lugar.
- Generación de empleos y creación de microempresas.
- Construcción de 28 viviendas dotadas con los servicios básicos de infraestructura.
- Mejoramiento de la calidad de vida del sector.
- Incorporación de diferentes Organismos en el Proyecto.
- Elaboración de un manual de construcción denominado “Prototipo de Vivienda Rural CINVIV 97-01.

Dificultades:

- No se culminaron 14 viviendas por falta de financiamiento.
- Gestión del proyecto ante los organismos públicos para su financiamiento.
- Falta de motivación y apatía por parte de algunos de los miembros de la comunidad.

PROYECTO 4: “PROTOTIPO DE VIVIENDA RURAL 97 – 03. CLIMA CÁLIDO – HÚMEDO”. EL LAGUITO. PALMARITO” .(1997)

Responsable: Arq. Emigdio Araujo.

Ubicación: Palmarito, Municipio Tulio Febres Cordero. Edo. Mérida.

Justificación: Orientar a las comunidades organizadas para la construcción de un hábitat apropiado con la finalidad de mejorar la calidad de vida.

OBJETIVOS:

- **Generales:**

Orientar y organizar a la comunidad para construir un hábitat apropiado para mejorar su calidad de vida, con la participación de esta, tanto en la elaboración del proyecto como en la creación de microempresas de base tecnológica.

- **Particulares:**

- Desarrollo y transferencia de tecnologías apropiadas (cursos y talleres).
- Mejoramiento del hábitat.
- Organización y participación de las comunidades.
- Creación de microempresas.
- Elaboración de un manual de construcción.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Desarrollo de un conjunto de 40 viviendas pareadas rurales, en un terreno propiedad de la Alcaldía del municipio y financiado a través de la Dirección de Vivienda Rural de Malariología y Saneamiento Ambiental y el Instituto de Vivienda y Asistencia Social del ejecutivo del estado Mérida.

A través del convenio celebrado entre el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (MSAS), la Universidad de Los Andes (ULA) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), se ejecuta este proceso.
La vivienda tiene un área de construcción de 76,26 m² distribuidos de la siguiente manera:
Porche de entrada, Estar, Comedor, Cocina, ante – sala, baño, 3 dormitorios.
La tecnología utilizada se basa en: losa fundación corrida, estructura de madera y paneles de cerramiento prefabricados (sismorresistentes). Cubierta de estructura de madera y teja a la vista. Cerramientos de puertas y ventanas en madera. Acabados de piso de material cerámico o cemento requemado.



Figura 3.- Vivienda Tipo.

Resultados:

- Se organizó la comunidad en una Asociación Civil.
- Se formó personal en el área de la construcción.
- Se creó una microempresa dentro de la comunidad para la construcción de paneles de caña – tierra – cemento.
- Se elaboró un manual de construcción.
- Se construyeron las viviendas

PROYECTO 5: *"CURSO DE PERFECCIONAMIENTO SOBRE ECOSOSTENIBILIDAD Y TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.* (2005-2006)
Responsables:
Arq. Lucia E. Garzón – Colombia
Nory Pereira – Venezuela.
Argimiro Castillo – Venezuela.

Este curso es producto del Convenio entre el Centro de Investigaciones de la Vivienda y FEDEVIVIENDA a través del Instituto Integral de Formación Urbana y Comunitaria de Bogota - Colombia, El mismo se realizo bajo la modalidad semi-presencial, durante 7 meses, a través de aula virtual y tiendo una duración de 320 horas.

Fue dirigido a: Profesionales del área de arquitectura, ingeniería, construcción y técnicos interesados en ampliar su formación profesional y práctica, así como a personas interesadas en el desarrollo de prácticas constructivas basadas en el respeto al hombre y a la naturaleza.

Objetivo principal
El objetivo fundamental de este curso radica en la necesidad de explorar diferentes experiencias tecnológicas, basándose en las que han venido desarrollándose desde tiempos inmemorables que forman parte de cada cultura y cada región utilizando los recursos disponibles para responder a las necesidades de los pueblos, enfatizando en los avances tecnológicos actuales para optimizar el rendimiento de los sistemas constructivos tradicionales, mejorando así los aspectos de ahorro energético, reciclaje y disminución de residuos.

Objetivos específicos
- Capacitar a diferentes profesionales para ejecutar o dirigir procesos constructivos con tecnologías alternativas, basándose en principios y criterios ecosostenibles.
- Formar promotores de tecnologías alternativas con una visión holística.

Plan de Estudios
Las actividades académicas se realizaron a distancia a través de la utilización de la plataforma educativa (Aula Virtual) denominada TELEDUCACIÓN (TELEDUC), durante siete meses. Este programa de formación técnica contó con 320 horas de las cuales 200 horas teóricas y 120 horas prácticas divididas en tres talleres presénciales.

Módulos teóricos.
Módulo 1. Desarrollo y ecosostenibilidad .
Módulo 2. Arquitectura y patrimonio.
Módulo 3. Cadenas productivas y energía.
Módulo 4. Técnicas de construcción con tierra 1.
Módulo 5. Técnicas de construcción con tierra 2.
Módulo 6. Técnicas de construcción con madera y bambú.
Módulo 7. Sismisidad, normativa y legislación.
Módulo 8. Plan y programación de obra.

El primer taller practico presencial - Febrero 2006
Contó con 24 horas de duración distribuidas en tres días, teniendo como objetivo principal la introducción al tema, la integración grupal, los antecedentes del material y la primera practica con la tierra.

El segundo taller práctico presencial - Marzo 2006
Contó con 24 horas de duración distribuidas en tres días, donde se realizó la segunda práctica con la tierra elaborando adobes y bloques de tierra compactada.

El tercer taller práctico presencial – Abril 2006 Transferencia Tecnológica de sistemas constructivos y diversas técnicas con tierra.
Contó con una duración 72 horas distribuidas en 9 días y fue una experiencia que permitió a los participantes acercarse a la tierra de forma vivencial, promoviendo la transferencia tecnológica, para realizar modelos de diferentes técnicas constructivas con tierra, dentro de las actividades realizadas tenemos:
- Construcción de la cúpula de bahareque.
- Construcción del modulo de bahareque tradicional y bahareque prefabricado.
- Construcción de los modelos con adobes.
- Construcción de muro de tapia pisada tradicional.
- Construcción de bóveda de bloques de tierra compactada

- Elaboración de pañete en bahareque tradicional y prefabricado, sobre el muro de adobe, la cúpula y el muro de BTC.
- Recubrimiento con pintura en todos los modelos construidos.



Fig. 4. Modelos de diferentes técnicas constructivas con tierra realizados por los estudiantes del curso.

Hoy contamos con personas formadas en el área con capacidad de ejecutar y dirigir procesos constructivos con tecnologías alternativas, aplicando principios y normas técnicas con criterios claros de Ecosostenibilidad, con una visión holística e integradora, con sentido social y sensibilidad, futuros promotores activos de tecnologías alternativas y apropiadas.

Conclusión general de los proyectos

La Universidad a través del Centro de investigaciones de la Vivienda (CINVIV) ha sido, en los proyectos donde ha intervenido, el agente dinamizador para el logro de los objetivos propuestos. Estos proyectos han enfocado al problema de la vivienda desde una óptica, distinta a la tradicional, con una visión más amplia, holística, donde la organización, la participación comunitaria y las técnicas constructivas con tierra son el punto de inicio de un modelo de gestión compartida, incorporando al ciudadano en el proceso de toma de decisiones y ejecución de acciones, complementándose con la participación activa y comprometida de los diferentes actores involucrados en el proyecto, buscando mejorar la calidad de vida de la comunidad, a través de un equilibrio entre el necesario desarrollo y la preservación del ambiente, para ello se gestaron métodos y técnicas que permitieron la investigación, la participación y la acción, en un proceso dinámico, de constante alimentación, de permanente observación y reflexión de los problemas que afectan a la comunidad, para lograr finalmente un desarrollo integral del medio rural.

Bibliografía

*ARAUJO, Emigdio. Manual de construcción “prototipo de vivienda rural. Cinviv. 97 – 01”... 7pp. Venezuela. 1998.
*ARAUJO, Emigdio. y CERON, Enrique. Manual de construcción “prototipo de vivienda rural cinviv 97 – 03. Clima calido – húmedo.. Mimeografiado 21pp. Venezuela 1998.
*BRACHO, Rubén y DURAN, María. Proyecto de investigación y desarrollo El Estanquillo. Mimeografiado 10pp. Venezuela. 1999.
*DURAN, María. Memoria descriptiva, Aldea ecológica El Estanquillo Alto. Universidad de Los Andes. FAAULA. Centro de Investigaciones de la Vivienda. Mimeografiado. 20pp. Venezuela.1998.
*HIDALGO, Beatriz. Ultimas aportaciones de las facultades y escuelas de arquitectura para instrumentar soluciones de vivienda a los sectores de menores recursos.. Mimeografiado 20pp. Venezuela.1995.

Nory Beatriz Pereira Colls

Arquitecta, Magister Scientiarum en Ingeniería del Transporte. Decana de la Facultad de Arte de la Universidad de los Andes, (FAULA). Investigadora activa del Centro de Investigaciones de la Vivienda (CINVIV) de la Facultad de Arquitectura y Diseño (FADULA).
Profesora Titular adscrita al Departamento de Materias Históricas y Humanísticas. Profesora en el postgrado Desarrollo Rural Integrado y en el postgrado "Desarrollo Urbano Local" en la mención Gestión Urbana ULA.
Responsable de los Proyectos:
Atlas de la Vivienda Rural en Venezuela.
Proyecto Sistemas constructivos de la vivienda rural en Venezuela.
Estado del Arte de la Investigación en Vivienda Rural y asentamientos rurales en Venezuela.
Proyecto de Intervención en Comunidades Rurales para un Desarrollo Autosustentable.
Transferencia tecnológica en construcciones con tierra.
Proyecto Salud en la Vivienda.
La vivienda indígena en Venezuela.
Proyecto 4 Materiales, Componentes y Técnicas Constructivas para Viviendas de Bajo Costo.
Tlf. 58-0274-2401949.Email: norypc@ula.ve

Nelly Yoleida Mejía Barrios

Arquitecta, Asistente de Investigación en Ciencias Básicas Naturales y Aplicadas, Asistente de Investigación en el Centro de Investigaciones de la Vivienda (CINVIV) de la Facultad de Arquitectura y Diseño de La Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela. Tlf. 58-0274-2401941.Email: nellym@ula.ve
Miembro del equipo responsable de los Proyectos:
Atlas de la Vivienda Rural en Venezuela.
Proyecto Sistemas constructivos de la vivienda rural en Venezuela.
Estado del Arte de la Investigación en Vivienda Rural y asentamientos rurales en Venezuela.
Proyecto de Intervención en Comunidades Rurales para un Desarrollo Autosustentable.
Transferencia tecnológica en construcciones con tierra.
La vivienda indígena en Venezuela.
Proyecto 4 Materiales, Componentes y Técnicas Constructivas para Viviendas de Bajo Costo.

6.6

EVALUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA TALLER PARA PUESTEROS DE GANADO CAPRINO EN EL SECANO SANJUANINO[i]

Arturo Pereyra*- Norma Merino - Osvaldo Albarracin- Alejandra Dubos
INSTITUTO REGIONAL DE PLANEAMIENTO Y HÁBITAT- FACULTAD ARQUITECTURA URBANISMO Y DISEÑO- UNIVERSIDAD NACIONAL DEVSAN JUAN. Av. Ignacio de la Roza y Meglioli . Dpto. Rivadavia - San Juan - CP. 5400 Tel.:0264 4232395/3259 Fax: 0264 4235397
e-mails: arturoar2003@yahoo.com, nmerinotilant@yahoo.com.ar, oalbarra@farqui.unsj.edu.ar, janidubos@hotmail.com

Palabras clave: tecnologías apropiadas - suelo-cemento - informantes clave

Resumen
El secano sanjuanino es una extensa área de territorio de la provincia de San Juan sin irrigación natural, y con serias dificultades en la obtención de agua para riego y consumo. La economía de subsistencia de sus pobladores, tienen como actividad productiva la crianza de ganado caprino y la elaboración de productos derivados de estos para la comercialización.
En general en la región las viviendas asumen características de refugio precario ante un clima particularmente hostil. Se trata de pequeñas viviendas precarias construidas con materiales de la zona, con claras deficiencia constructivas, y de higiene.
El aislamiento es otra de sus características y está determinado por la actividad ganadera que exige áreas considerables de forrajeo para el ganado caprino dada la exigüidad de la vegetación autóctona.
En la búsqueda de soluciones apropiadas para los sectores rurales de mínimos recursos el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat ha desarrollado sistemas basados en el uso de materiales de la región y aptos para la autoconstrucción, que incluyen el uso del suelocemento, en un intento por superar las deficiencias de las construcciones de adobes en relación con el sismo.
El trabajo que se expone consiste en la evaluación de una vivienda de carácter demostrativo construida con mampostería de suelocemento armada, destinada a una puestera de cabras cuya producción artesanal en telar ha sido considerada de gran relevancia por el Gobierno de la Provincia y tiene proyección internacional.
En la construcción de la vivienda se han aplicado, en forma experimental, desarrollos relativos al empleo de mampostería de BTC con armaduras verticales, horizontales y contrafuertes, prescindiendo de columnas de encadenamiento. De esta manera se tratan de asimilar los procedimientos constructivos a las técnicas empleadas en las construcciones de adobes, con las que existe familiaridad por parte de los pobladores de la región.
El presente trabajo muestra el intento por establecer el grado de éxito del emprendimiento en relación con las aptitudes del sistema empleado y las mejoras en la calidad de la habitabilidad lograda respecto a las viviendas espontáneas, en base a testimonios de informantes claves como resultan ser constructores y usuaria.

Introducción

El trabajo consiste en la evaluación de la construcción de una vivienda y de su uso, destinada a una puestera y artesana dedicada a la actividad productiva de crianza de ganado caprino, en el departamento 25 de mayo en la provincia de San Juan.
Su modesta casa taller como la de otros puesteros de ganado caprino de la región, se encuentra localizada en una zona rural inhóspita de este departamento. Su acceso es dificultoso ya que se debe tomar por una huella de tierra desde la Ruta 20, altura Km. 505 7 Km. hacia el norte. El clima de esta zona (zona de secano) es muy riguroso registrándose temperaturas extremas tanto en verano como en invierno y el nivel de precipitaciones es escaso siendo el de asoleamiento bastante alto.

El equipo de trabajo del IRPHa realizó el asesoramiento y la asistencia técnica para la realización del Proyecto y Construcción de la vivienda- taller, con inclusión de tecnología no tradicional susceptible de ser replicada por otros puesteros de ganado caprino de este departamento.

Dado que el desarrollo del proyecto estuvo condicionado al suministro de materiales y mano de obra por parte de la Dirección de Obras Públicas, el plan de trabajos se adaptó a las disponibilidades de este organismo. El trabajo de Asesoramiento y Supervisión Técnica para la ejecución de los trabajos durante la construcción de la vivienda se realizo de forma semanal y/o quincenalmente.

En este caso en particular la obra no se ejecutó por autoconstrucción sino que se trabajó con personal no capacitado dependiente del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la provincia de San Juan, debido a que la artesana Herenia Moyano no forma parte de un grupo familiar que pudiera participar en la ejecución de la vivienda.

Este trabajo cuenta con el testimonio de actores fundamentales.

Uno de ellos es el relato del personal que fue capacitado para realizar la construcción y puesta en práctica del sistema constructivo desarrollado por el IRPHa, que expresan las dificultades que se presentaron, virtudes del sistema , comparaciones con sistemas tradicionales.

Otro relato es el de la artesana-propietaria de la vivienda, en cuanto al uso de la vivienda, funcionamiento, apropiación de los espacios, adecuación al clima, comparaciones con su anterior vivienda.

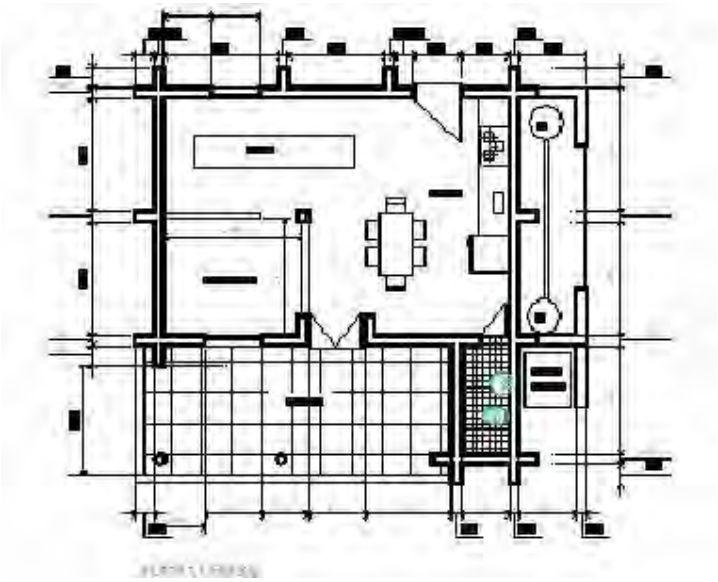
La información obtenida con estos testimonios da la posibilidad de hacer una evaluación del sistema y el funcionamiento de la vivienda.

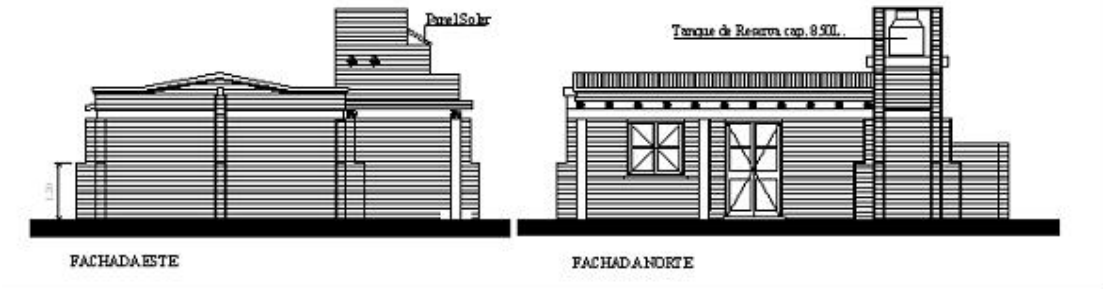
Breve descripción del proyecto y del sistema constructivo

Este proyecto desarrollado en el área tecnológica del IRPHa, corresponde a una vivienda ajustada a los particulares modos de vida de su destinataria.

Se compone básicamente de un espacio principal de 7,20m x 4,80m destinado a la ejecución de la labor principal (tejido a telar), en el mismo espacio se encuentra el estar-cocina y comedor, un dormitorio y contiguo a este, el baño de 2,20mx1m, desde allí se ingresa a una galería enmarcada por una pérgola de rollizos (Fig. 1).

Fig 1 Planta y Vistas Vivienda





Para los cerramientos verticales se adoptó mampostería de suelocemento armada de 0.19 m de espesor en todos los muros. Con el objeto de facilitar los procedimientos constructivos se resuelve la eliminación de columnas en los encuentros de muros, según lo establecen las normas INPRES CIRSOC para la región, reemplazando estas por contrafuertes armados con cinco hierros de 8mm y la inclusión en los muros de armaduras horizontales, reforzadas en las esquinas. Se adopta para las fundaciones una zapata corrida armada con un ancho de 40 cms determinado por la tensión admisible del terreno y sobrecimiento de 0.20 m de altura.

En la fabricación de mampuestos de suelo-cemento comprimido se empleó un modelo de IRPHa -RAM, que busca solucionar inconvenientes detectados en el modelo original (CINVA-RAM). Esto se logra mediante el cambio de la matriz principal, la compensación de las masas equilibrantes y el diseño de accesorios de fácil manejo, de lo cual resulta que:
- La nueva matriz mejora la coordinación modular con los elementos propios de los cerramientos horizontales de las viviendas, ya que produce mampuestos de 19 x 19 x 6.5 cm, permitiendo una modulación de 10 cm en la prefiguración de locales, sin que se vea comprometida la correcta traba de los mampuestos.
- Para el caso de construcciones sin columnas, en las que se incorporan contrafuertes, las nuevas dimensiones de los mampuestos permiten realizar en forma sencilla la traba (de soga), resultando más apropiada para autoconstructores.
- La posibilidad de construir muros de 19 cm de espesor, cumpliendo las exigencias de trasmitancia térmica para la zona, representa un importante ahorro de esfuerzo, materiales y mano de obra (respecto de la mampostería de 30 cm de espesor).
- Los mampuestos producidos incluyen hendiduras en sus caras que mejoran considerablemente su adherencia con el mortero de asiento.
- Los accesorios de la máquina, permiten realizar orificios y entalles en los mampuestos, que posibilitan la inclusión de armaduras verticales en los muros.
- Dichos accesorios facilitan el desmolde y traslado de los mampuestos a la cancha de secado minimizando el número de mampuestos rotos en el proceso, aún cuando se trate de suelos poco cohesivos.
Su uso resulta indicado para la construcción de obras sencillas, de carácter rural en lugares donde la disponibilidad de materiales para la ejecución de muros se vea dificultada por razones económicas y/o de accesibilidad, requiriendo mano de obra de mínima calificación.
Por ser una máquina manual, que no requiere energía eléctrica, su uso no está restringido a áreas que cuenten con el servicio.
Con un mínimo de cemento portland se pueden producir mampuestos de una calidad muy superior al adobe, en cuanto a su estabilidad y resistencia empleando el mismo o menor esfuerzo físico.
El cerramiento superior: Tirantería de rollizos de álamos, caña de castilla y aislamiento térmico de suelo cemento alivianado, terminando con una aislación hídrica de membrana asfáltica de 4mm.

Fig 2 Imágenes del Proceso Constructivo



Testimonio de constructores

La circunstancia de que la mano de obra empleada en la construcción contara con cierta capacitación previa, dos ayudantes y un medio oficial, con experiencia en construcciones con adobes y mampostería de ladrillones encadenada, permite interpretar sus testimonios como provenientes de informantes claves y ser asumidos como indicadores, en una primer instancia de evaluación, del sistema adoptado en la construcción de los muros.

Del testimonio del Sr. Mario Espinosa recogemos las siguientes afirmaciones, obtenidas de un cuestionario dirigido al fin enunciado:
¿Tiene experiencia en la construcción con adobes? ¿Ha cortado adobes?
Respondió que sí ha construido con adobes y desde el cortado de los mismos que requiere de mucho trabajo, es sucio y pesado.
¿Tiene experiencia en la construcción con otros materiales?
Sí con ladrillones, ladrillos, bloques de hormigón y con estructura de hormigón armado.
¿Pudo reconocer el tipo de suelo apto para la realización de los mampuestos de suelocemento?, y ¿Habían distintos tipos de suelos?
Nos respondió que una vez que nosotros le enseñamos el suelo apto no tuvieron problemas en acostumbrarse a reconocerlo y en los alrededores todo el suelo era parecido. Parece ser que la afirmación se basa en dos circunstancias: que el terreno en la región es notablemente homogéneo (arenoso) y que en el inicio de la experiencia la falta de curado de los primeros bloques atentaba contra su calidad, no obstante las recomendaciones de la Dirección Técnica del IRPHa relativas al rociado de los bloques una vez prensados y la cobertura de los mismos con polietileno para la conservación de la humedad. El Sr. Espinosa sugiere el mojado continuo: ***¨mientras más agua, mejor¨.***
De este comentario observamos una ventaja adicional al comparar este tipo de construcciones con las de adobe, el agua ataca y destruye el adobe, en el caso del BTC le otorga mayor firmeza y sus construcciones no necesitan de aleros de protección.
¿Qué opinión le merece esta construcción innovadora?

El trabajar con BTC me resultó una experiencia ¨ ***tremenda***¨ no tuve problemas en reconocer los tipos de suelos, tampoco al realizar la mezcla con las proporciones sugeridas¨.
¿Al preguntarle si tuvo inconvenientes al realizar el emplantillado?
Respondió que sí le costó pero una vez realizado el mismo ya no tuvo mayores problemas con la traba de los mampuestos de BTC.
La segunda dificultad consiste en la necesidad de construir toda la hilada perimetral de la vivienda al mismo tiempo ya que al no existir columnas sino contrafuertes no se pueden dividir los muros en paños en forma independiente, como en la construcción con columnas de encadenado, entonces se necesitan a tres operarios como mínimo para esta tarea. Esta dificultad se acrecienta al elevar los mampuesto y necesitar andamios para tal fin, o bien se van corriendo los andamios, lo que acarrea una demora adicional, o se necesitan andamios para todo el perímetro de la construcción lo que resulta más costoso por un lado y más dificultoso en los contrafuertes por el otro.
¿Por qué no se llenaban las juntas verticales?
Esto sí resultó un inconveniente porque al realizar la traba de los mampuestos algunas separaciones quedaban demasiado juntas impidiendo que las mismas se llenaran con la mezcla respectiva.
¿De que material haría su casa?
La realizaría sin dudarlo con los bloques de Suelocemento comprimido por lo fácil que resulta hacer los BTC pero le incorporaría columnas en los encuentros.
¿Por qué haría esto último?
Le incorporaría columnas porque al levantar la mampostería había que realizar todas las hiladas a la vez con la necesidad de contar con tablones para los andamios que debían correrse alrededor de la obra. Esto lo veía como un inconveniente, y al tener experiencia en construcción podía realizar el armado de columnas y el encofrado de las mismas sin problemas

Qué opinión le merece la vivienda actual de la artesana comparada con la anterior
¨Doña Herenia vive ahora en un hotel cinco estrellas, antes vivía debajo de un puente¨.

Testimonio de artesana
Herenia Moyano habita en este lugar desde hace treinta años en un rancho precario de quincha (estructura de algarrobo y armazones de jarilla) que construyó junto a su hermana y su madre, el mismo carece de baño, de iluminación artificial y agua potable.
La cocina es un fogón instalado en una de las habitaciones. El núcleo de la vivienda es un espacio de transición abierto hacia el norte que une la cocina con la zona de dormir en donde está instalada una cocina a gas de uso temporario.
Su actividad principal es la cría de cabras por lo que la mayor parte del día está en el campo, y la actividad complementaria es el tejido en telar, actividad que realiza en un telar ubicado en el exterior o en bastidores pequeños pudiendo realizar esta actividad dentro de la vivienda.
Se instalaron en este lugar por la existencia de un pozo de agua la cual era extraída en forma manual, pero dejó de ser apta para consumo humano por lo que se tuvo que construir un pozo cisterna precario.
Terminada la construcción de la nueva casa taller, la artesana se instaló en ella definitivamente, abandonando casi por completo la antigua vivienda.

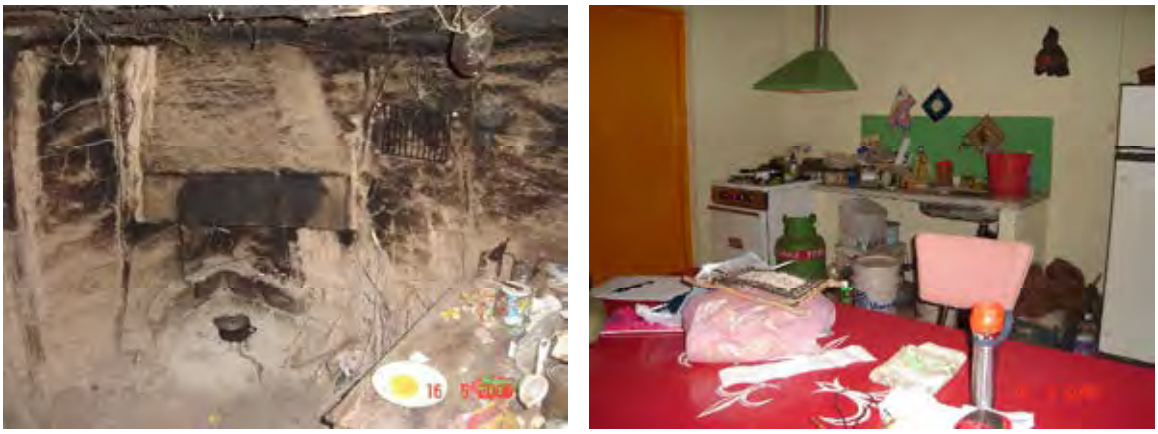
Del uso de esta nueva casa y su funcionamiento surgen las siguientes apreciaciones.

Teniendo en cuenta las temperaturas extremas del verano ¿La vivienda le resulta más fresca que la anterior?
En cuanto al comportamiento climático del sistema constructivo con BTC la artesana manifestó que en los días de máxima temperatura la vivienda le resultaba caliente pero al correr una leve brisa a través de las aberturas enfrentadas (ventilación cruzada) la

temperatura bajaba considerablemente. Pero siempre le resultó mas fresca que el rancho en el que vivía.
¿Si tuviera que volver a construir su casa la implantaría en el mismo lugar?
En cuanto al lugar en donde está construida la vivienda considera que es el adecuado porque tiene las vistas que ella necesita (la huella, los corrales, las gallinas, etc.).
¿La galería le sirve para sentarse a descansar?
Manifestó que no tiene tiempo pero haría falta una galería orientada hacia el este (galería de verano) que permanentemente este ventilada por la brisa del sur ya que la actual (galería norte) resulta muy calurosa en época estival, siendo de uso intenso en época invernal.
¿Usa el baño dentro de la vivienda?
Respondió que sí pues ella a pesar de vivir en esta zona rural aislada tiene costumbres urbanas ya que vivió unos años en un barrio en el departamento de Caucete.
¿Utiliza la cocina a gas?
Nos comentó que la actividad de cocinar la continuaba realizando en el rancho ya que el combustible de uso cotidiano es la leña recogida en el campo y el usar la cocina a gas instalada en la vivienda taller le resulta muy costoso, si bien es utilizada en contadas ocasiones. De esta observación inferimos la necesidad de contemplar la instalación de una cocina a leña en los futuros proyectos de vivienda rural. Otra ventaja de la cocina a leña dentro de la vivienda es para aprovechar la misma como sistema de calefacción en época invernal, en la vivienda actual esta contemplada la incorporación de una estufa-salamandra que cumpla con esta función.

¿Es suficiente la iluminación artificial?
Respondió que si y gracias al panel fotovoltaico se le ha permitido realizar sus actividades de artesanías en el interior de la vivienda en horario nocturno, tener iluminación que antes no tenía y elevar agua de la cisterna a un tanque de reserva. (Este panel se instaló en abril del 2004 con un subsidio de un Proyecto de Extensión de la UNSJ).

Fig 3 Imágenes Cocina Rancho y Cocina Vivienda Actual



Conclusiones
Del diseño y construcción de la Vivienda Taller y de su funcionamiento se desprenden conclusiones que tienen que ver con aspectos técnicos y con aspectos de habitabilidad.

Técnicamente observamos una buena recepción tanto en la utilización del sistema constructivo como en la fabricación del BTC por parte del personal.
Se infiere de los testimonios que resulta francamente ventajoso el sistema respecto de la construcción de adobes, tanto en relación a los procesos de fabricación de mampuestos como en los relativos a la ejecución de las mamposterías de elevación.

También resultan relevantes las apreciaciones en las que se califica el sistema como “firme” y “consistente” en una implícita comparación con la construcción con adobes. También en comparación con la construcción con adobes se le asigna el calificativo de “fácil” a los procedimientos propios del sistema.
Como consecuencia de esta experiencia surge la necesidad de asegurar la correcta realización de la juntas verticales sin sacrificar por ello la modulación prevista en la prefiguración de locales (múltiplos de 10 cms). Se requiere para ello una variación en la dimensiones de los bloques con la consiguiente modificación de la IRPHa-RAM.
Las afirmaciones sobre las dificultades constructivas que ofrece la construcción con contrafuertes, se relativizan al provenir de un operario familiarizado con la realización con procedimientos de fabricación de armaduras y encofrados tareas éstas no incorporadas a la cultura constructiva de los autoconstructores potenciales.

En cuanto a los aspectos de habitabilidad, la implantación de la vivienda fue aceptable, no obstante registrar deficiencias en algunos aspectos funcionales.
Se observa la necesidad de incorporar la cocina a leña en el interior de la vivienda tanto para la función de cocinar como la de calefaccionar.
También se observa la necesidad de proveer una galería orientada al este (galería de verano).
La construcción de la Vivienda-Taller con el sistema constructivo desarrollado en el IRPHa, y las mediciones que se efectuaran en el tiempo nos permitirá realizar las mejoras necesarias para optimizar el uso de este sistema.



Fig. 3 Imágenes Rancho y Vivienda Actual

[i] Investigaciones realizadas en el marco de los proyectos CONICET PIP 03007/00, FONCYT – ANPCYT PICT 13059 y CICITCA – UNSJ 21/A381. Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan. (IRPHa – FAU – UNSJ). Av. Ignacio de la Roza y Meglioli, Rivadavia 5400, San Juan, Argentina. Tel +54 264 4232395. Fax +54 264 4235397. Web: www.irpha.com.ar

Juan Arturo Pereyra

Arquitecta-. *Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan*
INSTITUTO REGIONAL DE PLANEAMIENTO Y HÁBITAT- FAUD- UNSJ.: Jefe de Trabajos Prácticos, Efectivo, Semiexclusivo.
Investigación:
- Proyecto 21/A381 del Programa de Incentivos. Resolución 033-03-CS/2003 (09/05/03). "Tecnologías Apropiadas para la Vivienda Social en Regiones Rurales Árido-Sísmicas". Director: Arq. Osvaldo Albarracín. (CICITCA-UNSJ). Años: 2003 a 2005. Ejecutado en el IRPHa-FAUD-UNSJ. Investigadora
- Proyecto 13-13059, Resolución BID 1201/OC-AR. "Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas". Director: Prof. MSc.-Arq. Irene Alicia Blasco Lucas, FONCYT-ANPCYT. Años: 2004 a 2006. Ejecutado en el IRPHa de la FAUD-UNSJ. Colaboradora
- Proyecto 21/A383 del Programa de Incentivos. Resolución 033-03-CS/2003 (09/05/03). "Unidades Productivas Comunitarias Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas". Director: Prof. MSc.-Arq. Irene Alicia Blasco Lucas, CICITCA-UNSJ. Años: 2003 a 2005. Ejecutado en el IRPHa de la FAUD-UNSJ. I
E-mail: arturoar2003@yahoo.com.ar

Norma Beatriz MERINO

Arquitecta-. *Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan*
INSTITUTO REGIONAL DE PLANEAMIENTO Y HÁBITAT- FAUD- UNSJ.: Jefe de Trabajos Prácticos, Interino, Semiexclusivo.
Investigación:
- Proyecto 21/A381 del Programa de Incentivos. Resolución 033-03-CS/2003 (09/05/03). "Tecnologías Apropiadas para la Vivienda Social en Regiones Rurales Árido-Sísmicas". Director: Arq. Osvaldo Albarracín. (CICITCA-UNSJ). Años: 2003 a 2005. Ejecutado en el IRPHa-FAUD-UNSJ. Investigadora
- Proyecto 13-13059, Resolución BID 1201/OC-AR. "Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas". Director: Prof. MSc.-Arq. Irene Alicia Blasco Lucas, FONCYT-ANPCYT. Años: 2004 a 2006. Ejecutado en el IRPHa de la FAUD-UNSJ. Colaboradora
- Proyecto 21/A383 del Programa de Incentivos. Resolución 033-03-CS/2003 (09/05/03). "Unidades Productivas Comunitarias Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas". Director: Prof. MSc.-Arq. Irene Alicia Blasco Lucas, CICITCA-UNSJ. Años: 2003 a 2005. Ejecutado en el IRPHa de la FAUD-UNSJ. I
E-mail: nmerinotaillant@yahoo.com.ar,

Osvaldo Roberto ALBARRACIN

Arquitecto: FAU – UNSJ.1987.
Candidato a Doctor en Arquitectura: Ha cursado y aprobado las materias escolarizadas del 3° Doctorado en Arquitectura de la Universidad de Mendoza, 2003/04.
Categoría de Investigación: II del Consejo Interuniversitario Nacional
Su actividad en investigación se encuadra el la línea Tecnologías Apropiadas, aplicada a la vivienda social de carácter rural.
Ha dirigido y codirigido proyectos con financiamiento de la UNSJ, del CONICET y de la Agencia de Promoción Científica
Ha participado en múltiples reuniones científicas y registra publicaciones de carácter nacional e internacional.
Ha desarrollado funciones de Secretario de Investigación de la FAUD, Consejero Directivo y miembro del Consejo de Investigación del IRPHa
Desarrolla funciones docentes en las asignaturas "Construcciones I" y la "Vivienda Social" de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FAUD
e-mail: oalbarra@farqui.unsj.edu.ar osvaldo_albarracin@yahoo.com.ar

María Alejandra DUBOS

Arquitecta-. *Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan*
INSTITUTO REGIONAL DE PLANEAMIENTO Y HÁBITAT- FAUD- UNSJ.: Jefe de Trabajos Prácticos Simple, Reemplazante.
Investigación:
- Proyecto 21/A381 del Programa de Incentivos. Resolución 033-03-CS/2003 (09/05/03). "Tecnologías Apropiadas para la Vivienda Social en Regiones Rurales Árido-Sísmicas". Director: Arq. Osvaldo Albarracín. (CICITCA-UNSJ). Años: 2003 a 2005. Ejecutado en el IRPHa-FAUD-UNSJ. Investigadora
- Proyecto 13-13059, Resolución BID 1201/OC-AR. "Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas". Director: Prof. MSc.-Arq. Irene Alicia Blasco Lucas, FONCYT-ANPCYT. Años: 2004 a 2006. Ejecutado en el IRPHa de la FAUD-UNSJ. Colaboradora

- Proyecto 21/A383 del Programa de Incentivos. Resolución 033-03-CS/2003 (09/05/03). “Unidades Productivas Comunitarias Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas”. Director: Prof. MSc.-Arq. Irene Alicia Blasco Lucas, CICITCA-UNSJ. Años: 2003 a 2005. Ejecutado en el IRPHa de la FAUD-UNSJ. I
E-mail: janidubos@hotmail.com

6.7

ANÁLISIS MORFOLÓGICO COMPARATIVO ENTRE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS RURALES DE SUELOCEMENTO Y TIPOLOGÍAS DE VIVENDAS RURALES ESPONTÁNEAS

Alicia Pringles*, Osvaldo Albarracín, Amelia Scognamillio
Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat- Facultad Arquitectura Urbanismo y Diseño
Universidad Nacional de San Juan. Av. Ignacio De La Roza y Meglioli . Dpto. Rivadavia - San Juan
CP. 5400 Tel.:0264 4232395/3259 Fax: 0264 4235397
e-mails: alicia-mario@sinectis.com.ar, oalbarra@farqui.unsj.edu.ar, ame_scognamillo@hotmail.com

Palabras clave: vivienda –tecnología - adecuación morfológica

Resumen
El presente trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación "*Tecnologías Apropiadas para la Vivienda Social en Regiones Rurales Árido-Sísmica*"; uno de cuyos objetivos consistió en diseñar tipologías de viviendas rurales factibles de ser construidas con la tecnología de suelocemento desarrollada en el proyecto.

La determinación de las cualidades morfológicas de prototipos de viviendas en general ofrece dificultades para establecer sus posibilidades de aceptación a priori, por parte de los destinatarios. En particular, en los prototipos de carácter rural, valorar la adecuación morfológica significa ahondar en los conceptos de la forma y del espacio, para encontrar una estructura de los elementos morfológicos aprehensible por parte del usuario rural.

Se presenta entonces como objetivo, adoptar una valoración de los aspectos morfológicos de los modelos de viviendas desarrollados en el marco del proyecto mencionado, en relación a las tipologías de vivienda rurales espontáneas.

Se entiende que la arquitectura se diseña y construye como respuesta a una serie de condiciones previamente existentes. Por sus características, estas condiciones pueden ser de orden funcional, económico, climático, social, político, tecnológico, e incluso simbólico.

En el diseño de viviendas que incorporan desarrollo tecnológico apropiado al contexto, los elementos de la forma y espacio se manifiestan no como fines en sí mismos, sino como medios para resolver un problema en respuesta a condiciones de funcionalidad, intencionalidad y contexto, es decir, se presentan arquitectónicamente.

Por otra parte la vivienda espontánea rural es el resultado de un procedimiento integrado de clima y recursos naturales disponibles con adaptación al lugar, aportando soluciones al hábitat, y respondiendo a los modos de vida de sus habitantes. Asimismo la materialización de la vivienda espontánea autoconstruida es la consecuencia práctica de la aplicación de tradiciones constructivas internalizadas en la cultura regional con resultantes morfológicas propias e incorporadas a los valores estéticos de los pobladores.

Identificar la idea generatriz que da lugar a la expresión espacial de una tipología de vivienda espontánea característica, permite aproximarse a una valoración del impacto de los aspectos formales que los diseños desarrollados en gabinete producirían en los usuarios y determina la mayor o menor aptitud de ser asumidos como propios por aquellos en sus aspectos simbólicos y morfológicos.
El método que se aplica se desarrolla en base al análisis de la forma arquitectónica y la evaluación de aptitudes para responder al condicionante morfológico en la generación de calidad espacial interior y exterior, considerando la percepción sensorial del usuario y la tecnología aplicada en cada caso, como así también los elementos y las relaciones que constituyen, en su interacción, la forma arquitectónica.

Introducción

Este trabajo surge de la problemática que se origina en el déficit de viviendas rurales aptas para los sectores de menores recursos de los países "emergentes" que las demandan, por otra parte las políticas habitacionales implementadas a lo largo de los últimos años parece no encontrar respuestas adecuadas. Lejos de ello los avances tecnológicos propios del fenómeno de la globalización no contemplan soluciones adecuadas a las realidades habitacionales de comunidades rurales como las argentinas.

La rigurosidad de las normativas vigentes para la construcción de edificios en la región de San Juan, con el consiguiente incremento del costo de construcción, hace que la vivienda de carácter social sea aún de más difícil acceso para los sectores de mínimos recursos en relación a otras regiones del País.

El I.R.P.Ha ha desarrollado a lo largo de estos últimos años conceptos teóricos y desarrollos experimentales de aplicación al diseño y materialización de viviendas económicas que podrían constituir un aporte al mejoramiento de las condiciones de vida de los sectores sociales con necesidades básicas insatisfechas. En este contexto se busca aportar soluciones proyectuales, con propuestas superadoras de la habitabilidad aplicables a la materialización de viviendas de carácter rural destinadas a sectores sociales.

Constituye entonces, un verdadero desafío tecnológico ofrecer alternativas constructivas innovadoras para el sector, que contribuyan a atenuar el déficit de viviendas, sin sacrificar cualidades de habitabilidad. Por otra parte es conocido que la fuerza de las circunstancias ha hecho que, a lo largo del tiempo y en esta región, los pobladores rurales hayan resuelto la construcción del propio hábitat de manera espontánea, con mayor o menor éxito en cuanto a aspectos relativos a las condiciones de habitabilidad de los mismos.

Uno de los objetivos planteados en este contexto, fue el de elaborar formas metodológicas de evaluación para establecer las cualidades de habitabilidad en función de la viabilidad constructiva, el confort higrotérmico, la adaptación funcional y la adecuación morfológica. Entendiendo esta última como la aptitud de responder al condicionante morfológico en la generación de calidad espacial interior y exterior, considerando la percepción sensorial del usuario y la tecnología aplicada para cada caso.

Marco De Referencia

Cuando se habla de Habitar.: "*Se asume como la imagen del espacio que engloba los actos y emociones vividos en el lugar, es la acción del habitar, el modo en que se utiliza, lo que se hace y cómo se hace dentro del hábitat. El habitar de las personas es apropiarse del espacio, personalizarlo, impregnarlo con el ser del individuo, es conceptualizar una forma de vida*"[1]. Por lo tanto la Habitabilidad es "*... estos elementos en su conjunto, apropiarse de un espacio, personalizarlo, impregnarlo con el ser del individuo, es conceptualizar una forma de vida…*"[2].

Al proyectar y construir espacios susceptibles de ser apropiados por sus habitantes, será el grado de habitabilidad, es decir la aceptación o rechazo de los propios ocupantes de este hábitat como sujetos activos, la medida que validará las acciones del diseñador.
"Se plantea la necesidad de reconocer la mutua determinación existente entre los comportamientos y las formas diseñadas, accediendo al conocimiento de los diversos modos de habitar, tanto en los modelos reconocidos en ***la tradición*** *como en las nuevas* ***estructuras habitativas."***[3]

"… *se pone en juego la tensión entre referentes y condicionantes, para descubrir el potencial dialéctico de esa relación en la identidad cultural."*[4]

Es decir, que para aportar alternativas espaciales superadoras que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de las viviendas rurales maximizando los recursos, se deberá analizar las relaciones entre aspectos dimensionales, aspectos morfológicos, tecnología, costumbres, hábitos, y contexto. Del análisis de esta estructura relacional se podrá determinar en forma holística las necesidades habitacionales que demanda este sector, y el grado de habitabilidad que pueda aportar las nuevas propuestas de vivienda desarrolladas.

Metodología

Para abordar el análisis de la estructura arquitectónico-formal de las viviendas rurales de suelocemento realizadas por el equipo de proyecto, se aplicó como guía un método de *Análisis de la Forma Arquitectónica* ya desarrollado anteriormente. Este permite una valoración del impacto que producen en los usuarios los aspectos formales de las diferentes tipologías que habitan como las desarrolladas, determinando la mayor o menor aptitud de ser asumidas como propias en sus aspectos simbólicos y morfológicos. El estudio toma en cuenta la geometría latente y las relaciones vitales que caracterizan a distintas tipologías de viviendas rurales. El análisis de la forma arquitectónica se basa la percepción sensorial del usuario y la tecnología aplicada en cada caso, como así también los elementos y las relaciones que constituyen en su interacción, la forma arquitectónica.

Niveles de Análisis

En primer lugar es necesario entender cuál es el objeto propio de "Análisis de Formas Arquitectónicas", y para ello es correcto estudiar previamente el "concepto de la Forma", en toda su amplitud, es decir:

- Desde el punto de vista de su pura descripción fenomenológica.
- Desde el punto de vista de su significación directa (cómo se entiende naturalmente).
- Desde el punto de vista de su significación cultural (en su momento y en su sitio).

La experiencia indica que no se juzgan todas las cosas del mismo modo. Un objeto nos afecta de diversas maneras, según el carácter del usuario, el "modo de ver", la "cultura", el "momento", etc., dependiendo de la actitud ante el objeto. La actitud influye de modo importante en estos aspectos del conocer.

A través de la percepción se posee un conocimiento inmediato de los fenómenos que, para que sea útil, es necesario comprenderlo. Para ello, el primer paso es analizar y clasificar las impresiones personales, es entonces necesario conocer las leyes de la percepción, según la teoría de la Escuela Gestalt: *Pregnancia, Proximidad, Semejanza, Finalidad según significado, Clausura, Simetría, Ejes de Referencia, Figura-fondo, Finalidad por formas conocidas, Contraste, Inercia, Rivalidad, y Utilidad.*

Tomando entonces a las leyes de la percepción como "guías"; se busca la "geometría latente" como "ordenadora de las formas", y buscamos también mostrar el "esqueleto estructural vital" de cada forma.

I- Primer Nivel de Análisis: Análisis Estructural de la Forma.

Se presenta la forma, en el primer nivel del análisis, como ***"estructura"*** de elementos y relaciones jerárquicamente ordenadas en busca de la totalidad, de la unidad. Sus tres objetivaciones, ***masa, textura y coloración***. Las características de cada uno de estos aspectos, sus mutuas relaciones, deben ser analizadas como parte de un conjunto: cada elemento, tiene un valor propio, pero queda limitado, condicionado y enriquecido por su articulación con los demás. Conserva siempre lo propio, aunque ceda en ocasiones, en beneficio de la totalidad. Los esquemas clave aparecen analizando lo indicado en la Tabla 1. (*Ver tabla 1)*

Definición de Masa
Se define como *"volumen, conjunto"*; como *"cantidad de material que contiene un cuerpo"*, como *"reunión de varias partes que son consideradas como formando un todo"*. Se fijará los elementos de masa, que pueden definirse como aquellos elementos, *"que al separarse de la totalidad conservan su constancia de forma y pueden ser descritos sin ambigüedades"*. Se define, por tanto, los elementos de masa mediante sus tres notas características:

1. Que sean separables,
2. Que la segregación sea espontánea,
3. Que conserven cierto grado de concentración (carácter formal).

Definición de Espacio
Se estudia el espacio no solamente como penetración en la masa arquitectónica, sino como el lugar en el que se desenvuelve la vida; siendo, por ello el centro de la concepción arquitectónica personal. Estará presente en primer lugar el usuario: a partir del concepto de espacio existencial será posible caracterizar el espacio arquitectónico, que supone una respuesta a las expectativas de los usuarios, respuesta que exige que estas expectativas se satisfagan de modo natural y deseable. Así pues, se estudia el espacio en dos niveles:

1. tridimensional, basado en la geometría y en las leyes de la percepción visual. Sus resultados serán válidos, pero incompletos.
2. como algo que afecta la vida personal, es decir, desde el punto de vista de su valor existencial, vital y creador, completando la visión del espacio.

Definición de Superficie
En la primera interpretación de la superficie como límite entre la masa y el espacio, su valor de articulación adquiere especial importancia, ya que facilita una interacción entre masa y espacio, los separa o los une, y en consecuencia afecta a la interpretación de ambos conceptos. Se comprende entonces su relación inmediata con el carácter de su entorno, con la luz y con la textura, entendida tanto como organización general del edificio en su valor de rugosidad superficial. Según sea su ligereza o pesadez afectará a la interpretación de la arquitectura. Su carácter de elemento estructural en el conjunto de la forma depende, por tanto, del valor de la superficie entendida como límite.

Valores de la Textura: El material tiene virtualidad configuradora de forma, de modo que al cambiar el material cambia la forma. Las técnicas modernas de trabajo a máquina imponen también sus condiciones: el valor de la materia y la técnica correspondiente, en resumen, son datos básicos para la comprensión de la textura. Se comprende así, que edificios de la misma época, construidos en zonas de características geográficas diferentes, dan lugar a formas radicalmente distintas: la utilización del barro y de la paja impone condiciones constructivas indudables, la madera y la piedra permiten otras configuraciones, de significado plástico totalmente diferente. El primer paso en el estudio de la textura es ver si la obra que analizamos manifiesta su propia estructura o si, por el contrario, intenta ocultarla. Es necesario, por tanto, acudir a la idea clave, a la idea que impone en el tratamiento del material su criterio director. La relación idea-textura es el primer punto a analizar. Materia y forma son inseparables en el estudio. No se puede limitar a una mirada puramente angélica o tomar una actitud basada solamente en los valores materiales. La idea, la materia y la técnica van siempre unidas, marcan la dirección a la fantasía creadora, muestran las leyes de la composición.

I.1. Análisis Estructural de la Forma en los casos de estudio:
Se muestra a continuación las fichas de estudio en uno de los casos de vivienda espontánea y en una de las viviendas desarrolladas con tecnología de suelocemento. (*Ver fig. 1 y fig. 2)*

II- Segundo Nivel de Análisis: Análisis de la *IDEA-FORMA* y análisis del *ESPACIO* por sus *Relaciones Estructurales*

El método a seguir, tratará de:

1. Integrar la estructura del espacio en un *"esquema personal"*
2. Buscar ese esquema en las obras que analizamos, para encontrar la *idea síntesis*
3. Hallar los puntos de conexión que existe entre las *ideas síntesis* o generatrices.

Esta espacialidad, se entiende en términos de geometría (dimensión y posición) y de tensión, que son las relaciones básicas generales que vinculan los elementos de masa, espacio y superficie. Los esquemas geométricos expresan una *"construcción"*, un *"orden científico"*. Los esquemas claves se esquematizan en la Tabla 2. (*Ver tabla 2)*

1. Los esquemas geométricos hacen referencia a la posición, a la ordenación de elementos que afectan o no a sus propios límites (proximidad, clausura, penetraciones, etc.). Dan lugar a mallas de relaciones. Aparecen así, en orden a la belleza, la armonía, la proporción, la simetría, y la euritmia como valores de ordenación, que son afectados por las dimensiones de los objetos.

2. Los esquemas tensionales manifiestan la clave vital. Se estudia al espacio en su carácter existencial. La relación del hombre con el espacio arquitectónico consiste, en este nivel, en intentar organizarlo de acuerdo con las expectativas del usuario; aparecen así esquemas vitales que han de estar presentes en la organización de la estructura arquitectónica. De ahí que se inicie el presente estudio a partir de las diversas situaciones que afectan al usuario. Estas situaciones pueden reducirse a la sensación de dominio sobre una zona, a la circulación a lo largo de unos ejes y a la sensación de encontrarse inmerso en un espacio más o menos clauso. Zonas, direcciones y centros son esquemas fundamentales para *"valorar"* el espacio.

II.1. Análisis de la Forma por sus Relaciones Estructurales, en los casos de estudio:

Se muestra a continuación las fichas de estudio de las relaciones estructurales, en uno de los casos de vivienda espontánea y en una de las viviendas desarrolladas con tecnología de suelocemento. (*Ver fig 3 y fig 4)*

III. Tercer Nivel de Análisis: Análisis de la Habitabilidad de la Forma desde su Significación Cultural.

Para desarrollar alternativas tecno-espaciales superadoras de las soluciones de carácter espontáneo existentes, que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida del sector al que se dirigen, maximizando el uso de los recursos materiales, humanos y económicos disponibles, en procesos participativos facilitadores de la reinclusión social, es necesario abordar desde un enfoque holístico el problema de la vivienda autoconstruida en su verdadera complejidad y con la aplicación de tecnologías apropiadas,

En orden a lo enunciado, dentro del proyecto en desarrollo "Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Arido Sísmicas" (2004/07) financiado por el FONCYT- PICT 13059, se han relevado veinticinco vivienda rurales espontáneas del secano sanjuanino. Estas, dentro del proyecto a desarrollarse "Vivienda Rural Sustentable -1º parte", se analizarán en el marco de las complejas relaciones existentes entre el ambiente natural, el contexto socio-económico, la materialidad y la herencia cultural de los grupos humanos involucrados.

Mediante análisis cualitativos, y de alguna manera cuantitativos, se tratará de establecer de qué medida los factores arriba enunciados inciden en la configuración tecnológico-espacial de las viviendas y los grados de efectividad que el modo espontáneo de resolución de las mismas ofrece en términos de vulnerabilidad sísmica y condiciones de habitabilidad en general.

Conclusión

Los dos primeros niveles de análisis permitieron encontrar la idea síntesis o idea generatriz de los modelos arquitectónicos de vivienda rural desarrollados como de la vivienda espontánea, se observó que los elementos de la forma y el espacio se presentan como medios para resolver un problema. Y como respuesta a las condiciones de funcionalidad, según los modos de vida rural, cuya intencionalidad es satisfacer a las familias de bajos ingresos aprovechando los recursos naturales y apropiando la tecnología de construcción con las disponibilidades del contexto.

La idea síntesis o generatriz de las viviendas analizadas son ideas análogas en el uso, tanto en el interior como en el exterior en sus espacios semiabiertos. La modulación de las viviendas se plantea en el interior de los locales y no a eje de muros. Esta coincidencia se debe, por un lado, en la forma de concebir el espacio que posee el hombre rural en la construcción de sus viviendas espontáneas. Por otra, a la modulación que condiciona la tecnología constructiva de las losetas en los modelos desarrollados. Por lo tanto la especialidad que brindan estas viviendas rurales es propicia a ser asumida como propia. Además la modulación de las losetas lleva a que los espacios presenten dimensiones que se aproximan a proporciones áureas y rectángulos armoniosos, como así también a ritmos tanto en planta como fachadas que se evidencian en su estructura, y que son fácilmente aprehensibles por el hombre.

La volumetría de las viviendas responde también al condicionante de la aridez y del sismo de la zona, al ser casas bajas con muros pesados que expresan su tecnología constructiva en su terminación superficial. Pero las tipologías de vivienda rural desarrolladas superan a la espontánea al generar una diferenciación espacial según el uso de sus locales, que se reflejan desde el exterior.

Estos primeros niveles de análisis permitieron aproximarse a una valoración del impacto que produce en los habitantes rurales los aspectos formales de las tipologías de vivienda rural desarrolladas.

Resta definir la “Habitabilidad” que se da a partir de las soluciones espontáneas, fruto de las necesidades habitacionales de un grupo determinado de la sociedad. Ya que la habitabilidad no es “universal”, está determinada por los valores históricos, culturales, sociales y temporales.

Poder develar dicha “Habitabilidad” permitirá determinar el modo en que la arquitectura podrá promover esfuerzos, hacer brotar respuestas y transmitir significados a los sectores sociales de menores recursos de los países emergentes.

Anexo figuras



Fig. 1: Análisis Estructural de la Forma de una Vivienda Rural Espontánea.



Fig. 2: Análisis Estructural de la Forma de una Vivienda Rural, desarrollada en Suelocemento.

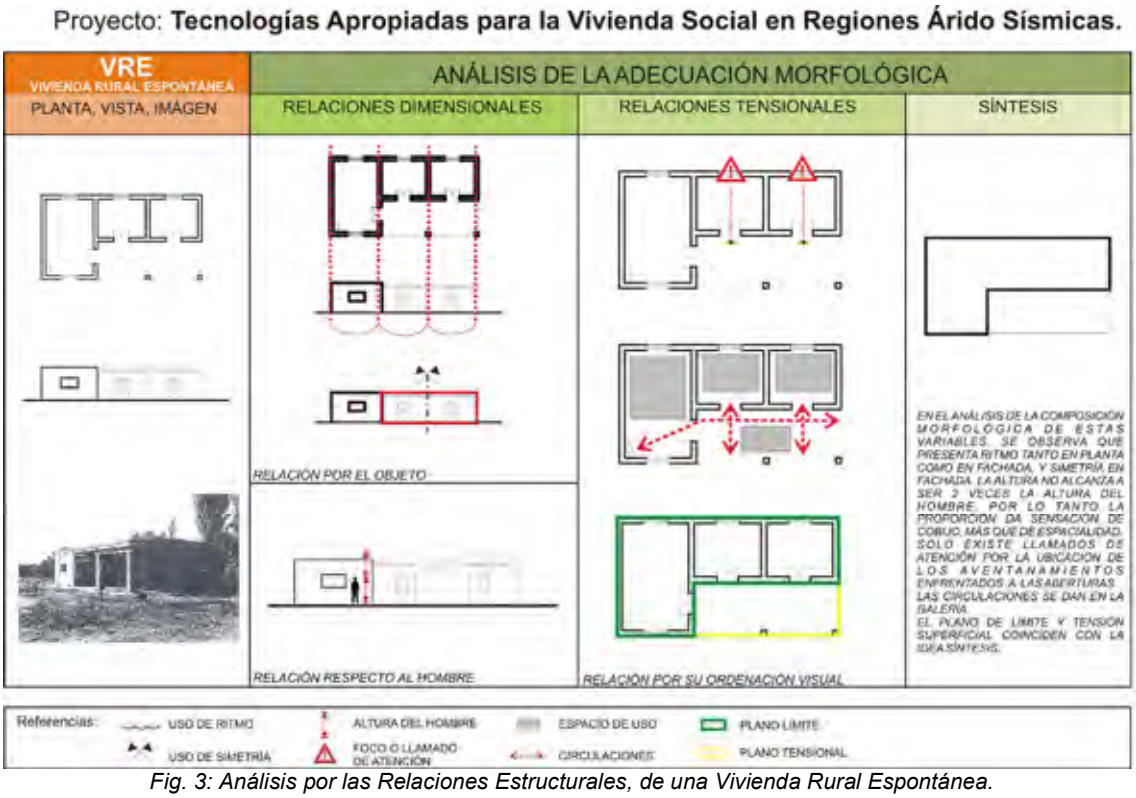


Fig. 3: Análisis por las Relaciones Estructurales, de una Vivienda Rural Espontánea.

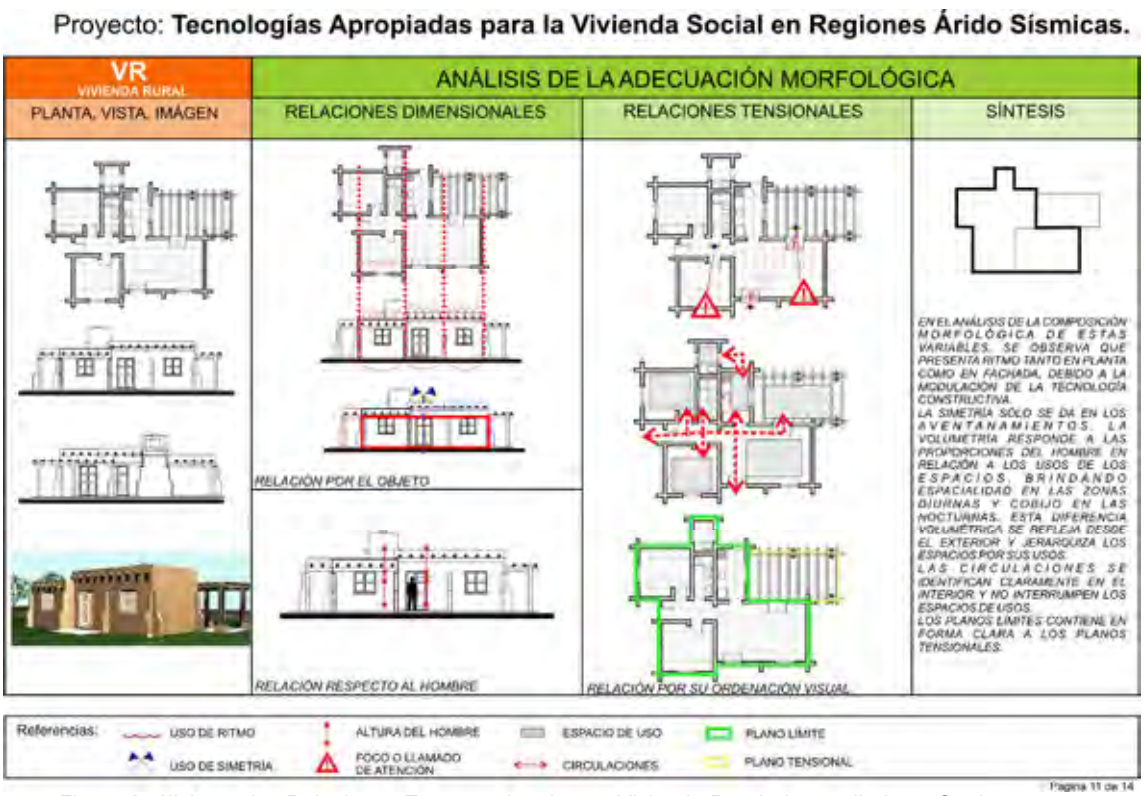


Fig. 4: Análisis por las Relaciones Estructurales de una Vivienda Rural, desarrollada en Suelocemento.

Anexo tablas

Concepto	Aspectos	Variables
- Los valores que hacen referencia a la "forma total"	Elementos de	- masa
		- espacio
		- superficie
	Relaciones	- Geométricas (ordenación)
		- Vitales (tensión)

Tabla 1. Esquema conceptual del análisis

RELACIONES GEOMÉTRICAS	- Por su **posición** relativa	- Proximidad
		- Clausura
		- Yuxtaposición
		- Penetraciones
		- Fusiones
	- Por su **ordenación**, trazas geométricas respecto del	- Punto
		- Línea
		- Conjunto Coordinado
RELACIONES DIMENSIONALES	- Como **objeto** en equilibrio (masa, espacio, superf.) Luz, textura, color.	Simetría: - Absoluta - Relativa - Ponderada - Disimetría
	- Respecto al **hombre**	- Escala
		- Proporción
RELACIONES TENSIONALES (FORMA, EXPERIENCIA VITAL, SIGNIFICANTE)	- Por su **ordenación visual**	PUNTO: - Origen - Foco - Llamado de atención
		LÍNEA: - Continuidad - Dirección y tensión - Origen de ritmo - Orden - eje
		PLANO: I- límite II- superficie III- tensiones

Tabla 2. Relaciones Básicas entre sus elementos.

Notas y citas

[1] DUARTE YURIAR, Salvador. "Cultura, Habitabilidad y Tipos Históricos. Aproximación a Una Alternativa para la Enseñanza Proyectual en Arquitectura. El caso de los Edificios de Atención a la Salud en México". En: *El Habitar, una orientación para la investigación proyectual.* Edic. Liliana Giordano-Liliana D´Angeli. Argentina. 1999. Pp. 53.

[2] DUARTE YURIAR. Pp. 53. 1999.

[3] GIORDANO, Liliana y otros. "Cátedra: La Teoría del Habitar. Registros y Dudas; Compresión y Concreciones". En: *El Habitar, una orientación para la investigación proyectual.* Edic. Liliana Giordano-Liliana D´Angeli. Argentina. 1999. Pp. 129.

[4] GIORDANO, Dora y otros. *Cinco Notas sobre Heurística del Diseño.* Edic. FADU. Argentina. Pp. 15.

Bibliografía:

*ALBARRACÍN O., BLASCO I., PRINGLES A., y otros . *Tecnologías Apropiadas para la Vivienda Social en Regiones Rurales Árido-Sísmica.* Informe Final Proyecto PIC 21/A381. IRPHa-FAUD-UNSJ. 2005
*ALBARRACÍN O., BLASCO I., PRINGLES A., y otros. *Prototipos de Viviendas Económicas – 2º Parte*. Informe Final Proyecto PIC 21/A113. IRPHa-FAUD-UNSJ. 2003
*ARAUJO, Ignacio. *Análisis de la Forma Arquitectónica*. Edic. Universidad de Navarra. España. 1996
*CLARK R., PAUSE M. *Arquitectura: Temas de Composición*. Edic.Gili. México. 1996
*DUARTE YURIAR, Salvador. "Cultura, Habitabilidad y Tipos Históricos. Aproximación a Una Alternativa para la Enseñanza Proyectual en Arquitectura. El caso de los Edificios de Atención a la Salud en México". En: *El Habitar, una orientación para la investigación proyectual.* Edic. Liliana Giordano-Liliana D´Angeli. Argentina. 1999. Pp. 49-63.
*GIORDANO, Dora y otros. *Cinco Notas sobre Heurística del Diseño.* Edic. FADU. Argentina.
*GIORDANO, Liliana y otros. "Cátedra: La Teoría del Habitar. Registros y Dudas; Compresión y Concreciones". En: *El Habitar, una orientación para la investigación proyectual.* Edic. Liliana Giordano-Liliana D´Angeli. Argentina. 1999. Pp. 129-136.
*PRINGLES A., BLASCO I., ALBARRACIN O."Análisis de La Forma Arquitectónica de Tipologías de Viviendas Económicas". En: *II Simposio de La Vivienda Económica*, Mendoza. 2003. Trabajo 77.
*PRINGLES A., ALBARRACÍN A., BLASCO I. "Estudio Morfológico de Tipologías de Viviendas Económicas". En: *Actas del IV Congreso ARQUISUR*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP. 2000. Trabajo 64, pp. 50.

Alicia Verónica Pringles Belvideri

Arquitecta. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan
Candidata a Doctor en Arquitectura-. Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. Universidad de Mendoza.
Investigadora INSTITUTO REGIONAL DE PLANEAMIENTO Y HÁBITAT- FAUD- UNSJ.
- Proyecto 21/A381 del Programa de Incentivos. Resolución 033-03-CS/2003 (09/05/03). "Tecnologías Apropiadas para la Vivienda Social en Regiones Rurales Árido-Sísmicas". Director: Arq. Osvaldo Albarracín. (CICITCA-UNSJ). Años: 2003 a 2005. Ejecutado en el IRPHa-FAUD-UNSJ. Investigadora
- Proyecto 13-13059, Resolución BID 1201/OC-AR. "Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas". Director: Prof. MSc.-Arq. Irene Alicia Blasco Lucas, FONCYT-ANPCYT. Años: 2004 a 2006. Ejecutado en el IRPHa de la FAUD-UNSJ. Colaboradora
- Proyecto 21/A 377, Resolución 53/03-CS financiadio por CICITCA – UNSJ. "Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica del Sector Privado de Salud, en el Gran San Juan. Su rol en la Red de Emergencia Sísmica". Director: MSc. Arq. Mirta Romero. Años 2003-2005. Ejecutado en el IRPHa-FAUD-UNSJ. Investigadora
- Proyecto Financiado por UNSJ Res. 153/05/FAUD. "Didáctica + Usabilidad: Pautas Para la Producción de Material de Estudio en Soporte Digital". Director: MSc. Arq. María Isabel Balmaceda. Años: 2005-2006. Ejecutado en las Cátedra Computación Gráfica I y II. Departamento de Diseño. Co-Directora
Docente en las Asignaturas: "Computación Gráfica I y II". Carrera: Diseño Gráfico de la FAUD
E-mail: alicia-mario@sinectis.com.ar, alicia-pringles@uolsinectis.com.ar

-CURRICULUM VITAE
ALBARRACIN, Osvaldo Roberto

DATOS PERSONALES

Apellido y Nombres	Albarracín Osvaldo Roberto
Lugar y fecha de nacimiento	San Juan, Argentina, 14 –06 – 1952
E-mail	oalbarra@farqui.unsj.edu.ar osvaldo_albarracin@yahoo.com.ar

ESTUDIOS REALIZADOS

- De grado: 1987: Arquitecto: FAU - UNSJ
- De Postgrado: 2003/04 Candidato a Doctor en Arquitectura: Ha cursado y aprobado las materias escolarizadas del 3° Doctorado en Arquitectura de la Universidad de Mendoza, encontrándose en etapa de desarrollo de tesis doctoral cuyo tema es: “Vivienda Social por Autoconstrucción”

INVESTIGACION y DOCENCIA

- Categoría de Investigación: II del Consejo Interuniversitario Nacional
- Su actividad en investigación se encuadra el la línea Tecnologías Apropiadas, aplicada a la vivienda social de carácter rural.
- Ha dirigido y codirigido proyectos con financiamiento de la UNSJ, del CONICET y de la Agencia de Promoción Científica
- Ha participado en múltiples reuniones científicas y registra publicaciones de carácter nacional e internacional.
- Ha desarrollado funciones de Secretario de Investigación de la FAUD, Consejero Directivo y miembro del Consejo de Investigación del IRPHa
- Desarrolla funciones docentes en las asignaturas “Construcciones I” y la “Vivienda Social” de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FAUD

-CURRICULUM VITAE
Scognamillo, Amelia Antonia

- **Información Personal:**

  Nombre: Amelia Antonia Scognamillo
  e-mail: ame_scognamillo@hotmail.com

- **Estudios de grado:**

  Título Universitario: Arquitecta- (Abadernada 2001-2002) *Universidad Nacional de San Juan. "Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño".*

- **Institución:**

  INSTITUTO REGIONAL DE PLANEAMIENTO Y HÁBITAT- FAUD- UNSJ. **Jefe de trabajos Prácticos Adscripto.**

- **Antecedentes de Investigación:**

  - Proyecto 13-13059, Resolución BID 1201/OC-AR. "**Unidades Productivas Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas"**. Director: Prof. MSc.-Arq. Irene Alicia Blasco Lucas, FONCYT-ANPCYT. Años: 2004 a 2006. Ejecutado en el IRPHa de la FAUD-UNSJ. Investigadora adscripta.

  - Proyecto 21/A383 del Programa de Incentivos. Resolución 033-03-CS/2003 (09/05/03). "**Unidades Productivas Comunitarias Sustentables en Zonas Rurales Árido-Sísmicas".** Director: Prof. MSc.-Arq. Irene Alicia Blasco Lucas, CICITCA-UNSJ. Años: 2003 a 2005. Ejecutado en el IRPHa de la FAUD-UNSJ. Investigadora adscripta.

  - Proyecto 21/A381 del Programa de Incentivos. Resolución 033-03-CS/2003 (09/05/03). "**Tecnologías Apropiadas para la Vivienda Social en Regiones Rurales Árido-Sísmicas".** Director: Arq. Osvaldo Albarracín. (CICITCA-UNSJ). Años: 2003 a 2005. Ejecutado en el IRPHa-FAUD-UNSJ. Investigadora adscripta.

- **Publicaciones:**

  - Congreso Nacional: Políticas de Vivienda y Asentamientos Humanos en el Medio Rural. Días 7, 8, 9 y 10 de Octubre de 2005. Lugar: Santiago Del Estero. Tema: **"VIVIENDA RURAL Y SUSTENTABILIDAD TECNOLOGICA"** Ponencia publicada en la página Web
  www.ar.groups.yahoo.com/group/desarrollo_y_habitat_rural/files/

6.8

ANALISIS DE LOS COSTOS EN LA VIVIENDA RURAL DE ADOBE

Ricardo Romarión*, María Rosa Ridl, Raúl Navas, Liliana Torés
Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional (C.I.R.CO.T)
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.
Av. Libertador Gral. San Martín 1109, Capital. CP. 5400, San Juan.
Tel: 0264-4211700- interno. 279. E-mail: rnavas@unsj.edu.ar

Palabras clave: adobe - costos - construcción

Resumen
Esta ponencia forma parte de trabajos de investigación desarrollados en el Centro de Investigaciones para la Racionalización de la Construcción Tradicional (CIRCOT) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan.
Las construcciones de tierra han sido, son y continuarán siendo una realidad en nuestro país, y especialmente en nuestra región. Presenta para los sectores de menores ingresos la posibilidad de autoconstrucción, obteniendo el material "gratuitamente" del suelo, y empleando la mano de obra del interesado y de su familia para fabricar los adobes y construir la vivienda. Es decir que es una alternativa más dentro de la población rural que carece de otros materiales por su distancia o inaccesibilidad a su hábitat particular.
El presente análisis se realiza teniendo en cuenta el trabajo de "Vivienda Rural de Adobe en la Provincia de San Juan" y sobre un prototipo de vivienda cuyo diseño y construcción obedece a técnicas constructivas de uso común y recomendaciones de profesionales de la Ingeniería Símica.
El objetivo del trabajo es realizar un análisis comparativo de los costos en la construcción de viviendas de: a) adobe; b) sismorresistente del mismo prototipo. Finalmente se realiza una variante de la casa de adobe, mejorando la aislación térmica de la cubierta de techo al cambiar el barro por una mezcla de cemento y piedra pómez (c).
El cálculo se refiere fundamentalmente a costos directos obtenidos a través del estudio donde se aplicaron estándares de rendimientos relevados oportunamente.
Los materiales considerados son de nuestra provincia, provenientes de la zona de construcción y se suponen colocados en obra.
La mano de obra comprende sólo personal en sus funciones específicas. Se toman estándares normales de rendimientos y salarios ajustados a básicos oficiales, sin cargas sociales. Los tiempos insumidos en traslados internos hasta los puestos de trabajo están considerados.-
A los costos directos calculados, falta adicionarles los costos indirectos para llegar al costo total de la obra. Se hace una breve enumeración que sea indicativa para su aplicación posterior.

Introducción

El presente trabajo consiste en la determinación del costo de una vivienda de adobe (a) existente en la provincia de San Juan y compararlo con una construcción sismorresistente del mismo prototipo (b). Finalmente se calcula la incidencia que tendría en el costo, una variante de la casa de adobe, mejorando la aislación térmica de la cubierta de techo al cambiar el barro por una mezcla de cemento y piedra pómez (c).
La vivienda de adobe se construyó en el año 1955 en el Departamento de Chimbas, conforme a los métodos constructivos que exigía la oficina de Reconstrucción de San Juan, actual Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano.

Características constructivas de la vivienda de adobe

Se trata de una vivienda en planta baja de aproximadamente 123 m2 cubiertos. Está fundada sobre un cimiento de piedra ola común y un sobrecimiento al que se le ha agregado un hidrófugo. Posee una estructura de hormigón armado con vigas de encadenado inferior, de dintel y superior (sin columnas). La mampostería es de adobe de 38 cm. de espesor. Las

ventanas son pequeñas, con dimensiones inferiores al metro cuadrado y las puertas son de 0.90m. por 2.00m. El techo está conformado por una estructura de rollizos de madera de álamo vinculados mediante planchuelas metálicas y alambres a la viga de encadenado superior. Sobre los rollizos asienta un encañado. La cubierta es de tierra y sobre la misma hay una capa de brea caliente. La carpintería es de madera de álamo pintada. El estado general de la casa en bueno y denota un mantenimiento permanente de la vivienda.

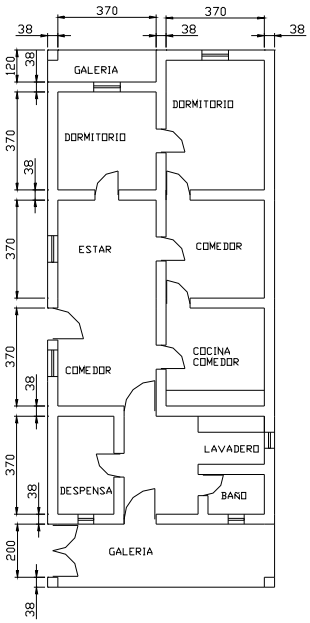


Fig.1. Planta de la vivienda de adobe



Fig.2. Vista de la vivienda de adobe

Características constructivas de la vivienda sismorresistente

Es una vivienda sismorresistente con una distribución en planta igual al de la vivienda de adobe anteriormente descripta. La fundación está conformada por cimientos de 35cm de ancho y vigas de encadenado inferior de 20cm. de ancho. La capa aisladora es de 2cm de espesor. Los muros son de mampostería de ladrillón macizo de 20cm de ancho, encadenados por una viga superior de 20cm x 20cm. Los encuentros de muros se resuelven por medio de columnas de hormigón armado de 20cm x 20cm. El solado es un contrapiso de hormigón fratazado. El techo está conformado por rollizos de madera de eucaliptos, sobre los cuales apoya una cubierta de caña, revestida con barro, mezcla y una membrana impermeable superior. La terminación de los muros es con revoques y enlucidos a la cal.

Marco de referencia constructivo para la determinación de costos

Los ítems considerados para el cálculo de costos en los dos casos son los siguientes:

Excavación, cimientos, sobrecimientos, capa aisladora, muros, contrapiso, viga superior (20 x 40), unión en encuentros de muros, colocación de rollizos, colocación de cañas, barro, mezcla y membrana y finalmente revoque y enlucido

La obra se ubica en las cercanías de la Ciudad de San Juan, y por lo tanto también de las fuentes de aprovisionamiento de materiales, como de mano de obra idónea, en las cantidades necesarias. El clima y condiciones meteorológicas no constituyen obstáculos y por la proximidad al centro urbano, quedan asegurados los servicios de apoyo.-

El terreno de fundación en el emplazamiento de la obra resulta apto en condiciones normales, libres de edificaciones a demoler y a nivel con la cota fijada para la obra. No será necesario realizar obras accesorias, existiendo redes de agua y energía eléctrica que ofrecen seguridad en su servicio, por lo cual no se adoptan medidas especiales para cubrir eventualidades.

El terreno ofrece lugar suficiente y apropiado para la instalación y funcionamiento del obrador. La construcción se lleva a cabo utilizando técnicas tradicionales desarrolladas por una empresa constructora con la suficiente capacidad económica-financiera y una eficiente dirección de obra.
Respecto de los Costos Directos, los precios de los materiales incluyen desperdicios y transporte externo hasta la obra, es decir, se consideran colocados en obrador.
La Mano de Obra comprende sólo el personal de los distintos puestos en sus funciones específicas. Se toman estándares normales de rendimientos y salarios ajustados a básicos oficiales, sin cargas sociales. Los tiempos insumidos en traslados internos hasta los puestos de trabajo están considerados.
En los transportes no se consideran los externos y el costo de los internos se deben incluir entre los Costos indirectos como así también las herramientas y medios auxiliares.

Determinación de Costos
a) Vivienda de Adobe
El material utilizado para la fabricación del adobe en estas viviendas es el suelo del lugar o de las cercanías, mezclado con algún elemento vegetal para darle resistencia.



Fig.3. Vista de la playa de secado del adobe



Fig.4. Vista de la "adobera", adobes frescos y en proceso de secado

El análisis de costo detallado para la ejecución del muro de adobe es el siguiente:
Muro de 40 cm

Material	Unidad	Cantidad Unitaria	Precio de Material por Unidad	Total
Adobe 40 x 20 x 12	u/m2	30,00	$ 0,20	$ 6,00
Tierra (asiento de 3 cm)	m3/m2	0,08	$ 0,87	$ 0,07
Paja	fardo/m2	0,01	$ 0,05	$ 0,00
			Material	**$ 6,07**
Mano de Obra				
Hs. Oficial	hs/m2	0,70	$ 4,00	$ 2,80
Hs. Ayudante	hs/m2	0,50	$ 3,5	$ 1,79
			Mano de obra	**$ 4,59**
			Total	**$ 10,66**

El presupuesto resultante es:

Nº	ITEM	Unidad	Cantidad	Costo Unitario Total	Costo Total
1	Excavación	m3	28,08	$ 11,95	$ 335,56
2	Cimientos	m3	28,08	$ 87,03	$ 2.443,86
3	Sobre cimientos (15 cm)	m3	4,55	$ 146,76	$ 667,46
4	Capa aisladora (4 cm)	m2	30,40	$ 7,18	$ 218,39
5	Muros (40cm)	m2	325,68	$ 10,66	$ 3.471,36
6	Contrapiso	m2	122,84	$ 15,44	$ 1.896,28
7	Viga Superior (20 x 40)	m3	9,36	$ 212,90	$ 1.992,73
8	Unión en encuentros de muros	m2	126,00	$ 15,30	$ 1.928,27
9	Colocación de Rollizos	m2	122,89	$ 12,35	$ 1.517,67
10	Colocación de cañas, barro, mezcla y membrana	m2	122,89	$ 27,91	$ 3.429,49
11	Revoque y enlucido	m2	651,36	$ 10,92	$ 7.111,78

TOTAL:	$ 25.012,86

b) Vivienda sismorresistente

Nº	ITEM	Unidad	Cantidad	Costo Unitario Total	Costo Total
1	Excavación de Cimientos y Bases	m^3	30,37	$ 11,95	$ 362,87
2	Hormigonado de Cimientos	m^3	24,57	$ 119,11	$ 2.926,46
3	Hormigonado de Bases	m^3	5,80	$ 169,28	$ 981,14
4	Vigas de Fundación	m^3	4,68	$ 306,81	$ 1.435,85
5	Columnas de encadenado	m^3	3,24	$ 258,79	$ 838,47
6	Vigas de Encadenado	m^3	4,68	$ 298,53	$ 1.397,13
7	Emplantillado	m^2	15,20	$ 6,25	$ 94,95
8	Muro Ladrillón de 20 cm	m^2	315,80	$ 30,28	$ 9.561,79
9	Contrapiso fratazado 10 cm	m^2	125,80	$ 15,44	$ 1.941,97
10	Colocación de Rollizos	m^2	122,89	$ 12,86	$ 1.580,06
11	Colocación de cañas, barro, mezcla y membrana	m^2	122,89	$ 27,91	$ 3.429,49
12	Revoque y enlucido	m^2	631,60	$ 10,92	$ 6.896,03

TOTAL:	$ 31.446,22

c) Variante vivienda de adobe: Mejora en la aislación térmica del techo.
El análisis de costo detallado para la ejecución de la cubierta de techo es el siguiente:

Cubierta de techo con aislación de mezcla de piedra pómez

Material	Unidad	Cantidad Unitaria	Precio de Material por Unidad	Total
Cañizo	m2/m2	1,00	$ 7,00	$ 7,00
Papel (bolsa de cemento ó similar)	Kg/m2	0,10	$ 3,25	$ 0,33
Clavos de encañar	Kg/m2	0,12	$ 2,10	$ 0,25
Piedra Pómez	m3/m2	0,09	$ 65,00	$ 5,85
Cemento	Kg/m2	10,00	$ 0,32	$ 3,20
Cal	Kg/m2	12,00	$ 0,08	$ 0,96
Arena	m3/m2	0,06	$ 55,00	$ 3,30
Membrana c/aluminio	m2/m2	1,00	$ 5,60	$ 5,60
Emulsión asfáltica	lts/m2	1,50	$ 1,49	$ 2,24
			Material	**$ 28,72**
Mano de Obra				
Hs. Oficial	hs/m2	0,80	$ 4,00	$ 3,20
Hs. Ayudante	hs/m2	0,50	$ 3,58	$ 1,79
			Mano de obra	**$ 4,99**
			Total	**$ 33,71**

Nº	ITEM	Unidad	Cantidad	Costo Unitario Total	Costo Total
1	Excavación	m^3	28,08	$ 11,95	$ 335,56
2	Cimientos	m^3	28,08	$ 87,03	$ 2.443,86
3	Sobre cimientos (15cm)	m^3	4,55	$ 146,76	$ 667,46
4	Capa aisladora (4cm)	m^2	30,40	$ 7,18	$ 218,39
5	Muros (40cm)	m^2	325,68	$ 10,66	$ 3.471,36
6	Contrapiso	m^2	122,84	$ 15,44	$ 1.896,28
7	Viga Superior (20 x 40)	m^3	9,36	$ 212,90	$ 1.992,73
8	Unión en encuentros de muros	m^2	126,00	$ 15,30	$ 1.928,27
9	Colocación de Rollizos	m^2	122,89	$ 12,35	$ 1.517,67
10	Colocación de cañas, mezcla piedra pómez y membrana	m^2	122,89	$ 33,71	$ 4.143,05
11	Revoque y enlucido	m^2	651,36	$ 10,92	$ 7.111,78

TOTAL:	$ 25.726,42

Costos Indirectos
Los Costos indirectos son aquellos que no se pueden repartir objetivamente entre los distintos productos. La empresa es libre de establecer los criterios de distribución que considere oportuno, con el único requisito de que sean criterios lógicos (guarden relación con la generación del costo que se va a distribuir). La empresa podrá establecer criterios de reparto diferentes para los diversos costos indirectos.
A los efectos de que se tengan en cuenta estos costos, se hace una enumeración y clasificación indicativa extraída del libro El auxiliar del Conductor de Obras:
Costos Indirectos

-Gastos comunes de obra. Gastos de estudio de licitación, costo de infraestructura del loteo y urbanización, equipamiento, obrador, etc.
-Gastos indirectos de producción. Esencialmente incluye los siguientes aspectos y se pueden considerar porcentajes sobre la mano de obra directa: % por funcionamiento de la cuadrilla de patio, % por funcionamiento de otro personal del obrador, % por incidencia de amortización de herramientas y medios auxiliares.
-Gastos Generales de Obra y Gastos Generales de Empresa.
-Gastos Financieros.
-Utilidad.
-Gastos fiscales, impuestos y tasas.

Conclusiones

En la siguiente tabla se puede observar la significativa diferencia entre los costos de las viviendas construidas con igual diseño y modificando fundamentalmente el tipo de material con que se construyen los muros ya que el tipo de techo es el mismo en a) y b).

a) Vivienda de Adobe	**$ 25.012,86**
b) Vivienda sismorresistente	**$ 31.446,22**
c) Variante vivienda de adobe: Mejora en la aislación térmica.	**$ 25.726,42**

Tenemos así que:

b-a	**$ 6.433,36**
b-c	**$ 5.719,80**
c-a	**$ 713,56**

Este resumen muestra la conveniencia, desde el punto de vista de los costos, de la construcción de la vivienda de adobe. A esto se añaden las ventajas probadas desde el punto de vista del confort higrotérmico que ofrece este material para nuestra región.
El otro aspecto a analizar es la conveniencia o no de construir en nuestra zona sísmica con este material. Evidentemente esto requiere otro análisis y el hecho de que estas construcciones han sido, son y continuarán siendo una realidad en nuestra región no se puede negar. La existencia de construcciones como la mostrada en la Fig. 2, con medio siglo de vida, y habiendo sido sometida al “ensayo natural” que representó el terremoto del año 1977, presenta un claro ejemplo de que siguiendo algunas técnicas y pautas de construcción y un mantenimiento adecuado, la vida útil de estas construcciones satisfará las expectativas del usuario. De esta manera la propuesta sería que quienes son responsables de la seguridad de las construcciones en nuestras provincias, no se distraigan cuando crezcan “asentamientos no planificados” construidos con adobe, sin ningún tipo de control y se les brinde a estas nuevas familias un mínimo de asesoramiento que les permita alcanzar una vivienda digna, con mínimas condiciones de seguridad.

Bibliografía

*GIULIANI, Hugo y otros. Diseño de Estructuras Sismorresistentes. IRPHA. Facultad de Arquitectura. 1986.
*VÁZQUEZ CABANILLAS, Carlos Eudoro. El auxiliar del conductor de obras edilicias. 4º Edición. Librería Técnica. 1999.
*CHANDÍAS, Mario E. Cómputos y Presupuestos. Librería y Editorial Alsina. 1987
Fascículo
*NAVAS, Raúl; ROMARIÓN, Ricardo. Índice CIRCOT. Publicación mensual y continua del Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional (C.I.R.CO.T). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.
*FERREZ, Sonia; HERRERA, Laura. “Manual para la construcción de vivienda rural de adobe”. Publicación del Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional (C.I.R.CO.T). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan. San Juan, 1993.
*DEL BONO, Elisa M.; HERRERA, Laura. “Manual de reparación y mejoramiento de la vivienda rural de adobe” Publicación del Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional (C.I.R.CO.T). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan. San Juan, 1990.

Equipo de trabajo

Los profesionales autores son profesores e investigadores de la Universidad Nacional de San Juan desde hace más de 20 años.
Cuentan con presentaciones en el ámbito nacional e internacional sobre temáticas de diseño y construcción de viviendas, considerando diferentes aspectos tales como las normas de calidad en el diseño y construcción, evaluación y control de costos en vivienda de diferentes características, realización de los índices de costos mensual, y trabajos de extensión consistentes en transferencias directas de asistencia a diferentes estamentos de la sociedad.

6.8

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN EL GRAN BUENOS AIRES

Diseño y gestión de pisos y revoques para la vivienda de Interés Social

Rodolfo Rotondaro * - Alex Schicht – Juan Carlos Patrone - Adolfo Rodrigo Ramos
CONICET/FADU UBA - Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA - Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4to piso, Instituto de Arte Americano. (1428) Ciudad de Buenos Aires – Argentina
Tel. (54.11) 4789 6270 - E-mail: rotondarq@telecentro.com.ar

Palabras clave: vivienda social-pisos y revoques-tierra estabilizada

Resumen
En este trabajo se presentan los avances recientes de la investigación sobre pisos, revoques y terminaciones de superficie, con empleo de tierras estabilizadas, que se lleva a cabo en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires y en dos sectores urbanos del Gran Buenos Aires: el barrio Bancalari, en Don Torcuato, Tigre, y la localidad de Florencio Varela.
Su objetivo principal es diseñar, ensayar y evaluar prototipos de pisos, revoques y terminaciones de superficie para mejorar aspectos de habitabilidad en el campo de la vivienda de Interés Social. Los prototipos apropiados podrán ser transferidos en etapas posteriores a la población bajo la Línea de Pobreza del Gran Buenos Aires, y a otras regiones del país donde puedan ser implementadas adecuadamente.

Se resumen los principales resultados del diseño y la construcción de los prototipos previos realizados (baldosas, baldosines, carpetas, contrapiso, revoques y lechadas), y la evaluación preliminar sobre los ensayos y los dispositivos empleados.
Se presenta también una síntesis de las evaluaciones y comparaciones cualitativas y cuantitativas obtenidas a partir de los resultados sobre las resistencias mecánicas relevantes para este tipo de componentes, en particular para los componentes y elementos para pisos (comportamientos al desgaste por abrasión, al ensayo de choque y a la resistencia a la rotura por flexión), y del comportamiento físico y al desgaste de la intemperie, en el tema revoques y terminaciones de superficie.

Se evalúan los procedimientos constructivos empleados en relación con el rendimiento de la mano de obra y la facilidad/dificultad de las técnicas.

Se describen nuevos diseños de prototipos para revoques y terminaciones de superficie construidos recientemente en Bancalari y en Florencio Varela, en etapa de evaluación.

La investigación es financiada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICET, con el Proyecto PIP Nº 5408, y cuenta con el apoyo institucional y material de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (FADU UBA); de la Asociación Civil El Nuevo Progreso, centro vecinal del barrio Bancalari, Tigre; y de la Municipalidad de Florencio Varela, en el Sur del Gran Buenos Aires.

Introducción

Marco institucional:

La investigación cuyos avances se resumen en este trabajo forma parte del Proyecto PIP 5408 del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Argentina (CONICET), titulado *"Tecnología con tierra estabilizada para la vivienda de interés social. Componentes y elementos constructivos para pisos y terminaciones de muros".* Este Proyecto, que es dirigido por uno de los autores (Rotondaro), tiene sede en el Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas "Arq. Mario Buschiazzo", de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU-UBA).

Se desarrolla en tres ámbitos: la FADU-UBA, en la Ciudad de Buenos Aires; la Asociación Civil El Nuevo Progreso, en el barrio Bancalari en el Norte del Gran Buenos Aires; y en el municipio de Florencio Varela en el Sur del Gran Buenos Aires.

La investigación es financiada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICET, y cuenta con el apoyo institucional y material de las instituciones y organismos donde se desarrolla (FADU UBA, Asociación Civil El Nuevo Progreso y Municipalidad de Florencio Varela).

Objetivos:

El objetivo general del Proyecto es generar soluciones constructivas para pisos y terminaciones de muros con tecnología de tierra estabilizada, de baja complejidad técnico-constructiva y bajo costo, para su aplicación en ámbito de la vivienda de la población bajo la Línea de Pobreza. El objetivo específico más importante es el siguiente: construir series de prototipos y evaluar las resistencias mecánicas, la complejidad constructiva y los costos de los mismos, mediante ensayos físico-mecánicos simples y normalizados y evaluaciones comparativas.

Aspectos metodológicos y de gestión:

Para el desarrollo del Proyecto se diseñó una estrategia de gestión interinstitucional que fortalezca y vincule a una facultad de arquitectura del sistema universitario público (FADU-UBA) con una organización de base barrial (el centro vecinal de Bancalari) representativa de un sector poblacional bajo la Línea de Pobreza en el Gran Buenos Aires, y con un municipio en la zona Sur del Gran Buenos Aires (Florencio Varela) que también es representativo de sectores poblacionales pobres.

Esta articulación tripartita de la investigación desde sus estadíos preliminares continúa la labor de gestión iniciada por el equipo de investigadores en estos tres lugares, con el fin de preparar etapas de transferencia de resultados en ámbitos comunitarios que cuenten con capacidad de gestión para llevarla a cabo. A tal fin, se firmó un "*Acta Acuerdo para Tareas de Investigación y Transferencia Tecnológica"* entre el Proyecto y la Asociación Civil El Nuevo Progreso, y se gestionan acuerdos con el municipio de Florencio Varela y con vecinos para realizar tareas preliminares de transferencia de componentes constructivos.

Para los prototipos se emplearon tierras denominadas "tosca", provenientes de tosqueras de Benavídes y de Brandsen en actividad, y de la excavación de obras de un subterráneo de la Ciudad de Buenos Aires; arena fina de corralón; cemento tipo Pórtland; cal hidratada y agua de red. Se emplearon tamices de 5 mm y de 1,5 mm de abertura de malla, herramientas tradicionales de la construcción civil y una bloquera manual del tipo CINVA-RAM. La mano de obra incluye a parte de los investigadores y a albañiles contratados.

Se fabricaron diferentes materiales y se diseñaron y construyeron series de prototipos de componentes básicos sobre sustratos de suelo-cemento (tapial y BTC tipo CINVA-RAM).

Se realizaron ensayos sensoriales y simples normalizados de las tierras "toscas" empleadas y de los baldosines, en laboratorio de la FADU y en los campos experimentales. Además se realizaron ensayos de abrasión (con dispositivo casero), choque, flexión y dureza.

Antecedentes previos

La investigación comenzó en el año 2002 y hasta el 2004 se construyeron y evaluaron los primeros prototipos (Schicht et al 2004; Rotondaro et al 2005).
La evaluación se realizó según criterios cualitativos y cuantitativos (FADU UBA), con el fin de compararlos entre sí y con elementos normalizados de la construcción convencional, como baldosas calcáreas o cementicias y contrapisos de cascotes o de hormigón.

Componentes básicos en el ámbito de la FADU UBA:
Se comenzó con componentes para pisos y a partir de una tierra se fabricaron seis materiales diferentes para construir los mismos (Tabla 2). Se trabaja en el laboratorio del Centro Experimental de la Producción (CEP-ATTAE) de la FADU UBA.

Tabla 2– Materiales para baldosas, baldosines y pisos fabricados en la FADU UBA

material		**partes en volumen**		
Identif.	**material**	**tierra**	**arena**	**cemento**
M1	Suelo natural (50% finos-50% arena fina-media)	1	-	-
M2	Suelo mejorado (25% finos-75% arena fina-media)	1	1	-
M3	Suelo natural estabilizado (9,1 % cemento)	10	-	1
M4	Suelo natural estabilizado (14,3% cemento)	6	-	1
M5	Suelo mejorado y estabilizado (9,1 % cemento)	5	5	1
M6	Suelo mejorado y estabilizado (14,3% cemento)	3	3	1

En el caso de los ensayos mecánicos realizados a los baldosines, hay que considerar en particular que los ensayos de flexión, y en menor medida los de choque y desgaste por abrasión (IRAM 1971), dieron resultados heterogéneos con gran desviación estándar, por lo que las resistencias características de los prototipos tienden a ser muy bajas en comparación con sus resistencias medias.
Se diseñaron y construyeron, además, dispositivos simples que intentan homologar los que figuran en la norma, que se probaron y evaluaron (Schicht et al 2004).
Del mismo modo, para el ensayo de desgaste por abrasión (para el cual la Norma establece el empleo de la Máquina Dorry) se construyó un dispositivo casero que posibilita la comparación de resultados entre diversos materiales ensayados en los distintos prototipos, aunque no homologar el dispositivo de la Dorry.

En cuanto a las resistencias físico-mecánicas los baldosines presentan dos dificultades: son más frágiles para su manipuleo y presentan bordes que se desgranan con facilidad. Si bien hubo mejoras en la dureza de la capa de desgaste por la adición de más cemento, un incremento similar de cemento en el material para el cuerpo de los baldosines no produjo mayores beneficios en la resistencia a la flexión y a la rotura por choque.

En las carpetas se obtuvieron terminaciones aceptables, con bordes firmes, superficies lisas y parejas, y resistencia al desgaste por abrasión bastante homogénea.

Revoques en el ámbito Florencio Varela:
Se pudo construir y evaluar (en forma cualitativa) una cantidad considerable de prototipos de revoques, en situación exterior, interior, y a cuatro orientaciones diferentes.
Los revoques se aplicaron sobre los muros de tapial vertical del prototipo de vivienda de Interés Social del predio del municipio (Patrone et al 2004,2005).

En la Tabla 1 se pueden apreciar los materiales de los revoques realizados y las observaciones sobre el comportamiento principal en función de su adherencia al sustrato y de la fisuración.

TABLA 1: Evaluación cualitativa de prototipos de revoques construidos en Florencio Varela.

REVOQUES EN VIVIENDA DE TAPIAL - FLORENCIO VARELA										
TIPO	DOSIFICACIÓN						ESP.	FECHA	días	OBSERVACIONES
	Tierra	Arena	Abono	Cal	Cem.	Otros	mm			
A	2	0	2	1/*2	0	0	20	07/04/2004	7 15 30	Se rajó poco-blando a 7d poca adherencia a 30 rajó a 60 d.
B	2	0	1	0	0	0	20	07/04/2004	7 15	Rajó mucho a 7d. desprende mucho a 15d
C	2	0	1	0	1/*4	0	10 a 25	07/04/2004	7 15	Buena respuesta a 7 d. rajó a 30 d.-microfisura
D	2	0	1	1/*2	0	0	10 a 25	07/04/2004	7 15	Blando.Poca adh. a 7d-desprende a 30d
F	2	0	2	0	1/*4	0	10 a 20	12/04/2004	7 15	rajó poco-Muy blando a 7d-rajó mucho a 60d
K	3	0	1	1/*2	0	0	10 a 25	12/04/2004	7 15	Rajó a 7d. Buena Degrada 30d
L	3	0	1	0	1/*4	0		12/04/2004	7 15	Rajó a 7d Buena Adh. Degrada a 30
M	1 1/2	1 1/2	3/*4	1/*2	0	0	10 a 25	13/04/2004	7 15	Blando buena adh. Rajó a 15d, más a 30d
N	1 1/2	1 1/2	1/*2	1/*2	1/*4	0	5 a 20	13/04/2004	7 15	Buena adherencia a 7d No rajó.Apto p/finos
O	1	1 1/2	3/*4	1/*2	0	0		19/04/2004	7 15	Buena adherencia a 7d Rajó a 30d
P	1	1 1/2	1	1/*2	1/*4	0	5 a 20	19/04/2004	7 15	Buena adherencia a 7d Rajó a 30d
Q	1 1/2	1 1/2	1	1/*2	1/*4	0	10 a 30	29/04/2004	7 15	Buena adherencia a 7d No rajó a 15 ni a 30d
R	2	1 1/2	1	1/*2	1/*4	0	10 a 30	29/04/2004	7 15 30	Buena adherencia a 7d No rajó a 15 ni 30d se adopta p/interiores
V	1 1/2	1	3/*4	1/*2	1/*4	0	20 a 30	29/04/2004	7 15	Buena adherencia a 7d No rajo a 15 ni 30d
X	1	2	1	1/*2	1/*4	0	10 a 30	10/02/2005	7 15	Buena adherencia a 7d No rajó.
E	2	2	1½	½	¼		20 a 30	19/05/2005	7 15	Buena adherencia a 7d No rajó a 15 ni a 30d.
G	1½	2	1	½	¼		10 a 30	24/05/2005	7 15	Buena adherencia No rajó
X`	1	2½	1	½	¼		20 a 30	10/05/2005	7 15	Buena adherencia a 7d No rajó

Los muros de tapial se picaron lo necesario hasta encontrar un sustrato sólido donde hacer firme el revoque. En general, se utilizaron las mismas proporciones de cemento en volumen en los lugares donde hubo que aplicar más de una capa. El grueso y el fino se hicieron con el mismo mortero. Se utilizaron mezclas con distintas proporciones de materiales. El resultado general fue que todos aquellos revoques en los cuales no se incorporó arena, tuvieron desprendimientos o fisuración importantes o las dos lesiones a la vez, apareciendo éstas entre los 15 y los 30 días de edad. Los revoques anteriores que se realizaron sin agregado orgánico (estiércol de caballo) con mezclas de tierra con cal o cemento, o los dos estabilizantes juntos.

Los revoques que llevaron cemento resultaron un poco más duros que aquellos con cal solamente, pero sus diferencias de comportamiento mecánico son aparentemente muy pocas.
La incorporación de arena en el material fue determinante a la hora de evaluar resultados, concluyendo que los materiales fabricados con mejores resultados fueron aquellos que incluyeron estiércol, cal, cemento y proporciones prácticamente iguales de tierra y arena.

Evaluación comparativa de componentes básicos para pisos:
Considerando todos los componentes construidos en los tres ámbitos de la investigación, en la Tabla 3 se resume la evaluación cualitativa de componentes básicos para contrapisos y pisos, a partir de criterios de comparabilidad con similares del mercado convencional de la construcción en el Gran Buenos Aires.

TABLA 3: Evaluación de prototipos para pisos construidos en FADU UBA, F. Varela y Bancalari

		CRITERIOS DE EVALUACION CUALITATIVA				
PROT.	**NOMBRE**	**TECNICA CONSTRUCTIVA**	**RESISTENCIA**		**POSIBLE TRANSFERENCIA**	**APARIENCIA ACEPTACION**
			DESGASTE	**ROTURA**		
BALDOSINES	P BCR 01	malo	regular	Malo	regular	regular
	P BCR 02	malo	bueno	Malo	regular	regular
	P BCR 03	malo	Malo	Malo	regular	regular
	P BCR 04	malo	bueno	Malo	regular	regular
	P BCR 05	malo	bueno	regular	regular	regular
	P BCR 06	malo	bueno	regular	regular	regular
BALDOSAS	P Ba 01	malo	regular	bueno	regular	malo
	P Ba 02	malo	regular	bueno	regular	malo
	P Ba 03	malo	regular	bueno	regular	malo
	P Ba 04	regular	Malo	malo	malo	malo
	P Ba 05	regular	bueno	bueno	regular	regular
	P Ba 101	Colado y Llaneado	Menor resist. que el calcáreo	Menor resist. que el calcáreo	Similar a tradicional	Buena
	P Ba 102	Colado y Llaneado	Menor resistencia que uno calcáreo	Menor resistencia que uno calcáreo	Similar a tradicional	Buena
CARPETA	P CA 01	bueno	bueno	bueno	bueno	regular
	P CA 02	regular	bueno	regular	bueno	bueno
	P CA 101	Colado y Llaneado en dos capas	Menor resistencia que uno cementicio	Similar a uno cementicio	Similar a tradicional	Buena
	P CA 102	Colado y Llaneado en dos capas	Menor resistencia que uno cementicio	Similar a uno cementicio	Similar a tradicional	Buena
	P CA 103	Colado y Llaneado dos capas	Similar a tradicional	Similar a uno cementicio	Similar a tradicional	Buena
CONTRAPISO	P C ap 01	malo	---	regular	malo	---
	P C co 101	Colado y regleado	Mayor desgaste que uno de cascotes	Mas blando que uno de cascotes	Similar a tradicional	Aceptable
	P C co 102	Colado y regleado	Muy blando		Similar a tradicional	Muy blando
	P C co 103	Colado y regleado	Mayor desgaste que uno de cascotes	Mas blando que uno de cascotes	Similar a tradicional	Aceptable
	P C ap 101	Apisonado en dos capas	Bien respuesta al desgaste		Mayor laboreo	Buena

Observaciones sobre las técnicas constructivas empleadas
El compactado manual con pisón de 12 kg de peso, en dos capas, ejecutada en el prototipo de contrapiso de Bancalari, exige un mayor trabajo que la tradicional técnica de contrapisos con el colado de un material más plástico. El tiempo invertido es mayor y hay que sumarle además el tiempo de preparación de la tierra y el de fabricación de la mezcla de suelo-cemento con el humedecimiento lento para evitar un material heterogéneo.
En el caso de las carpetas de suelo-cemento, su técnica es prácticamente la misma que la de la carpeta tradicional de cemento alisada.

La técnica constructiva de los baldosines es más compleja debido a que insume mayor cantidad de horas/hombre por unidad de superficie y de mayor cuidado durante su ejecución. También influye, en el incremento de los tiempos constructivos, que se utilizan dos mezclas diferentes, con la correspondiente necesidad de preparación previa (más material, más mano de obra).
-todavía quedan por resolverse problemas en el momento del desmolde ya que muchas veces la capa de desgaste tiende a pegarse al contra-molde.
-al ser un elemento muy frágil exige mucho cuidado en el desmolde, traslado y almacenamiento del mismo de lo contrario tiende a romperse. De todas maneras y a pesar de los cuidados extremos en el laboratorio, muchas veces las aristas de los baldosines se rompen en el momento del desmolde.
-estas complicaciones generan una técnica constructiva baja productividad

En general los componentes constructivos formados con dos mezclas de diferente dosificación son más complejos en su ejecución que los formados por una única mezcla.

Se prevé realizar la colocación de los baldosines sin carpeta niveladora, directamente sobre un contrapiso nivelado (preferentemente colado en vez de compactado) para economizar los costos y simplificar la técnica, que se parecería más a la de colocación de ladrillos como solado que a la técnica de colocación de baldosas cerámicas.
El contrapiso compactado manualmente en dos capas debería ser utilizado principalmente cuando el solado sea un una carpeta alisada.

Observaciones sobre los aspectos técnico-económicos de los prototipos
En esta primera etapa los prototipos de la investigación en comparación con las soluciones constructivas tradicionales tienen un mayor costo total y un menor costo de materiales.
El mayor costo se debe a que los prototipos tienden a tener mayor complejidad constructiva lo cual incrementa las horas-hombre necesarias para su construcción.

El prototipo de contrapiso apisonado en dos capas construido en Bancalari, si es comparado con un contrapiso equivalente tradicional colado con proporciones de materiales ¼:1:5:10 (cemento – cal – arena y cascote en volumen), tiene un mayor costo de materiales, por la gran cantidad de cemento necesario para la mezcla (29 Kg/m²), y mayor costo de mano de obra, por la cantidad de horas-hombre (4,5 hs/m²) que la técnica del compactado manual con pisón exige. Además, hay que considerar el trabajo en la preparación de las mezclas por el zarandeo de la tosca con malla de 4.2 mm y la complicación en la preparación de la mezcla, que debe realizarse con cierto cuidado y manualmente (salvo que se cuente con mezcladores adecuados), y la incorporación de agua a la misma debe hacerse cuidadosamente de manera más lenta y uniforme.

Comparativamente con los baldosines, las carpetas alisadas de suelo-cemento tienen menor costo total tanto en la mano de obra como en los materiales.
Debido a que, en general, los componentes constructivos formados con dos mezclas de diferente dosificación son más complejos en su ejecución, tienden a tener un mayor costo de mano de obra.

En los baldosines el sólo aumento de la dosificación de cemento en la capa de desgaste de 1:1 a 2:1 (cemento – arena, en volumen) genera un aumento significativo en el costo de los materiales, a pesar del escaso espesor y el poco volumen necesario para la capa de desgaste.

Nuevos prototipos de revoques y terminaciones de superficie. Resultados preliminares

En el marco del PIP CONICET Nº 5408 el avance reciente en cuanto al diseño y construcción de prototipos de revoques y terminaciones de superficie es el siguiente:

En el ámbito Bancalari se construyeron prototipos de revoques, variando la composición de los materiales, considerando situación exterior e interior, y el sustrato de aplicación fue BTC de los muros de la sede del centro vecinal de Bancalari.

Se construyeron los prototipos que se detallan en las tablas 4 y 5 siguientes, con ejemplificación de uno de los sectores interiores en la Figura 1:

TABLA 4: Prototipos de revoques 2006-Bancalari, partido de Tigre.

Revoques 2 capas					**Revoques 1 capa**				
nombre	**cem.**	**cal**	**arena**	**tosca**	**nombre**	**cem.**	**cal**	**arena**	**tosca**
Rc 201	1		1	3	Rg 215	1		1	3
Rc 202	1		2	3	Rg 216	1		3	1
Rc 203	1		3	1	Rg 217	1		6	3
Rc 204	1		4	4	Rg 218	1	2	1	3
Rc 205	1		4	6	Rg 219	1	2	3	1
Rc 206	1		6	3	Rg 220	1	2	6	3
Rc 207	1		8	4	Rg 229	1		2	4
Rc 208	1	2	1	3	Rg 230	1	2	2	4
Rc 209	1	2	2	3	Rg 231	1		3	6
Rc 210	1	2	3	1	Rg 232	1	2	3	6
Rc 211	1	2	4	4	Rg 233	1		3	5
Rc 212	1	2	4	6	Rg 234	1	2	3	5
Rc 213	1	2	6	3					
Rc 214	1	2	8	4					

TABLA 5: Prototipos de lechadas 2006-Bancalari, partido de Tigre.

Lechada a pinceleta 2 manos				
nombre	**cem.**	**cal**	**arena**	**tosca**
Rs 223	1		1	1
Rs 224	1	1	1	1
Rs 225	1	1	2	2
Rs 226	1	2	1	1
Rs 227	1		2	4



Figura 1: Prototipos de revoques Bancalari 2006.

En el ámbito Florencio Varela se construyeron tres prototipos de revoques en dos capas, grueso y fino, sobre un sustrato diferente al de Bancalari, ya que se trata de un murete de tapia experimental que fue preparado para estos prototipos, buscando dos orientaciones diferentes y el desgaste por intemperie.
Se detallan los prototipos construidos en la Tabla 6 y se ejemplifica la cara sur del murete en la figura 2 siguientes:

TABLA 6: Prototipos de revoques Florencio Varela 2006.

nombre	cem.	cal	arena	tosca	estiércol
Rc 101	1	2	6	6	2
Rc 102	1	2	4	4	6
Rc 103	1	1	2 1/2	1	-



Figura2: Prototipos de revoques Florencio Varela 2006

Los prototipos de Bancalari y de Florencio Varela están siendo evaluados en cuanto a su fisuración superficial y de bordes, aparición de grietas, dureza superficial, adherencia al sustrato, desgranamientos, eflorescencias y aspecto final.
Para su evaluación se tienen en cuenta las orientaciones, las edades relativas (48hs, 7 días, 14 días 28 días y una vez por mes hasta el año de edad).

Comentarios finales
De acuerdo con los resultados generales que se comentaron antes, podemos señalar que en estos años se generaron datos de importancia desde el punto de vista de la durabilidad y la resistencia de los componentes y elementos constructivos en experimentación.
También se han producido datos importantes en el sentido de la posible factibilidad para la transferencia de dichos elementos al hábitat social del Gran Buenos Aires, aunque aún todos los resultados no son totalmente satisfactorios.

Pero es tal vez el mejor resultado el haber podido comparar y evaluar en los dos ámbitos de experimentación, laboratorio y campo, una serie de prototipos de elementos que si bien no están en la agenda de la urgencia del hábitat construido (el revoque y el piso), sí son aspectos relevantes a nuestro juicio, ya que hacen a la calidad de vida cotidiana de la población bajo la Línea de Pobreza, en el Gran Buenos Aires y donde sea.

Esta experimentación nos ha permitido una evaluación de varios aspectos y variables claves para estos dos elementos constructivos, el piso y el revoque, dentro del objetivo de producir elementos de bajo costo posibles para la vivienda de Interés Social. Estos aspectos podrían resumirse según el siguiente listado:
-El diseño y la prueba de formas
-El diseño de los materiales para fabricar los elementos

-El diseño y mejoramiento de las técnicas constructivas
-El diseño de ensayos alternativos eficaces
-La comparación de las propiedades físico-mecánicas con los elementos de la realidad
-Las calidades de terminación
-Los costos relativos y las alternativas de producción de los elementos
-Las relaciones entre seis variables fundamentales: sustrato, material, espesor y capas, resistencias mecánicas, técnica constructiva y calidad de ejecución.

De acuerdo con estas variables, esta investigación deberá generar datos definitivos para la selección de prototipos posibles de transferir a los ámbitos sociales para los cuales el trabajo está orientado.

Bibliografía

*IRAM-Instituto Argentino de Racionalización de los Materiales. “Norma Nº 1522. Baldosas aglomeradas con cemento con cara vista plana”. Buenos Aires. Argentina. 1971.
*PATRONE, Juan Carlos. “Gestión y desarrollo tecnológico para la vivienda de interés social. Prototipo en Florencio Varela, Provincia de Buenos Aires, Argentina”. En: *Construcción con Tierra 1.* GCT-CIHE FADU UBA. Buenos Aires. 2005. Pág.: 66-72.
* ROTONDARO, Rodolfo; SCHICHT Alex. “Muros y pisos de suelo-cemento para mejorar la vivienda social .Zonas urbanas del Gran Buenos Aires, Argentina”. En: *Libro Terra em Seminário-IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra-SIACOT/III Seminário Arquitetura de Terra em Portugal. Escola Superior Gallaecia-Fundaçao Convento da Orada-PROTERRA CYTED-Associaçao Centro da Terra.* Lisboa, Portugal. 2005. ISBN 972-8479-37-9 Pág.:43-45.
*SCHICHT, Alex; PATRONE, Juan Carlos; ROTONDARO, Rodolfo. “Pisos y solados con tierra estabilizada. Prototipos para la vivienda de bajo costo”. En: *3er Seminario Internacional de Construcción con Tierra- Proyecto Proterra-CYTED /Criatic* Tucumán. 2004. Pág. 205-213.

Rodolfo Rotondaro

Graduado de arquitecto en 1980 en la Universidad Nacional de Mar del Plata, obtuvo la Maestría CEAA de CRATerre (Centre Internacional de la Construction en Terre) en Grenoble, Francia, en 1986. Tesis Doctoral en curso (FADU UBA).
Desde 1986 desarrolla una línea de trabajo en el tema "Arquitectura y Construcción con Tierra" en áreas rurales y urbanas de la Argentina, participando en tareas de investigación, docencia, capacitación, transferencia, proyecto, construcción y evaluación de elementos constructivos, viviendas, escuelas y edificios comunitarios.
Es asesor técnico de municipios y ONGs, y ha dictado cursos y talleres de capacitación en varias provincias argentinas. Ha participado en la publicación de más de sesenta trabajos, como único autor y como integrante de equipos de trabajo, en el NOA y en Buenos Aires. Fue Miembro Pleno del Proyecto Nº 6 PROTERRA-CYTED (Ciencia y Técnica para el Desarrollo).
Como Investigador Independiente del CONICET desarrolla tareas científico-tecnológicas en dos centros: el CRIATiC (Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda, FAU UNT) en Tucumán, y el Instituto de Arte Americano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU UBA) en Buenos Aires. En este último es Director del Programa ARCONTI (Arquitectura y Construcción con Tierra).

Alex Schicht

Arquitecto FADU–UBA. Cursa la Maestría de Diseño Arquitectónico Avanzado FADU-UBA.
Becario Doctoral del CONICET desde 2003, con lugar de trabajo en la FADU UBA. Trabaja desde el año 2003 en una investigación sobre prototipos de pisos y solados con empleo de tierras estabilizadas para aplicar en el hábitat social de Buenos Aires. Participa en un proyecto CONICET sobre el desarrollo tecnológico de elementos constructivos con uso de suelos estabilizados, con sede en el Instituto de Arte Americano, FADU UBA.
Es autor y co-autor de varios artículos y trabajos científicos presentados en congresos nacionales e internacionales en temas referidos a su tema de investigación actual.

Juan Carlos Patrone

Arquitecto FADU–UBA. Trabaja desde 1976 en forma independiente y en empresas y organismos estatales en proyecto, dirección y construcción de edificios. Curso el Programa de Actualización en Diseño Bioambiental FADU–UBA 2000, iniciando luego investigaciones sobre arquitectura y construcción con tierra. Integra desde su inicio el Grupo Construcción con Tierra (gCT) del Centro de Investigación Hábitat y Energía - FADU – UBA con quienes organiza el 1er Seminario Taller Construcción con Tierra FADU –UBA 2004. Firma un convenio de Titularidad con la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional sobre el Proyecto de Investigación "Muro Monolítico con Suelo Estabilizado". Actualmente, se encuentra a cargo de la construcción del prototipo de vivienda del Municipio de Florencio Varela, integra como Investigador Particular el Proyecto de Investigación "Muro Monolítico con Suelo Estabilizado" de FRA-UTN y colabora con el CIHE-FADU-UBA en el Grupo de Construcción Sustentable.

Adolfo Rodrigo Ramos

Graduado de arquitecto en 1999 en la Universidad Nacional de Tucumán; Tesis de Doctorado en curso en la FADU/UBA con el tema "La cuestión de la durabilidad en el proceso proyecto de arquitectura de tierra. Análisis de tipo comparativo de patologías constructivas en edificios de tierra del NOA". Becario del CONICET desde 2000 y ha desarrollado su labor de investigación en el tema de Tesis desde el Centro de Estudios Indígenas y Coloniales de la FHyCs/UNJu. Tareas de investigación en el CRIATiC (Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda, (FAU UNT), Tucumán, y en el Instituto de Arte Americano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU UBA), Buenos Aires.
Participa en un proyecto ANPCYT en el tema Patrimonio histórico-arquitectónico y su inclusión en planes de manejo en áreas protegidas y reservas de La Rioja y San Juan, y en un proyecto CONICET sobre desarrollo tecnológico de elementos constructivos con uso de suelos estabilizados.
Realiza asesorías técnicas para la Secretaría de Turismo y Cultura de la provincia de Jujuy, el muncipio de Rinconada y Cangrejillos en la Puna jujeña. Ha publicado diez trabajos en referencia al tema de Tesis en actas de seminarios, congresos y revistas especializadas.

COMISIONES



Educación, formación y capacitación

7.1

ESTRATEGIAS SOCIOPEDAGOGICAS PARA LA ADOPCION DE TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS EN TIERRA CRUDA

Garzón, B.*; Fernández Abregú, L. ; Cárdenas, I.; Stocco, D.; Míguez, G.
Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Tucumán. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas - CONICET -.
Avenida Roca 1800. Fax: 54-381-4364141. San Miguel de Tucumán, Tucumán. Argentina. C.P. 4000.
bgarzon06@yahoo.com.ar; lferabregu@gmail.com; interiorismo_tuc@yahoo.com.ar;
dianastocco@hotmail.com; sgmiguez@gmail.com

Palabras clave: Hábitat Popular; Transferencia de Tecnología; Tierra.

Resumen
Este trabajo plantea como propósito: Mostrar Experiencias Transdisciplinarias e Intersectoriales de Transferencia de Tecnología en Tierra Cruda dirigidas a capacitación, formación de pregrado, grado y postgrado, a distintos niveles: local, nacional e internacional.
En cuanto a la Metodología, se inscribe en el marco de la Investigación-Acción Participativa -IAP- a través del uso del "Taller" como estrategia donde los "conocimientos científico-tecnológico y popular" se interrelacionan y sirven como "herramientas" para que los participantes asuman un rol activo no sólo para el diagnóstico y definición de los problemas de Hábitat Popular -urbano y rural- sino también en el planteo de propuestas integradoras para su transformación a través del uso de la tierra cruda como "medio". Es decir, se basa en un proceso alternativo como práctica de producción de conocimientos que busca la transformación social y que se produce en la propia acción.
En relación a los resultados, estas experiencias han impactado favorablemente en los actores involucrados ya que han permitido: a) Redescubrir el potencial creativo personal y grupal; b) Impulsar la construcción y arquitectura en tierra cruda; c) Generar soluciones globalizadoras a los requerimientos ambientales, sanitarios, funcionales, tecnológicos, culturales del sector para la elevación de su calidad de vida; d) Relacionar, con una modalidad transdisciplinaria e intersectorial, la Arquitectura, la Salud, el Ambiente, etc. buscando aprovechar los recursos locales y disponibles -humanos, institucionales, económicos, materiales, climáticos, energéticos, etc.- con la finalidad de alcanzar el consiguiente mejoramiento de las condiciones de los habitantes en consideración.
Como contribuciones, este trabajo plantea aportes para la formulación de: a) Modelos Alternativos de Diseño, Gestión y Producción del Hábitat Popular; b) Instancias y Procesos de Enseñanza-Aprendizaje para la Capacitación, Formación, Perfeccionamiento y Adopción de Tecnologías Alternativas en Tierra Cruda, c) Compromiso y responsabilidad social hacia los sectores más carenciados, cumplimentando así con los fines básicos de la UNT: docencia, investigación y extensión.

Introducción

Los Sectores Populares viven una dura y compleja realidad, por lo que el abordaje de esta problemática debe realizarse desde una visión de compromiso y responsabilidad que permita su transformación.
De este modo, se podrá alcanzar la inclusión social y el desarrollo sustentable de los mismos.
Frente esto, las Instituciones Científico-Académicas, entre otros, promueven y deben promover instancias que posibiliten alcanzar estas metas.
Ello debe darse dentro del marco de la coordinación entre distintos sectores de la sociedad y disciplinas para desarrollar acciones concertadas y sostenidas para el estudio y la búsqueda de propuestas válidas y validadas.
Entre estas acciones se encuentran:

- la creación procesos de enseñanza-aprendizaje grupales y autogestivos para producir un "tiempo y lugar" objetivos y compartidos, de iniciativa y responsabilidad, donde sea posible descubrir que cada actor involucrado es capaz de "producir" y no sólo de "reproducir".
- el desarrollo, difusión y adopción de Tecnología Apropiada y Apropiable, ya que su aplicación permitirá lograr un efecto positivo sobre el desarrollo de una comunidad.

Sobre esta base, el propósito de este trabajo es: "Mostrar acciones de Transferencia de conocimientos y prácticas sobre Alternativas Tecnológicas en Tierra para el Mejoramiento del Hábitat Popular, desarrolladas por el equipo técnico del Proyecto FAU-SeCyT, UNT - CONICET Estrategias y Tecnologías para un Hábitat Sostenido y Saludable".
Se optó, para ello, emplear como "herramienta": "la tierra", por ser éste un "material" de uso tradicional en Argentina, en particular, y en Latinoamérica, en general.
Por otro lado, se ha considerado su ductilidad la cual hace posible su "transformación" en diversas formas (mampuestos, "chorizos", "tortas", etc.) para su aplicación en distintos componentes de fácil ejecución (paredes, paneles, cubiertas, etc.).

OBJETIVOS
Generales:
- Promover en el uso de la tierra como material de construcción alternativo.
- Impulsar la generación de espacios de Interacción para la Capacitación y Perfeccionamiento en el campo de las Tecnologías No Convencionales.
- Mostar experiencias al respecto

Específicos:
- Introducir a los participantes en el conocimiento de sistemas tecnológicos en tierra sencillos y de bajo costo.
- Difundir sus diferentes aplicaciones
- Mostrar los avances en este campo.
- Introducir a los asistentes en la construcción en tierra como medio de expresión y recurso creativo.

Modalidad de trabajo:
Se utilizó el "Taller" como Instancia Socio-Pedagógica para la Difusión y la Adopción de Tecnologías Apropiadas y Apropiables en Tierra, donde se integran "el sentir, el pensar y el hacer". Esta propuesta se proyecta como modelo formativo para la reflexión en la acción" y como "factor de cambio".
Se tuvo en cuenta la perspectiva de "lo grupal" como "construcción", estuvieron relacionadas con el trabajo corporal, manual y lúdico y tomaron como punto de partida la experiencia y los conocimientos previos de los participantes sobre los temas a abordar y su realidad.

Las técnicas de enseñanza-aprendizaje combinaron:
- la Exposición de los docentes,
- el Trabajo grupal,
- la exposición de los Asistentes,
- la realización de Modelos didácticos,
- Demostración práctica del funcionamiento y/o comportamiento de un prototipo del Sistema Tecnológico en consideración,
- Demostración práctica del proceso constructivo de un prototipo,
- Plenario sobre el Taller,
- Evaluación del mismo.

Acciones:
Se realizaron Experiencias de Transferencia de Tecnología en Tierra.
Estuvieron dirigidas a:
- capacitación, formación de pregrado, grado y postgrado,

y se desarrollaron a distintos niveles:

- local, nacional e internacional,

Las mismas posibilitaron que los participantes asumieran un rol activo no sólo para el diagnóstico y definición de los problemas de Hábitat Popular -urbano y rural- sino también en el planteo de propuestas integradoras para su transformación a través del uso de la tierra como "medio" para ello.

Por otro lado, el diseño participativo permitió la generación de alternativas:

- sociopedagógicas, arquitectónicas y tecnológicas flexibles

para la adecuación a los diferentes requerimientos y condicionantes de los contextos considerados.

En relación a los resultados, estas propuestas han impactado favorablemente en los actores y ambientes involucrados ya que han permitido:

a) El redescubriendo del potencial creativo personal y grupal;
b) Relacionar, con una modalidad transdisciplinaria e intersectorial, la Arquitectura, la Salud, el Ambiente, etc. buscando aprovechar los recursos locales y disponibles -humanos, institucionales, económicos, materiales, climáticos, energéticos, etc.- con la finalidad de alcanzar el consiguiente mejoramiento de las condiciones de los habitantes de las zonas en consideración.
c) Impulsar la construcción y arquitectura en tierra cruda;
d) Generar soluciones globalizadoras a los requerimientos ambientales, sanitarios, funcionales, tecnológicos, culturales del sector para la elevación de su calidad de vida;

A continuación se describen algunas de ellas.

Talleres Integrados:

1) "Sistemas Tecnológicos Alternativos en Tierra para la Producción de Alimentos".

- **Fundamento:** La urgente respuesta a los problemas planteados para mejorar la eficiencia de los sistemas tradicionales en tierra para la elaboración de alimentos es una "necesidad sentida" de los sectores populares.
- **Objetivos:** 1) Posibilitar fuentes de empleo o de ingreso adicional, usando tecnologías alternativas como herramientas que permitan iniciar micro-emprendimientos; 2) Mejorar la alimentación; 3) Proteger el Medio Ambiente a través de un uso racional de los recursos: la leña como combustible; 4) Incentivar el trabajo cooperativo a escala familiar y comunitaria; 5) Promover la Adopción de tecnologías no convencionales -diseñadas por parte del Equipo Técnico del Proyecto de Investigación-Acción citado-, rescatando sus propios conocimientos y prácticas cotidianas para resolver problemas de alimentación.
- **Lugar y Fecha:** 1) Barrio Tiro Federal, Tucumán, Argentina -desde 2000-; 2) Escuela de Agricultura y Sacarotecnia de la Universidad Nacional de Tucumán -desde 2000-; 3) Centro de Desarrollo de Energía Solar -CEDESOL-, Capiatá, Paraguay -2004-; 4) Albergue para Niños de Escuelas Rurales "Aquilina Soldati" de San Pedro de Colalao -desde 2003-; 5) Comedor Divino Niño Jesús, Horco Molle, Yerba Buena -2003-; 6) Comedores dependientes de la Municipalidad de Yerba Buena -2003-; 7) Comedores dependientes de la Secretaría de Políticas Sociales de la Provincia de Tucumán situados en San Miguel de Tucumán, Banda del Río Salí y Alderetes -desde 2002.
- **Destinatarios:** 1) Vecinos y dirigentes comunitarios; 2) Alumnos y docentes de pregrado; 3) Profesionales y Técnicos de Instituciones Gubernamentales y No Gubernamentales; 4) y 6) Constructores, cocineros y pobladores; 7) y 8) Integrantes y dirigentes de comedores Comunitarios e interesados.
- **Responsables:** 1) Talleristas: Arq. Beatriz Garzón, Ing. Luis Fernández Abregú, Arq. Noemí Brañes, Arq. Ana Auad, Lic. Trabajo Soc. Gustavo Gramajo, Asist. Soc. Susana Willinsky; 3) Coordinador: Dr. Jean Pulfert. Talleristas: Arq. Beatriz Garzón, Ing. Luis Fernández Abregú, A.; 2) 4) 5) 6) 8) Talleristas: Arq. Beatriz Garzón, Ing. Luis Fernández Abregú, A. 7) Coordinadora: Lic. Victoria Aldonate. Talleristas: Arq. Beatriz Garzón, Ing. Luis Fernández Abregú, A.

- **Actividades: Módulo I:** Presentación del Taller por el Equipo, presentación de los participantes y trabajo grupal sobre Diagnóstico Participativo basado en "Nuestros modos de Cocinar ", y un Plenario posterior; **Módulo II:** "Sistemas Alternativos en Tierra para el Horneado y Cocción de Alimentos: Características, Propiedades, Funcionamiento", con un posterior Trabajo Grupal y Plenario; **Módulo III:** Demostración del comportamiento térmico-energético y uso de un prototipo en Tierra: la Unidad Integrada Cocina-Horno Eficiente -UICHE-; **Módulo IV:** "Planificación para la gestión y ejecución de Sistemas Alternativos", posterior trabajo grupal y Plenario; **Módulo V:** Construcción de un prototipo de UICHE en Tierra, a escala y en tamaño real. **Módulo VI:** Plenario Final; Evaluación Final.

Alcances: Los sistemas han sido ampliamente aceptados y adoptados, tanto en el ámbito, urbano como rural y siguen siendo transferidos a nivel familiar y de organizaciones comunitarias con recursos propios o articulando con instituciones gubernamentales.

Por ejemplo, a nivel del Barrio Tiro Federal se construyeron mediante la reutilización de elementos, aprovechando la mano de obra de los planes "Jefes y jefas de hogar" y articulando con la Dirección de Arquitectura y Urbanismo.

Por otro lado, la UICHE es transferida a nivel de los comedores comunitarios dependientes de la Provincia a través de la Secretaría General de Políticas Sociales -desde 2003- con fondos de UNICEF.

Además, estos Talleres permitieron abordar otros temas relacionados como: Taller "Cuidado de la Salud y el Ambiente".



Foto 1:Participación y Organización
CEDESOL, Capiatá, Paraguay



Foto 2: Producto Grupal: Construcción Prototipo
CEDESOL, Capiatá, Paraguay

2) "Cerramientos Verticales en Tierra"

- **Fundamento:** Los cerramientos verticales alternativos en tierra permiten mejorar las condiciones de habitabilidad de las viviendas de interés social y el cuidado del ambiente.
- **Objetivos:** 1) Rescatar y/o adaptar las técnicas tradicionales de cerramiemntos verticales en tierra a las necesidades de producción de la vivienda popular, apreciando sus principios de construcción y revalorizando la artesanía e ingenio popular; 2) Responder a los principios de potección del ambiente; 3) Contribuir al aprovechamiento de los recursos disponibles (el poblador, sus conocimientos, la tierra, la caña, el clima, las fuentes de energía); 4) Cumplir con las normas de confort térmico y estructurales; 5) Incentivar la autonstrucción y la ayuda mutua; 6) Promover la Apropiación de estos sistemas.
- **Actividades: Módulo I:** Presentación del Taller por el Equipo, presentación de los participantes y trabajo grupal sobre Diagnóstico Participativo basado en "Los Cerramientos verticales que conocemos", y un Plenario posterior; **Módulo II:** "Cerramientos Verticales en Tierra (Paneles de Caña, Madera y Barro o Mampostería en Adobe o Suelo-cemento, según corresponda): Características y Propiedades de sus Componentes y Procesos Constructivos", con un posterior trabajo grupal y Plenario; **Módulo III:** Demostración de su eficiencia energética y comportamiento higro-térmico y estructural; **Módulo IV:** "Planificación

para su gestión y ejecución, posterior trabajo grupal y Plenario; **Módulo V:** Construcción de un cerramiento vertical (panel o murete), a escala y en tamaño real. **Módulo VI:** Plenario Final y Evaluación Final.

2.1) Mamposterías en adobe:

- **Lugar y Fecha:** 1) Instituto Técnico de la Universidad Nacional de Tucumán; 2) 3) Curso de Postgrado Hábitat Popular I y II, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán; 4) Escuela de Hualinchay, Trancas; 5) Escuela de San Pedro de Colalao.
- **Responsables:** 1) Coordinador: Ing. José Luis Imaín. Tallerista: Arq. Beatriz Garzón -2000-; 2) 3) Tallerista: Normando Perazzo Barboza (Brasil) -2001-, Arq. Alberto Calla (Bolivia) -2002-, Arq. Beatriz Garzón –2001, 2002, 2004-; 4) Coordinación: Lic. Soledad de Miranda; Tallerista: Normando Perazzo Barboza (Brasil), Arq. Beatriz Garzón -2001-; 5) Coordinación: Fundación Munay - Escuela de San Pedro de Colalao. Talleristas: Arq. Alberto Calla (Bolivia), 5) Arq. Beatriz Garzón, Ing. Luis Fernández Abregú -2003-.
- **Destinatarios:** 1) Alumnos de pregrado del 5to. Año Técnico Constructor y del Curso de Albañilería Capacitación Nocturna; 2) 3) Asistentes al Curso y alumnos de grado; 4) 5) Alumnos de pregrado, docentes, Constructores e interesados.
- **Alcances:** Con estos Talleres se ha tomado contacto e interés por otras realidades socio-habitacionales y tecnológicas.

Por otro lado, han producido impacto en las zonas en que se realizaron ya que se han mejorado las prácticas en relación a la construcción con adobe y el incremento de construcciones con este mampuesto.



Foto 5: Exposición Docente en San Pedro de Colalao



Foto 6: Demostración en San Pedro de Colalao

2.2) Mamposterías en suelo-cemento.

- **Lugar y Fecha:** 1) Curso de Postgrado Hábitat Popular III, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán -2004-; 2) Cushamen, Chubut, Argentina -2004-.
- **Responsables:** 1) Talleristas: Arq. Celia Neves (Brasil), Arq. Beatriz Garzón, MMO Gabriel Míguez; 2) Coordinadora: Arq. Liliana De Benito. Talleristas: Arq. Edgardo Mele, MMO Raúl Piva, Arq. Beatriz Garzón.
- **Destinatarios:** 1) Asistentes al Curso y alumnos de grado; 2) Profesionales y Técnicos del Programa y Pobladores de Cushamnen.
- **Alcances:** Los Talleres han permitido conocer e incorporar una nueva tecnología.

También, conocer “in situ” los emprendimientos de producción de viviendas de interés social que se realizan con este material en la Provincia de Tucumán a nivel estatal, analizando y visitando obras del IPVyDU Tucumán en Monteros y en San Pedro de Colalao.

Además, se construyen con esta técnica, mediante autoconstrucción asistida por los profesionales y técnicos del Programa: de Mejoramiento del Hábitat y de las Condiciones Productivas para Pobladores Rurales Dispersos y de Pequeñas Comunidades de la Provincia del Chubut –2004- del IPVyDU de Chubut, 9 viviendas en Cushamen, Chubut, Argentina.



Foto 7: Alumnos de grado y postgrado en obras:
de IPVyDU en Monteros, Tucumán, Argentina



Foto 8: Demostración:
con IPVyDU en Cushamen, Chubut, Argentina

2.1 Paneles en Caña y Madera y Tierra.

- **Lugar y Fecha:** 1) Curso de Postgrado Hábitat Popular I; 2) 3) Barrio Tiro Federal, Tucumán, Argentina -desde 2000-.
- **Destinatarios:** 1) Asistentes al Curso y alumnos de pregrado; 2) Integrantes de una Familia; 3) 1) Vecinos y dirigentes comunitarios.
- **Responsables:** 1) Asistentes al curso y alumnos de grado; 2) Talleristas: Dr. Ing. Normando Perazzo Barboza; Arq. Beatriz Garzón, Arq. María Laura Abella; 3) Arq. Beatriz Garzón, Dis. Int. Inés Cárdenas; Dis. Int Diana Stocco.
- **Alcances:** A través de estos Talleres se ha conocido e incorporado una nueva tecnología.

Se ha potenciado su aplicación dentro del hábitat popular de la periferia urbana y se ha combinado con otros materiales reutilizados.

Han servido, también, para que los participantes iniciaran el mejoramiento de su hábitat doméstico tanto a nivel de:

a) su calidad material y de habitabilidad
b) su bienestar psico-físico,

para lograr resolver condiciones de confort higro-térmico, superficie, privacidad, hacinamiento, etc.

Además, estos Talleres se encadenaron con otros que abordaron temas relacionados como: Taller “Diseño y Ejecución de Equipamiento con Elementos Reutilizados” y “Pinturas sobre Revoques de Barro”.





Foto 3: Exposición Docente: Ing. N. Perazzo Barboza en Centro Vecinal; Tucumán, Argentina

Foto 4: Producto Grupal: Prototipo a escala en Centro Vecinal Barrio Tiro Federal; Tucumán, Argentina

EVALUACIÓN PARTICIPATIVA

De las instancias de Evaluación de los Talleres surgió que el 96% de los participantes los ha juzgado como “muy buenos” y el 3% como “buenos”.
El 73,5 % consideraron que sí cumplieron con las expectativas y el 24,5% dijo que superaron sus expectativas. El trabajo grupal de aprendizaje fue estimado por los participantes como “Nuevo” (74%), “Productivo” (100%) y “Simple” (94%) ya que en la modalidad propuesta se ha tenido en cuenta lo que “piensa”, “sabe”, “hace” y “dice cada uno”.

De este modo, sus actores se involucraron y comprometieron de una manera más responsable, pues si bien “estoy aprendiendo algo nuevo esto tiene que ver con mi propia realidad”. Además, comprometiéndose en el aprendizaje grupal “uno conoció y comprendió mejor su contexto” y, por otro lado, la situación de “aprender juntos”, con otras personas, también requiere “un esfuerzo especial” pues de alguna manera “los otros dependen de mí y yo de ellos”.

Ante el requerimiento sobre qué significaron estas experiencias, las respuestas tuvieron 2 partes: calificación y valoración. En la primera expresaron las siguientes *calificaciones*: “emocionantes”, “importantes”, “buen ejemplo”, “escuela de trabajo”. En la segunda se fundamentó la razón de las mismas y se emitieron los siguientes *valores*: “claros y sólidos objetivos”, “actitudes y conductas personales positivas”, “sentido de equidad, justicia y solidaridad”, “trabajo para crecer”, “aprender para compartir y comunicar”.

LOGROS

Pero, más allá de los términos conceptuosos positivos de las evaluaciones, los Talleres posibilitaron que:

- El aumento de la autoestima de las personas involucradas, dejara capacidades y habilidades instaladas a nivel comunitario y complementara la formación de pregrado y grado y el perfeccionamiento de docentes, investigadores, profesionales y técnicos,
- Se promoviera una visión “integradora” de las dimensiones -tecnológicas, sanitarias, culturales, socio-económicas, naturales, etc.- que definen el “Habitar”,
- La transdisciplinariedad y la coordinación intersectorial se transformaran en instrumentos para desarrollar acciones “globalizadoras” para el desarrollo del Hábitat Popular,
- Las comunidades o grupos con sus tiempos y posibilidades, han modificado pensamientos y hechos y han valorado lo que implica mejorar el ambiente recurriendo a sus recursos locales,
- Este cambio tenga relación con haber hallado “espacios” (talleres) de expresión y acción y la posibilidad de adquirir nuevos o diferentes conocimientos y estrategias, valorando los propios,
- La apropiación de Tecnologías Apropiadas en Tierra como herramienta para resolver demandas concretas de Hábitat.

CONSIDERACIONES FINALES:

De este modo, se presenta al Taller como propuesta que conlleva al reconocimiento de los valores propios y de la creatividad del hombre.

Por otro lado, se plantea como herramienta alternativa para:

- conocer y enfrentar la realidad habitacional de los sectores populares
- adoptar y/o generar propuestas adecuadas que tengan en cuenta la incorporación de Tecnologías en Tierra que permitan a elevar la calidad de vida del conjunto,

considerando las condicionantes particulares de sus Ambientes Natural y Cultural.

Bibliografía

*GARZÓN, B. Enfoque Conceptuales y Metodológicos Básicos para el Mejoramiento del Hábitat Popular. FAU - SeCyT, UNT - CONICET. Tucumán, Argentina. 1995.

*Garzón, B. "Vivienda Rural y Técnicas Tradicionales: La Pintura sobre Revoques de Barro". TECBAHIA. ISSN 01043285. Bahía, Brasil. Mayo-Agosto, 2001.

*Garzón, B. "El uso de la mampostería de suelo-cemento como alternativa Tecnológica". TECBAHIA. ISSN 01043285. Bahía, Brasil. Setiembre-Diciembre, 2001.

*Garzón, B. “Hábitat Popular: Tecnologías No Convencionales para su producción y Mejoramiento”. Proyecto “Inserción de la Tecnología en el Desarrollo Social Comunitario”. Formulario Nº 50582. Septiembre, 2002.

*Garzón, B. "Hábitat Popular. Calidad de Vida: Teoría y Práctica". Proyecto “Inserción de la Tecnología en el Desarrollo Social Comunitario”. Depósito Ley de Derechos de Autor. Formulario Nº 72801. Abril, 2004.

*Garzón B.; Cárdenas, I.; Stocco, D. “Diseño y Ejecución de Equipamiento con Materiales No Convencionales. Octubre, 2003.

*Garzón, B., Fernández Abregú, L.; "La Unidad Integrad Cocina-Horno Eficiente: Manual para su construcción y Recomendaciones para usarla”. Depósito Ley Derechos de Autor. Formulario Nº 74402. ISBN: 987-43-9069-7. Marzo, 2005.

*Míguez, G; Garzón, B. Bioenvironmental Technological Processes for Popular Habitat. IAC-NOCMAT. Brasil 2005.

*Mele, E.; De Benito, L.; Garzón, B; Piva, R. Arquitectura Bioclimática: Experiencia Intersectorial en la Producción de Viviendas de Interés Social en Chubut, Argentina ConstuTierra Colombia. Febrero, 2006.

Beatriz Garzón

Arquitecta. Directora Proyecto FAU-SeCyT, UNT. Investigadora del CONICET. Coautora, Coordinadora General y Docente de los Cursos de Postgrado sobre "Hábitat Popular" y Docente de la Cátedra de Acondicionamiento Ambiental II, FAU-UNT. Integrante del Proyecto Iberoamericano PROTERRA y de la Red Iberoamericana "Uso de Energías Renovables y Diseño Bio-climático en Viviendas y Edificios de Interés Social", del CYTED. Integrante del "Programa de Mejoramiento del Hábitat y las Condiciones de Producción para Pobladores Rurales Dispersos y de Pequeñas Comunidades de la Provincia del Chubut".
bgarzon06@yahoo.com.ar

L. Fernández Abregú

Ingeniero. Investigador Proyecto FAU-SeCyT. Docente de la Escuela de Agricultura y Sacarotecnia de la UNT. Docente de la asignatura Mantenimiento Industrial I Fac. Ingeniería Regional Tucumán de la UTN.
lferabregu@gmail.com

I. Cárdenas

Diseñadora de Interiores. Investigadora Facultad de Artes -SeCyT, UNT. Docente FA, UNT.
interiorismo_tuc@yahoo.com.ar

D. Stocco

Diseñadora de Interiores Investigadora Proyecto FAU-SeCyT; Docente FA, UNT.
dianastocco@hotmail.com

Gabriel Míguez

Maestro Mayor de Obra. Integrante Proyecto FAU-SeCyT. Estudiante de Arquitectura, UNT.
sgmiguez@gmail.com

7.2

LECCIONES DE LA TRADICIÓN CONSTRUCTIVA EN TIERRA
LA EXPERIENCIA EN LA UAM-X

Luis Fernando Guerrero Baca
Posgrado en Ciencias y Artes para el Diseño.
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
Calzada del Hueso 1100, edificio 24, primer piso, Col. Villa Quietud
Coyoacán, C. P. 04960, México, D. F.
Tel: (55) 5483-7232 e-mail: luisfg1960@yahoo.es

Palabras clave: tipología-patrimonio térreo-práctica constructiva

Resumen
La formación que reciben los alumnos de las carreras de arquitectura en México, en gran medida ha seguido con la visión que caracterizó al Movimiento Moderno, cuando se pensaba que el diseño no requería en estudio de antecedentes históricos pues cada problema debería encararse desde una perspectiva metodológica y cientificista.
Además, se considera que las respuestas a la problemática constructiva se encuentran únicamente en el manejo de soluciones altamente tecnificadas, en las que el empleo de materiales y sistemas constructivos industrializados es constante.
Estas condiciones han provocado que exista un ambiente de desinterés por la arquitectura histórica y vernácula y, por otra parte, un desconocimiento de los materiales y sistemas constructivos tradicionales, que se suelen considerar inseguros, malsanos e incompatibles con la visión progresista del diseño.
Ante esta tendencia, un grupo de profesores de arquitectura de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, nos hemos dado a la tarea de incorporar dentro de los cursos correspondientes al último año de la carrera, una serie de proyectos y apoyos técnicos en los que el desarrollo pedagógico gravita en torno al conocimiento de la arquitectura tradicional y la protección y reutilización del patrimonio.
Los últimos cuatro años hemos estado localizando los ejercicios de diseño, en diversos poblados semi-rurales cercanos a la ciudad de México en los que persiste la construcción con adobe y tapial.
En el proceso de enseñanza-aprendizaje los alumnos desarrollan investigaciones detalladas, en las que documentan los rasgos constructivos de templos, conventos, haciendas y, sobre todo, de las viviendas vernáculas que constituyen la base de la estructura urbana y que, desafortunadamente se están perdiendo debido al desprecio que sus pobladores sienten hacia ellas.
Además, los estudiantes reciben conocimientos relacionados con la caracterización material y constructiva de la tierra, a través de experiencias vivenciales de su manejo.
A partir de la documentación obtenida, los alumnos generan proyectos tanto de conservación, restauración y reutilización de las obras históricas, como de soluciones alternativas basadas en las técnicas constructivas tradicionales.
Los resultados obtenidos generan un beneficio directo para los estudiantes que adquieren un bagaje más amplio de la arquitectura que los ayudará en su vida profesional y, en segundo lugar, se coadyuva en la valoración progresiva de la arquitectura de tierra.
En la ponencia se exponen los fundamentos conceptuales que se utilizan para los procesos de diseño, con base en las lecciones de la tipología arquitectónica, así como los resultados desarrollados por varias generaciones de alumnos formados bajo estas premisas pedagógicas.

Introducción

Los edificios vernáculos de tierra en México, constituyen un patrimonio cultural muy relevante por sus valores históricos y porque evidencian la permanencia de los procesos de integración armónica a la naturaleza de la mayor parte de las comunidades tradicionales del país.

Sin embargo, este patrimonio se encuentra en grave peligro de transformación y desaparición como resultado de su abandono o de la incorporación de materiales incompatibles con sus estructuras, y la consecuente pérdida de gran parte de sus cualidades plásticas y ecológicas.

Esta tendencia obedece, en gran medida, al escaso valor que los propietarios otorgan a las construcciones populares de tierra, por considerarlas símbolo de retraso y pobreza. Asimismo, las instituciones académicas relacionadas con el patrimonio en el ámbito nacional, tampoco les han prestado la atención que merecen, como se evidencia en la falta de programas de difusión, diseño y conservación de estas estructuras.

Son muy pocas las Universidades mexicanas que incluyen en sus planes y programas de estudio, aspectos relativos a las obras vernáculas. Por consiguiente, la mayor parte las generaciones formadas en este campo no solamente desconocen su importancia y cualidades, sino que, en buena medida, contribuyen a su desprestigio y destrucción con fundamento en la búsqueda de originalidad, funcionalidad y lucro.

Desafortunadamente, este hecho, asociado a la especulación inmobiliaria, ha incidido de manera directa en la alteración y abandono de los monumentos históricos y en la destrucción del patrimonio vernáculo que no cuenta con ningún tipo de protección legal.

“El interés por preservar el patrimonio que ha sido edificado utilizando a la tierra como materia prima básica, enfrenta al menos dos problemas. En primer lugar, la naturaleza del material lo hace sumamente vulnerable ante los agentes degradantes del medio ambiente. En segundo lugar, en casi todo el mundo ha existido un notable desprecio hacia esta arquitectura por ser considerada poco digna, insalubre y hasta peligrosa. Ambos factores han incidido de manera directa tanto en la escasa atención que hasta hace pocos años ha recibido, como en los procesos de abandono o incluso destrucción sistemática en que se ha visto envuelta.” *(Guerrero, 2002: 4)*

Por otra parte, desde los años setenta en varios países se han realizado destacadas investigaciones y novedosos proyectos en tierra, concebidos desde la perspectiva de las ecotecnias y la sustentabilidad, la mayor parte de los profesionales mexicanos se han mantenido al margen de estos procesos.

Existen interesantes estudios acerca de las cualidades higrotérmicas de la tierra, de alternativas para la generación de estructuras de bajo costo, de la caracterización de los componentes del suelo, las bases para el desarrollo de normas constructivas o de impacto ambiental. Asimismo, por más de treinta años se han realizado emblemáticos edificios y conjuntos urbanos en Australia, Alemania, Brasil, Canadá, Estados Unidos, Francia y Portugal, por sólo nombrar unos ejemplos, en los que se han logrado desarrollar respuestas constructivas totalmente contemporáneas tanto formal como tecnológicamente, para brindar insuperables condiciones de confort y calidad de vida, con un importante ahorro en el consumo de energéticos y recursos materiales. *(Rodríguez, 2001: 82)*

Desafortunadamente, la relación con la arquitectura térrea en nuestro territorio se ha limitado a algunas propuestas interrumpidas como las que generó el CONESCAL *(1982)* en los años ochenta; a diversas investigaciones individuales realizadas en la UAM, UNAM, UAEM, UMSNH y UAT; y a proyectos aislados en ciudades como Zacatecas, Durango, Ciudad Victoria, Chihuahua, Cuernavaca o Tlayacapan. Resultan sumamente escasos los ejemplos que tenemos en nuestro país de obras contemporáneas en las que se utilice la tierra como material constructivo básico.

Es increíble que siendo la tierra el material constructivo de uso habitacional más frecuente en el mundo y, que en nuestro país conforma la base de estructuras rurales y poblados tradicionales prácticamente de cualquier región, para la mayor parte de la sociedad parece como si no existiera.

Como sugiere Rudofsky *(1988: 13)* “La definición no elegante de la arquitectura, perpetuada

por los pedantes como —el arte de construir combinando belleza y utilidad—, debería ser ampliada para incluir la vastedad de la especie menos ornada, la arquitectura anónima.(...) La enseñanza académica de la arquitectura no deja mucho espacio para el estudio de monumentos no fechables. La historia ortodoxa de la arquitectura —registro social de edificios más o menos grandilocuentes, vinculados entre sí por lazos familiares pero aislados de la vasta masa de la arquitectura anónima— aunque puede ser muy estimulante en manos de un profesor imaginativo, se convierte en general (...) en un abrumador catálogo de minucias monumentales cargado de asteriscos y notas (...) ¿podríamos llamar botánica a una ciencia que se ocupa sólo de los lirios y las rosas?".
Cabe aclarar que no se piensa que la edificación con tierra sea una panacea, un material constructivo que resuelve todos los problemas. Se trata solamente de un componente de nuestro patrimonio edificado del que es importante conocer sus cualidades pero, sobre todo, su vulnerabilidad y limitaciones, para saber cómo actuar ante su deterioro y poder plantear respuestas innovadoras que contribuyan a resolver los problemas de habitabilidad sustentable de nuestro país.
La presentación se centra en la definición general de los procesos de tipificación en otras disciplinas, la caracterización de la tipología en la proyección arquitectónica y la descripción de sus posibilidades como fundamento de propuestas que permitan utilizar el conocimiento de la arquitectura histórica y vernácula como punto de origen del diseño.


Fig. 1. Arquitectura vernácula en Texcalpan, Morelos.

La tipología como herramienta pedagógica
Siendo tan escasos los estudios que se centran en la arquitectura no monumental de nuestro país, aun más inusuales resultan aquellos que buscan la aplicación de instrumentos de categorización conceptual que permitan ampliar las investigaciones más allá de la simple descripción y clasificación, para ligarlas con proyectos de conservación u obra nueva. Entre las principales preocupaciones de los estudios teóricos que se han sucedido a lo largo de la historia del diseño, siempre ha estado presente la aspiración por racionalizar sus posibilidades de lectura y sus procesos creativos, con la intención de integrar conocimientos objetivamente sustentados.
El concepto de "proceso de diseño" se desarrolló durante el siglo XX con la expectativa de generar un instrumento que, siguiendo la lógica positivista de las ciencias, hiciera posible

garantizar la obtención de “resultados óptimos” para la satisfacción de las necesidades de la sociedad.
Se pensaba que la sistematización de los pasos requeridos para proyectar, podía permitir resolver los problemas de diseño sin el estudio de soluciones similares desarrolladas en otros sitios y momentos.
Sin embargo, con el paso del tiempo se ha visto que dada la complejidad de la realidad, no basta con seguir un orden para obtener “buenos resultados”, ni tiene sentido tener que partir de cero cada vez que se proyecta.
Esta revisión de los fundamentos de la metodología de diseño ha puesto en evidencia la necesidad de construir sistemas de análisis y síntesis lo suficientemente amplios y dinámicos como para que, a través del conocimiento de casos preexistentes, se puedan prever escenarios alternativos que fundamenten los procesos proyectuales. Se trata de identificar mecanismos que permitan la lectura del pasado pero que limiten la repetición de las respuestas pues, como se ha demostrado, las soluciones generales que pretenden aplicarse a cualquier caso y en cualquier sitio, normalmente resultan contraproducentes.
En esta vía se inserta la tipología arquitectónica, que constituye una herramienta con la que se pueden racionalizar objetivamente los conocimientos sobre las respuestas existentes, con un manejo abierto a la aceptación de su complejidad y diversidad espacial y temporal. Es un método que permite el desarrollo de transformaciones innovadoras en los objetos creados, con el fin de apoyar la libertad propositiva.
Aunque la tipología ha probado su eficacia en diversos países desde hace muchos años, en México ha sido muy poco explorada e incluso se ha desvirtuado en estudios esquemáticos que desafortunadamente contribuyen muy poco a su definición y difusión. Esta desarticulación entre la teoría y la práctica de la tipología es la que da sentido a las labores pedagógicas desarrolladas en la UAM-Xochimilco en años recientes, como una búsqueda de valoración de una herramienta metodológica que puede brindar amplias posibilidades de aplicación en la docencia y en las labores proyectuales.
Los procesos compositivos tanto tradicionales como académicos están enclavados en una estructura cultural cuyos cimientos no pueden ser olvidados. El empleo de la tipología arquitectónica, busca fundamentar la construcción de los conceptos que orienten por un lado el estudio de obras del pasado y presente, y por otro la gestación de las nuevas construcciones.
Como es sabido, toda obra de arquitectura posee un amplio conjunto de rasgos o características y para poder estudiarlo se requiere proceder forzosamente a una reducción, identificando y destacando secciones representativas y configurando *tipos*.
Podemos entender al *tipo* como un sistema reductor de los fenómenos espaciales a esquemas de relaciones constantes dentro de determinados límites cronotópicos. El *tipo* no es una configuración definida, sino una idea abstracta que reduce a su esencia un cierto grupo de relaciones conceptuales. Es el resultado del análisis de vínculos concretos entre construcciones realizadas, pero presentadas de una manera privada de su individualidad, para ser remitidas al valor indefinido de una imagen simbólica, de una idea.
La tipología, entonces, es el estudio de las posibles asociaciones de elementos que permiten conocer de forma relativa, dialéctica y sincrónica un determinado grupo de ejemplares arquitectónicos de un sitio dado. Se trata de una actividad cognoscitiva y creativa de los espacios construidos, que posibilita la definición, sistematización y estructuración de conceptos, mediante la realización de dos etapas mutuamente complementarias e interdependientes: la etapa de análisis, que consiste en la separación de los elementos constantes y esenciales de una serie de edificios y espacios ubicados en un contexto determinado; y la etapa de síntesis o formulación de estructuras que resumen esquemáticamente las relaciones conceptuales analizadas.
Un *tipo* será entonces un conjunto orgánico construido a partir de una serie de componentes interdependientes y ligados por diversas formas de articulación, a través de las cuales, el conjunto deja de ser sólo una suma de elementos, al adquirir cohesión interna. Equivale a una totalidad que no se limita a la agregación de partes, por lo que su análisis se centra tanto en los componentes en sí mismos, como en las relaciones que se dan entre ellos, ya

que ambos adquieren su propio valor sólo mediante su vinculación recíproca.
Los *tipos* no se descubren, no se encuentran dentro del universo de ejemplares que se somete a observación y análisis. Se construyen en función de un punto de vista particular y de unos intereses prácticos concretos. El nacimiento de un *tipo* está condicionado al hecho de que ya exista una serie de casos de los que se pueda extraer cierta analogía espacial, formal, funcional, métrica, de localización, etc. En otras palabras "cuando un *tipo* se afianza en la práctica o en la teoría de la arquitectura es porque ya existe, en una determinada condición histórica de la cultura, como respuesta a un conjunto de exigencias ideológicas, religiosas o prácticas". *(Argan, 1974: 40)*
Para extraer el lenguaje común entre diversos ejemplos, se requiere de la confrontación de edificios contemporáneos y antiguos, considerando sus permanencias estructurales y distributivas. No es posible captar la constitución de un hecho arquitectónico mediante su simple contemplación. Se necesita un determinado trabajo, una interacción activa y comparativa de hechos comunes. En este sentido, la tipología arquitectónica se vuelve un instrumento insustituible para la apreciación de la historia como fundamento de organización de datos, y como herramienta que permite su aplicación sin pretender la imitación de ejemplos existentes.
La tipificación cumple la doble función de relacionar objetos bajo aspectos comunes, pero al mismo tiempo, de diferenciarlos de todos los demás. De este modo, la tipología permite tanto el análisis de casos aislados, como la creación de estudios totales de las construcciones que coexisten en una región, organizando la vasta y variada serie de fenómenos a considerar mediante el establecimiento de relaciones conceptuales.
En el texto *Strutture dello spazio antropico*, Gianfranco Caniggia *(1976: 216)* definió la tipología como la "relación espontáneamente codificada entre el ambiente y la obra de cada individuo, a través de la colectividad, entendiendo por este último término, la porción de humanidad que asentada en un lugar condiciona en el tiempo su estructura hasta asumir características peculiares individuales, codificadas" La considera como el hilo conductor que liga la arquitectura con el urbanismo evitando además la supremacía de una disciplina sobre la otra.
A pesar de las evidentes cualidades de esta herramienta metodológica como apoyo al diseño, hay que reconocer que existen diversas voces que la cuestionan. Algunos teóricos opinan que el manejo de *tipos* condiciona y limita la creatividad. *(Colquhoun, 1975: 297)*
Sin embargo, en nuestro trabajo académico se parte de la premisa que existen dos cualidades instrumentales de la tipología, que son su flexibilidad y su capacidad de servir como puente entre el pasado y el presente, bajo una lógica que se nutre de la tradición, pero que busca desarrollarse de manera dinámica.
La tradición ha acompañado el quehacer humano desde su origen, funcionando como un gran depósito donde se han ido sedimentando desde los simples hábitos cotidianos hasta las más sofisticadas costumbres y rituales sociales. Es un acervo de experiencias guardadas en el inconsciente individual y colectivo que al ponerse en movimiento permite actuar sin tener que detenerse a pensar y cuestionar cada paso que se da. Es la fuerza centrípeta que evita que la inercia del cambio acabe con la civilización, manteniendo el equilibrio que permite que el movimiento cíclico de la cultura continúe. *(Guerrero, 1994: 12)*
La arquitectura tradicional, como sucede con otras creaciones artesanales como la cestería, los textiles o la cerámica, se basa en patrones que han servido como guía de diseño pero cuyos resultados finales siempre han sido claramente singulares. Se trata de composiciones estructuradas tipológicamente, que han sido heredadas de generación en generación. Antes de que aparecieran las nociones académicas de la arquitectura, incluso antes de la aparición profesionalizada y especializada de los arquitectos, las construcciones "mayores y menores" se hacían con base en conceptos tipológicos transmitidos tradicionalmente.
La mayor parte de la arquitectura del mundo está constituida por edificios de pequeñas proporciones, construidos con un mínimo de recursos, destinados principalmente a vivienda y trabajo, y que fueron creados con las propias manos del usuario o su comunidad. Estas obras, además de ser magníficas respuestas morfo funcionales a las necesidades locales, encierran en cada rincón rastros de la sabiduría milenaria que es producto de ensayos y

errores ancestrales, en un esfuerzo de adaptación a su medio ambiente.
La arquitectura tradicional es la expresión tangible de la manera de vivir y entender el mundo de familias y comunidades que siempre han sido mantenidas al margen del llamado progreso y civilización, pero que han satisfecho sus necesidades de manera autónoma y en comunión con su medio ambiente.
Justamente, a través de la tipología se busca "reconstruir" el proceso que dio origen a la evolución de la tradición e insertarse en ella para su desarrollo.



Fig. 2. Tipología edilicia característica de Ayapango, Estado de México.

Práctica tipológica
Resulta lógico preguntarse si es factible que los arquitectos contemporáneos, culturalmente ajenos a la cultura constructiva histórica y tradicional, puedan relacionarse con ella.
Algunas ideas básicas en este campo fueron iniciadas por Saverio Muratori en los cursos que impartía en Italia en los años sesenta y que posteriormente fueron ampliadas por Gianfranco Caniggia. Su lógica se fundamenta en el concepto de "continuidad" en la historia entre usuarios y constructores. Esta "continuidad de los *procesos tipológicos*" a pesar de la existencia de cortes o "perversiones" derivados de la introducción de lenguajes ajenos, "no puede dejar de permanecer como esencia de una civilización; como continuidad cultural, oculta tras intenciones extranjerizadoras pero a fin de cuentas siempre vital" *(Caniggia, 1995:16).*
Además de esta condición cronológica, el proceso tipológico parte de la comprensión del ambiente como un organismo unitario conformado por componentes limitados por escalas dimensional que van desde los elementos constructivos, las edificaciones, los tejidos y las áreas urbanas, hasta las estructuras territoriales.
Para poder comprender el proceso tipológico e intentar intervenir dentro del mismo, se hace necesaria su "reapropiación" ya que los *tipos* mantienen una "relación de derivación" en la que solamente se puede explicar cada uno de ellos en función de los anteriores,

coexistentes y posteriores. El procedimiento de “reapropiación” que propone Caniggia *(l995: 21)* parte de un análisis o lectura de la formación del proceso tipológico con el que se ha de trabajar gradualmente mediante cuatro escalas dimensionales, cuidando que las consideraciones dentro de cada una de ellas sea acorde con su nivel de gradación y que no se pierda la visión continua entre las cuatro.
La segunda etapa de su método se basa en la “constatación de que proyectar (prever una transformación de un conjunto estructural)” corresponde con la determinación intencionada de los últimos pasos del “proceso tipológico espontáneo” *(l995: 22)*. Se busca lograr un método alternativo a la “invención” que ha caracterizado al diseño, a través de una “reproyección” mediante la cual se proponen intervenciones que respeten las “categorías” y pasos deducidos del análisis, es decir, de su *estructura*. “Reproyectar” equivale a “restaurar” o sea, intervenir en alguna fase del proceso tipológico en los organismos arquitectónicos y urbanos. Es una forma de reconstruir el ambiente, con base en el estudio de la génesis y transformación de los satisfactores, rechazando tanto los “catálogos de necesidades” como los “repertorios de formas” que han dado pie a los “antojos” proyectuales que invaden nuestro medio construido.
El proceso de “reproyección” es inverso al proceso de lectura por lo que se debe partir de la escala territorial para llegar hasta la definición de los materiales constructivos.
Caniggia considera que cada objeto es un organismo compuesto por elementos que a su vez, pueden ser vistos como organismos de escala menor y lógicamente divisibles en un menor número de elementos. Para los procesos de lectura divide las partes de la edificación en cuatro rangos: los elementos, las estructuras de elementos, los sistemas de estructuras y los organismos de sistemas, de tal manera que cada uno de ellos deberá poder ser leído con respecto a los de escala inmediata más pequeña.
La elección de la escala de análisis va a depender del objetivo general pues para un trabajo arquitectónico se considerará como organismo al edificio que se compone de sistemas como son los locales o circulaciones, que a su vez se estructuran a base de elementos como piso, muros y cubierta, conformados por elementos como losetas, tabiques, vigas, etc.
De modo similar, en un análisis urbano se considerará a la ciudad como el organismo, las manzanas, calles y plazas como sistemas, los tejidos o agrupaciones prediales como estructuras y los edificios como elementos. *(Caniggia:1995: 40-41)*

Aplicación del Proceso Tipológico de Diseño

La labor docente que se describe, es realizada con alumnos del último año de la carrera de arquitectura de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Se trabaja en poblaciones rurales o semirurales a las que se pueda acceder de manera relativamente fácil por los grupos de alumnos. Durante los años que se ha implementado este método de trabajo se han estudiado entre otros poblados: Tlayacapan, Totolapan, Atlatlahucan, Tetela el Volcán, Ocuituco, Ayapango y Tenango del Valle. Poblaciones localizadas en las faldas del Volcán Popocatépetl pocos kilómetros de la ciudad de México.
La región de análisis, además de presentar una tipología de notable singularidad, posee cuatro rasgos fundamentales. En primer lugar, se trata de una zona que ha mantenido gran homogeneidad cultural desde el siglo XVI, en la que se conservan poblados con notables semejanzas en su estructura urbana y cuyo origen puede rastrearse hasta la época prehispánica.
En segundo lugar, con excepción de los conventos, capillas, y los edificios de gobierno, la arquitectura del sitio siempre fue de tipo doméstico semirural y ha satisfecho desde hace siglos las necesidades físicas y socio culturales de sus habitantes. Se trata de obras llenas de elementos y conceptos transmitidos de generación en generación, en las que se han utilizado materiales del ambiente circundante, logrando integrarse plenamente con el paisaje.
En tercer lugar, debido a diversos factores históricos, a diferencia de la mayoría de las poblaciones del país, se mantiene un crecimiento demográfico lento e incluso un estancamiento poblacional. Esto permite una observación de predios y estructuras con varias décadas de antigüedad, que permanecen prácticamente inalterados.

Y en cuarto lugar, muchos de los pobladores locales son de escasos recursos económicos por lo que se han visto obligados a no transformar ni renovar sus viviendas. A pesar de su cercanía con la Ciudad de México, así como de núcleos urbanos de tipo turístico en los que predominan los materiales, sistemas y formas constructivas modernas, la región todavía conserva destacados ejemplos de la arquitectura tradicional.
Para la labor académica se planten los siguientes objetivos generales:
1. Sensibilizar a los alumnos con respecto a la conservación de la naturaleza, tradición e historia de los emplazamientos existentes, mediante el fomento de la búsqueda de integración de la nueva arquitectura en sitios urbanos y rurales.
2. Propiciar la convergencia del aprendizaje de la teoría e historia de la arquitectura con la del diseño de nuevas propuestas.
3. Desarrollar la recuperación de los materiales y sistemas constructivos locales que no alteren el equilibrio ecológico de los emplazamientos.
4. Integrarse a los procesos de producción de la arquitectura tradicional mediante la reconstrucción racional de los pasos que la gestaron.
5. Modificar la actitud de los futuros arquitectos con respecto al aprendizaje de las formas de resolver los problemas en las comunidades tradicionales, para romper con la nociva costumbre de imponer esquemas culturales urbanos.
6. Promover la comprensión y el uso de la tipología arquitectónica como fundamento epistemológico del diseño.

Los estudios preliminares
Una vez que se delimita la zona de estudio, y que se analizan los diversos mapas y planos regionales existentes, se procede a estudiar detalladamente los dibujos de levantamiento de viviendas de la región que han sido ejecutados durante estudios precedentes.
Con esta información es posible empezar a realizar visitas a campo para definir un listado preliminar de los elementos que se presentan con mayor frecuencia en los casos de estudio, tratando de lograr en la medida de lo posible su caracterización de manera preliminar.
Un elemento clave de todo proceso tipológico consiste en la manera de proponer una secuencia de etapas de abstracción o reconstrucción que sea suficientemente gradual. Una tipología progresiva con niveles secuenciales permite un análisis y una síntesis lógica, y además posibilita la verificación de cada paso tanto por los propios autores como por cualquier investigador que lo requiera, permitiendo regresar a la etapa anterior en caso de que haga falta determinada información o se encuentren inconsistencias.
Si por ejemplo se realiza una abstracción que pase de la realidad con todas sus dimensiones, a un esquema arquitectónico dibujado a línea, se va a perder gran cantidad de información referente a colores, texturas, interrelaciones formales, funcionales, deterioros, proporciones, materiales, relaciones con el contexto, etc.
Considerando estos aspectos, el primer paso del levantamiento se realiza mediante la toma de videos, en los cuales la información recabada presenta una gran cercanía con la realidad del caso de estudio, al menos a escala visual y auditiva. Además se cuenta con una perspectiva muy cercana a la óptica natural y se pueden hacer recorridos similares a los del uso cotidiano de los espacios.
Como segundo paso del levantamiento, en el siguiente nivel de profundización, se realiza la toma de fotografías en las que además de la abstracción de información derivada de la pérdida de la tercera dimensión, las *tomas* se reducen sólo a los elementos que se consideran más destacados o representativos.
Resulta evidente que cada uno de los pasos de la abstracción va a estar condicionado por los gustos, intereses y vivencias del investigador. Desde el momento de la definición de un área geográfica de estudio, la selección de los casos considerados ejemplares, su separación analítica en elementos componentes, su caracterización y hasta la medición misma de los diversos detalles constructivos, va a mostrar una información conducida por la ideología del investigador, por lo que lo más conveniente en cada paso es tratar de explicar las razones que fundamentan las diversas selecciones.
Los conceptos identificados son de muy diversa índole y tienen que ver con la relación entre

las viviendas y las zonas urbanas, con los materiales y sistemas constructivos, con aspectos funcionales, con la definición de los espacios cubiertos y descubiertos, etc.
Debido a esta dispersión conceptual se hace necesario sintetizar estas características y definiciones en rubros que puedan ser “medidos” y que por tanto sean “comparables” de alguna manera por lo que se diseñan fichas o cédulas de levantamiento que permitan verificar estadísticamente la existencia de los conceptos, y además, proporcionar datos dimensionales complementarios.



Fig. 3. Elaboración de maquetas de adobe.

Cédula de inventario
Entre los principales retos que se tiene para el desarrollo de trabajos en tipología, se encuentra la traducción de la realidad concreta a conceptos e ideas esenciales.
Se propone que para cada zona de análisis exista una ficha adecuada a las características tipológicas de los casos a analizar, para que los datos de los inventarios sean útiles como testimonio de las condiciones reales que permitan estudios comparativos en igualdad de circunstancias locales.

Así, la cédula de inventario tipológico no sólo contiene los datos de identificación que definen a los inmuebles, sino sobre todo, un listado de sus características y dimensiones reales. Se toma como base estructural para su diseño el listado preliminar de conceptos desarrollado en la etapa de trabajo anterior.
Sin embargo, para esta labor de diseño se suele presentar otra problemática. Se trata de la dificultad para determinar rangos o niveles lógicos de estudio que ayuden al ordenamiento de los datos, ya sea con base en su complejidad, su función, su localización, etc.
Para cualquiera de los *niveles de análisis* se presentan diversos grados de interrelación, por lo que aunque se busca un planteamiento que vaya de los conceptos generales a los particulares, es decir, de la escala geográfica y urbana a los detalles arquitectónicos, en la cédula se evidencian diversos saltos conceptuales que son resultado de la interdependencia formal y funcional, presente en los espacios arquitectónicos.
La cédula de levantamiento suele constar de alrededor de cincuenta puntos y para cada uno de ellos existen varios subconceptos que, aunque acotan las opciones de respuesta para facilitar el llenado durante los levantamientos, siguen siendo lo suficientemente amplios como para que se detallen todos aquellos elementos o datos que puedan resultar relevantes en etapas posteriores.
Durante la etapa del llenado de las cédulas se requiere una vez más de procesos de abstracción, en este caso en dos sentidos. En primer lugar se tiene la labor de conversión o traducción de un sinnúmero de vivencias espaciales a descripciones verbales. En segundo lugar, la reducción de estas descripciones a ideas y conceptos elementales, ya que si se tienen exposiciones demasiado extensas y detalladas, resulta imposible el procesamiento de los datos obtenidos.
Como apunta Carlos Martí *(1993: 13)*: "...Todo cuanto puede ser nombrado de un modo sustantivo, contiene el germen de una idea que no se agota en el hecho particular en el que la vemos manifestarse. Ahí está la clave de todo sistema cognoscitivo que trate de lograr una validez general. ...El discurso que hemos venido desarrollando atribuye un papel decisivo a la descripción en el desarrollo del saber arquitectónico."
Para poder llenar algunos de los rubros de la cédula es necesaria la realización de levantamientos dimensionales. Primero se hacen croquis generales en planta y alzado en los que se localizan vanos, muebles fijos y móviles. Se procede a medir todos los elementos constructivos y naturales que conforman las viviendas y registrar las dimensiones en los croquis. Por razones de tiempo, este tipo de registros no se llevan a cabo con demasiado detalle. Para un estudio tipológico más profundo obviamente sería necesario un levantamiento más meticuloso así como la generación de planos arquitectónicos.
Finalmente, se incluye una serie de descripciones con respecto a la manera de utilizar los espacios, las modificaciones que han sufrido las viviendas y otros comentarios que los usuarios proporcionan.

La generación de *tipos*
Una vez que se tienen las cédulas de la mayor cantidad de ejemplares posible, se hace un análisis comparativo entre cada uno de los rubros.
El análisis se realiza en dos sentidos: uno cuantitativo derivado directamente de los datos estadísticos generados por las cédulas, y otro cualitativo que se fundamenta en apreciaciones y vivencias que no quedaron contenidas en estos instrumentos.
Intencionalmente se busca evitar la obtención de *datos promedio* a los que pudieran ser reducidos todos los conceptos, sino que se trata fundamentalmente de generar *rangos* entre los que se encuentran los datos levantados. Así por ejemplo no importa que la altura promedio de los frentes de las fachadas sea de 4.425 metros sino, más bien, que hay fachadas con alturas desde los 3.75 metros hasta 5.10 metros. Este recurso permite evitar la tentación de uniformizar las propuestas que se realizan posteriormente. Lo mismo sucede con las pendientes de los techos, las dimensiones de los locales, las alturas interiores, la gama de los colores, las relaciones entre vanos y macizos, las separaciones en los intercolumnios, etc.
El análisis cualitativo consiste en una serie de comentarios descriptivos de aspectos muy

relevantes que no son capturados y que incluso ameritarían la posterior ampliación de las cédulas de inventario tipológico, por la frecuencia en que se presentan en determinadas zonas.
La información recabada y analizada es el insumo del trabajo de síntesis tipológica en la que se procede a dibujar los *extremos de los rangos* entre los que se ubican los datos levantados o dimensionados. Se tienen medidas y proporciones extremas de desniveles con respecto a las calles, relación de metros cuadrados cubiertos y descubiertos de ocupación en planta, áreas de habitaciones comunes, estancias, recámaras, comedores, cocinas, portales interiores, letrinas, baños, lavaderos, tendederos, corrales, *temascales* (baños de vapor), *cuescomates* (graneros), huertas, hortalizas, circulaciones en espacios exteriores, pendientes de los techos, separaciones entre los elementos de apoyo verticales y horizontales, proporciones entre alto y ancho de las ventanas, espesores de muros, números de vanos por fachada, relaciones entre vanos y macizos, entre otros conceptos.
Además, se detectan ubicaciones y relaciones constantes entre diversas áreas de las viviendas, y se realiza un listado de los materiales y colores que se emplean en la mayor parte de las puertas, ventanas, instalaciones, acabados y elementos complementarios.

Las propuestas de diseño
Como se expuso anteriormente, uno de los intereses fundamentales de las investigaciones tipológicas trasciende la frontera del conocimiento en sí mismo, procurando la aplicación de la teoría y la historia en aspectos prácticos relacionados con la labor proyectual. El método tipológico además de ser una herramienta invaluable para ayudar a comprender la arquitectura como un hecho histórico, involucra la existencia de procesos de generación y desarrollo de la prefiguración arquitectónica.
Martí *(1993:13)* considera que "La idea de *tipo* se nos presenta como un procedimiento cognoscitivo por medio del cual la realidad de la arquitectura revela su contenido esencial y, al mismo tiempo, como un método operativo que constituye la base misma del acto de proyectar. En el proyecto se recomponen los aspectos que han sido previamente desglosados, se suman las estrategias que se han analizado aisladamente y se prosigue así la perpetua declinación de los *tipos* arquitectónicos, siguiendo un movimiento rotatorio en el que la propia fijeza de las formas parece multiplicar la variedad de sus acepciones"
En el mismo tenor Rossi *(1982: 44)* hablaba de la tipología como una "operación lógicoformal" traducible en una manera de proyectar en la que los elementos de composición están prefijados y formalmente definidos, pero bajo unas condiciones tales que el diseño final resulta imprevisto y original. El autor *(1982:50)* aclara que aunque la importancia que da a la tipología dentro del texto *La arquitectura de la ciudad* no sea preeminente, por lo menos es destacada, agregando que en su trabajo en la escuela la consideró siempre como base esencial de la proyección. Y más adelante agrega que "el problema de la tipología nunca ha sido tratado de forma sistemática y con la amplitud que es necesaria; hoy esto está surgiendo en las escuelas de arquitectura y llevará a buenos resultados. Desde luego, estoy convencido de que los arquitectos mismos, si quieren ampliar y fundamentar su propio trabajo, tendrán que ocuparse nuevamente de asuntos de esa especie." *(1982: 44)*
La arquitectura, no solamente *describe* mediante *tipos*, también *produce* a través de ellos. Si esta noción es aceptada, se puede entender la razón y la manera en que todo arquitecto tiende a identificar su obra con determinados *tipos*. Se está inicialmente "atrapado" por el *tipo* porque ésta es la manera que se conoce. Pero más tarde el proyectista podrá actuar sobre el *tipo*, respetándolo, transformándolo o destruyéndolo, pero siempre partiendo desde el *tipo*.
La siguiente etapa de trabajo que realizan los alumnos parte de la selección de un terreno adecuado dentro de la población estudiada. Se plantea un programa arquitectónico habitacional que obviamente era la traducción de la forma de vida real de la comunidad a la que ya se han acercado y que les ha manifestado múltiples observaciones, preocupaciones y necesidades concretas en sus viviendas.
Posteriormente se desarrollan tres alternativas de diseño en el terreno. Intencionalmente se

les pide a los estudiantes que la primera propuesta sea una traducción prácticamente literal de los resultados del análisis tipológico. La segunda propuesta debe tener un mayor grado de libertad de interpretación, tratando de hacer aportaciones funcionales dentro de los rangos obtenidos de las cédulas. Debe ser un proyecto en el que se evidencie la época en la que se está realizando, y que además cumpla con los requisitos técnicos, funcionales y de confort, dependientes del sitio geográfico en el que se trabaje. La tercera propuesta debe cumplir también con las condiciones anteriores pero ahora reinterpretando de la manera más libre que sea posible los rangos tipológicos de los que se parte.
De las tres propuestas los propios autores seleccionan la que más apropiada para completar su proyecto arquitectónico en plantas, cortes, fachadas y detalles arquitectónicos y constructivos.
Posteriormente, cada equipo de alumnos consigue tierra de los propios sitios de levantamiento y realizan en el aula diferentes pruebas para determinar su composición granulométrica por sedimentación, índice de retracción volumétrica, índice de retracción lineal, plasticidad, grado de agrietamiento al secado, entre otras.
Finalmente con la propia tierra elaboran piezas de adobe a escala con las que realizan maquetas tanto de secciones de las viviendas tradicionales, a fin de mostrar el sistema constructivo, como de sus propuestas de diseño.



Fig. 4. Maqueta de una vivienda vernácula de Ayapango, Estado de México.

Conclusiones

Con la experiencia de los años de aplicación de la metodología da análisis y síntesis tipológica en proyectos arquitectónicos para sitios vernáculos, es posible decir que se logra un notable avance en la conciencia de los estudiantes acerca de la importancia que tiene la preservación y salvaguarda de la arquitectura tradicional.
Los arquitectos contemporáneos pueden participar en la conservación de los sistemas constructivos tradicionales mediante dos tipos de labores. Primero reconociendo los valores de la arquitectura vernácula y teniendo la humildad para aprender de ellos. Después buscando la manera de insertarse en la cadena de la tradición, para construir conscientemente en sitios rurales y poblaciones pequeñas.
Hassan Fathy *(1975:42)* en su ejemplar libro *Arquitectura para los pobres*, escribió que "El

arquitecto debe respetar la obra de sus predecesores y la sensibilidad pública, no utilizando sus obras como medio de publicidad personal. De hecho ningún arquitecto puede evitar el uso de las obras de los arquitectos que le precedieron; por más que se esfuerce en ser original, la mayor parte de su obra estará en una tradición y otra. ¿Por qué, entonces, despreciar la tradición de su propio país o distrito?, ¿por qué introducir tradiciones ajenas en una síntesis artificial? (...) La creencia común de que el utilizar los conocimientos tradicionales para diseñar limita la innovación, es errónea. El esfuerzo de un hombre que construye apoyado en una tradición establecida puede lograr un avance fuera de toda proporción. Es como agregar un solo cristal microscópico a una solución ya sobresaturada, haciendo que toda ella se cristalice en forma impresionante."

Como se ha podido constatar, la dificultad del aprendizaje para personas ajenas a las comunidades locales por no compartir su cultura, puede, en cierta medida, ser suplida mediante el análisis y síntesis de sus características tipológicas. Es necesario extraer y estudiar los rasgos generales de la arquitectura, buscando una estructura lógica que apoye la enseñanza directa y difusión general, no solamente de las soluciones particulares, sino principalmente de la manera y razones que apoyaron esas soluciones.

Paulatinamente hemos sido testigos de una lenta pero evidente reconsideración de los diseñadores del estudio de las expresiones populares, intentando descubrir y comprender valores olvidados durante siglos, las manifestaciones que los pueblos han desarrollado y preservado espontáneamente, sin la intervención de la cultura dominante.

En estos intentos aunque se han observado trabajos con una obtusa óptica imitativa, existen también notables acercamientos que han podido obtener enseñanzas útiles que buscan *contenidos* con mayor esencialidad.

Si se persigue la “inspiración” en las obras vernáculas, considerando sólo su aspecto formal, se comete un error de origen. “Se es espontáneo cuando no se sabe que se lo es; si no, se trata de una postura artificial y superficial, literaria, intelectualista, anacrónica, cuando no hipócrita desde un principio, o una fraudulenta mentira de demagogos”. *(Rogers, 1965:103)*

No es posible recuperar una espontaneidad perdida. A lo más que se puede aspirar es a integrarse a los procesos de la tradición dentro de los cuales está implícita una notable aceptación de fuerzas externas que la mantienen viva.

“Aquellos que, por ejemplo, se apegan al folklore, no pueden realizar más que una tarea de momificación, obviamente reaccionaria. Por otra parte, los que se limitan a imitar servilmente las obras reproducidas en los manuales (antiguos o contemporáneos), sin revalorarlas a la luz de las exigencias locales (nacionales), no pueden evitar caer en alguno de los tantos estilos figurados —si se inspiran en la antigüedad— o anodinamente cosmopolitas, si lo hacen en un modernismo formal. (...)La solución está en el vital connubio de la energía autóctona de la tradición espontánea con los aportes originales de las corrientes que conforman el patrimonio universal del pensamiento.” *(1965:126)*

Consideramos que la aplicación del *Proceso Tipológico de Diseño* permitirá la modificación en la actitud de los futuros arquitectos no sólo con respecto al proyecto de obras nuevas en sitios tradicionales e históricos sino con relación a cualquier sitio natural o artificial en que se construya.

Bibliografía

*ARGAN, Giulio Carlo. *Sobre el concepto de tipología arquitectónica*. ETSAB. España. 1974.
*CANIGGIA, Gianfranco. *Strutture dello spazio antropico*. UNIEDIT. Italia. 1976.
*CANIGGIA, Gianfranco y Maffei, Gian Luigi. *Tipología de la edificación. Estructura del espacio antrópico,* Celeste. España. 1995.
COLQUHOUN, Alan. “Tipología y método de diseño”.* En: Jencks, Ch. et al. *El significado en la arquitectura,* H. Blume. España.1975.
*CONESCAL. *Tecnología de construcción en tierra sin cocer*. No. 59/60. Diciembre. CONESCAL. México.1982.
*FATHY, Hassan. *Arquitectura para los pobres*. Extemporáneos. México. 1975.
*GUERRERO, Luis. *Arquitectura de tierra en México*. U.A.M.-Azcapotzalco. México.1994.
*GUERRERO, Luis. “La vivienda tradicional en los valles altos de Morelos. Una aproximación tipológica”. En: *Estudios de tipología arquitectónica 1996.* U.A.M.-Azcapotzalco. México. 1996.
*GUERRERO, Luis. “Deterioro del patrimonio edificado en adobe”. En: *Diseño y Sociedad*. No. 13. Otoño. U.A.M.-Xochimilco. México. 2002.

*LÓPEZ, Francisco. *Arquitectura vernácula en México*. Trillas. México. 1987.
*MARTÍ, Carlos. *Las variaciones de la identidad.* Ediciones del Serbal. España.1993.
*MONEO, Rafael. "Sobre la noción de *tipo*". En: *Sobre el concepto de tipo en arquitectura*. Cátedra de Composición II, ETSAM. España. 1982.
*PRIETO, Valeria. *Vivienda campesina en México.* S.A.H.O.P. México.1978.
*RODRÍGUEZ V., Manuel, et. Al., *Introducción a la arquitectura bioclimática*. LIMUSA-U.A.M.-Azcapotzalco. México. 2001.
*ROGERS, Ernesto N. *Experiencia de la arquitectura*. Buenos Aires. Nueva Visión. 1965.
*ROSSI, Aldo. *La arquitectura de la ciudad*, Gustavo Gili. España.1982.
*RUDOFSKY, Bernard. *Constructores prodigiosos*, Concepto. México.1988.
*SIRVENT, Gladys y Baz T., Eduardo. *Aplicación del autodiseño y de la autoconstrucción al problema de la vivienda campesina en el municipio de Atlatlahucan, Mor.* Tesis Profesional Escuela Nacional de Arquitectura. U.N.A.M. México. 1975.

Luis Fernando Guerrero

Arquitecto egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Maestro en Restauración Arquitectónica de la Escuela del INAH en Churubusco, y Doctor en Diseño con especialidad en Conservación y Restauración del Patrimonio Construido egresado de la UAM-Azcapotzalco. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT desde 1998.

Ha realizado investigaciones referentes a tipología y teoría de la conservación del patrimonio edificado y arquitectura tradicional, habiendo escrito 66 artículos en publicaciones mexicanas y extranjeras. Asimismo, ha impartido 54 conferencias y cursos a Nivel Posgrado sobre estas temáticas en instituciones académicas de catorce entidades del país, en Estados Unidos, Colombia, Chile, Perú y Portugal.

Es autor del libro Arquitectura de tierra en México, coautor de Introducción a la arquitectura bioclimática, editor del Anuario de Estudios de Arquitectura que publica la UAM-Azcapotzalco desde 1997 y del Anuario Investigación y Diseño que publica la UAM-Xochimilco desde 2004.

De 1987 a la fecha ha sido Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, donde actualmente funge como Coordinador del Doctorado en Ciencias y Artes para el Diseño.

Es miembro del Seminario Internacional de Conservación y Restauración de Arquitectura de Tierra (SICRAT) y Coordinador del Comité Científico de Arquitectura de Tierra del ICOMOS Mexicano.

7.3

UNA EXPERIENCIA DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE GRADO

Darío Medina*, Gustavo Cremaschi, Luís Larroque, Santiago Pérez, Estanislao Simonetti
Unidad 3. IDEHAB. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.
Calle 47 Nº 162. La Plata. Prov. de Buenos Aires. CP: 1900 - Te: 4236587 / 88 / 89 / 90 Int: 251
unidad3@yahoo.com; darqo_arq@yahoo.com.ar

Palabras clave: enseñanza- pobreza- incumbencias

Fundamentos

Uno de los grandes retos del siglo XXI es el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales locales y renovables, en la búsqueda de un desarrollo sustentable de nuestras sociedades. Frente a esta necesidad, es fundamental el desarrollo del conocimiento, experiencias, destrezas, procesos de elaboración y métodos relativamente sencillos y de bajo costo en la ejecución del hábitat social, para lograr el mejoramiento constante y sostenido de la calidad de vida.

En nuestra región rioplatense existe una escasa disponibilidad de tierra para utilizarla como material de construcción masivo. Hay grandes áreas degradadas en las periferias de nuestras ciudades producto de la extracción irracional de suelo para la elaboración de ladrillos. Por ello que nuestro aporte al tema esta fundamentado en las siguientes razones:

- Nuestro titulo tiene incumbencia nacional de modo que la formación de los alumnos debe contemplar todas las regiones de la Argentina.
- Necesidad de conocer otras opciones tecnológicas a las propuestas ofrecidas por el mercado.
- Las altas tasas actuales de desempleo imponen ofrecer alternativas tecnológicas intensivas en mano de obra al campo de la construcción.

Nuestro interés de presentar esta ponencia se debe a que consideramos importante la difusión de experiencias académicas basadas en las tecnologías descritas ante el bombardeo constante de productos ofrecidos por el mercado en la formación del alumno.

Por otro lado las experiencias de prácticas constructivas, a escala real por parte de los alumnos, son escasas o poco frecuentes en nuestra facultad. Es así que realizamos, en el año 2005, un trabajo práctico específico de estas tecnologías.

La presente ponencia pretende contar la experiencia pedagógica, teórico-practica, desarrollada por alumnos del primer nivel del taller Vertical de Procesos Constructivos Lombardi – Cremaschi - Marsili.
Exponiendo los objetivos pedagógicos el proceso realizado y las conclusiones a las que arribamos.

Dichos objetivos se basaron principalmente en capacitar en el desarrollo de propuestas tecnológicas en el campo proyectual.
Experimentando en escala 1:1 distintas alternativas tecnológicas y específicamente en el desarrollo y construcción de un tapial y un muro de bloques de suelo-cemento.

La experiencia, realizada en el marco de la actividad del taller tuvo además como objetivo el desarrollo de una suerte de “manual del usuario”. En el mismo y en virtud de haber trabajado con estudiantes del primer nivel se volcaron las experiencias basadas fundamentalmente en el contacto intuitivo con el material.

En ningún caso el taller operó sólo como una guía de gestión, limitando al máximo la inducción de manera de lograr la participación más parecida a la realidad posible.

También se realizaron dentro de la misma práctica y dentro de la misma experiencia trabajos con materiales alternativos como cañas, residuos, y combinaciones de materiales como los descriptos con tierra cruda.

La técnica del uso de la tierra como componente fundamental para la realización de los casos asignados a los alumnos, fue desarrollado en el siguiente orden y dentro de un marco de referencia teórico práctico.

Objetivo General

Ejercitar desde la aplicación de la teoría en el desarrollo del proyecto; hasta la verificación del proceso de producción participativo y del producto final obtenido, a partir de una práctica real en escala 1:1.

Objetivos Particulares

Adquirir capacidades para abordar, analizar, proyectar y producir una obra con materiales alternativos.
Introducir, promover y desarrollar el conocimiento de las tecnologías alternativas que utilizan la tierra como materia prima principal: Adobe/ suelo: cemento para la ejecución de bloques ó ladrillos utilizados en la ejecución de envolventes verticales.
Bajareque /torta de barro: con refuerzo de entramados vegetales ó metálicos para la ejecución de envolventes verticales y cubiertas
Tapial: Grandes bloques de adobe levemente humedecido y apisonado, para la ejecución de envolventes verticales.

Desarrollo del Trabajo

Análisis del uso actual de los materiales nuevas propuestas y en preservación.
Estudio tecnológico de la materia prima.
Propuesta proyectual.
Ejecución.
Relevamiento, seguimiento y crítica del proceso

Las dos fichas de trabajos prácticos que se utilizaron son las siguientes:

TALLER VERTICAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS 2005 **Lombardi – Cremaschi – Marsili. NIVEL 1**	

TRABAJO PRACTICO Nº 2

"La arquitectura no tiene otro fin que servir a la gente"
TONY DIAZ
"Cuando un proyecto es fiel a su fundamento, la materialidad está incorporada desde un principio" ***CAZU ZEGERS GARCIA***

Tema: **La materialidad en la vivienda de interés social**

OBJETIVOS GENERALES

1. Introducir al conocimiento de los materiales y elementos que intervienen en el proceso constructivo, a partir de dos vertientes estructurales:
    - Los criterios trascendentes comunes a cualquier material y recurrentes en cualquier lugar a lo largo del tiempo: *Transmisión de cargas, transmisión de calor, deformación por diferentes causas, resistencia de distintos factores, etc.*
    - La materialidad que cambia en función de desarrollo de la sociedad de que se trate. Sistemas constructivos de incorporación húmeda, criterios y unidades de comercialización, transporte y acopio.
2. Aproximación a la problemática de la **Política de Vivienda,** el diseño constructivo y la asistencia profesional para la construcción de la vivienda social. Formas de producción, actores intervinientes, tecnologías adecuadas, tecnologías apropiadas.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar los elementos y componentes de los subsistemas ***envolvente vertical, cubierta y fundaciones*** de los ejemplos dados.
- Introducir en le manejo de los distintos tipos de información disponible. Ventajas y desventajas de cada uno de ellos.
- Proporcionar la comprobación empírica a partir del desarrollo de modelos a escala, llegando en casos que lo requieran a la materialización del 1:1.
- Incorporar los conceptos de condicionantes sociales y tecnológicas.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Sobre la base de los tres ejemplos dados correspondientes a prototipos en planta baja del Plan Federal de Vivienda, se realizara la siguiente intervención:

- Investigar y resolver la tecnología propuesta en los proyectos asignados, para los subsistemas envolvente vertical, cubierta y fundaciones, desarrollando los siguientes conceptos: ***características, propiedad, producción, transporte, peso especifico, densidad, dureza, durabilidad, resistencia… ¿a que?, conductividad, transmitancia, fragilidad, maleabilidad, unidad de medida, medida comercial, tenacidad, estabilidad dimensional,*** etc.
- Analizar las condiciones físicas y sociales en cada caso.
- Proponer una substitución tecnológica para el ejemplo dado, fundamentando la solución adoptada.
- Materializar la propuesta del punto anterior.

TALLER VERTICAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS 2005 **Lombardi – Cremaschi – Marsili. NIVEL 1**	

TRABAJO PRACTICO Nº 3

"El mundo que hasta del momento hemos creado como resultado de nuestra forma de pensar, tiene problemas que no pueden ser resueltos pensando del modo en que pesábamos cuando los creamos."
ALBERT EINSTEIN

TECNOLOGIA CONTRUCTIVA
El aprovechamiento razonable de los recursos naturales, locales y renovables, es uno de los retos grandes del siglo XXI, en el camino de la búsqueda de la sustentabilidad de nuestras sociedades.
Frente a esa necesidad, es fundamental el desarrollo del conocimiento, experiencias, destrezas, procesos de elaboración y métodos relativamente sencillos y de bajo costo en la ejecución del hábitat social, para lograr el mejoramiento constante y sostenido de la calidad de vida.

OBJETIVO GENERAL
Introducir en el campo de las tecnologías alternativas.

OBJETIVO PARTICULAR
Capacitar en el desarrollo de propuestas tecnológicas en el campo proyectual y experimental.

DESARROLLO DEL TRABAJO
Se proyectarán y experimentarán en escala 1:1 distintas alternativas de envolventes verticales y cubiertas a partir de la utilización de materiales tales como:

- ✓ Adobe / suelo cemento para la ejecución de tapiales (envolvente vertical)
- ✓ Adobe / suelo cemento para la ejecución de bloques (envolvente vertical)
- ✓ Cañas y/ó tubos para le ejecución de envolventes verticales y cubiertas.
- ✓ Botellas de vidrio y/ó plásticas y latas para la ejecución de envolvente vertical.
- ✓ Bajareque / Ferro cemento para la ejecución de cúpulas para cubiertas.
- ✓ Bajareque / Ferro cemento para la ejecución de bóvedas para cubiertas.

(La lista precedente no es taxativa)

CRONOGRAMA
1º Evento 16-09: Presentación y comienzo de la elaboración del proyecto en taller.
2º Evento 30-09: Corrección, determinación de materiales y distribución de tareas.
3º Evento 07-09: Enchinchada de los proyectos y comienzo de la ejecución en el patio.
4º Evento 08-10: Culminación de la ejecución y registro fotográfico

El basamento teórico
En primera instancia la diferenciación de la diferentes técnicas de ejecución con tierra cruda

El Adobe
Es la mezcla de barro, agua y fibras vegetales. Se moldean bloques o ladrillos y se los seca al sol. Luego estos mismos elementos son colocados como un mampuesto pegados con barro.

El Bajareque
Un elemento compuesto por una malla, la cual generalmente es de material de la región como la madera, caña o elementos entrelazados entre si para generar un soporte donde se recubrirá con una o mas capas con adobe.

El tapial
Esta técnica traída por los españoles a América se basa en la elaboración de grandes bloques moldeados y apisonados de adobe levemente humedecido.

La resistencia que podemos obtener.

Estabilizada con	Resistencia
Tierra sola	6 a 18 Kg./cm^2
Cemento Pórtland	30 a 66 Kg./cm^2
Cal y Cemento	24 a 48 Kg./cm^2
Cal	18 a 36 Kg./cm^2

Datos extraídos de Bases para el Diseño y Construcción con Tapial. MOPT. España.

Clasificación e identificación de los Componentes de la tierra cruda
Los elementos usuales con los cuales los alumnos se encontraran al analizar el tipo de tierra a utilizar son
Grava, Arena gruesa, Arena fina, Limo, Arcilla y orgánicos varios.
Esta determinación en la composición del material a utilizar nos llevo a la identificación de los mismos en la tierra a tratar y a la evaluación de la pertinencia de uso de la misma
Se desarrollaron dos tipos de análisis aclarando que estos métodos no eran de un estudio profundo y de alto rigor científico, pero era una manera inicial de saber con que contamos.

Método visual.
Se extiende una muestra de suelo seco en una capa delgada sobre un plano, y luego se separa a mano los componentes más grandes, la grava y la arena, dejando el limo y la arcilla en el otro montón.
Las proporciones de cada uno de estos elementos constitutivos indica la mayor presencia de una grava o arena y de un suelo arcilloso.

Método de sedimentación
Se coloca una porción de tierra previamente desmenuzada en un recipiente con fondo plano de vidrio o cualquier material transparente.
Se llena con la muestra 1/3 de la altura del recipiente, y luego se coloca agua hasta 2/3 de la altura del recipiente, un poco de sal.
Y luego se la agita con determinación y se la deja reposar por 2 horas, así obtendremos que los elementos mas pesados, gravas y arenas, se depositaron en el fondo y las más livianas por encima.
Márquese en el recipiente los estratos obtenidos según color y textura y se mide la proporción de cada estrato
De estas pruebas se desprende los diferentes tipos de suelos que podemos encontrar y la correcta aplicación y utilización de los mismos, los agregados o estabilizantes a utilizar según el caso y su comportamiento ante los agentes climáticos.

Memoria del trabajo realizado por los alumnos.

1. Muro Trombe

Se presento un trabajo que nos pareció muy interesante desde un principio, ya que continuaba un TP anterior, se eligió uno de los trabajos y lo desarrollamos.

El tema elegido fue el de muro con bloques de suelo cemento al se incorpora el concepto de muro trombe (Fig. 1) para lograr climatización pasiva.

Volviendo al principio, el primer tema fue ¿COMO HACER LOS BLOQUES?, así es que prepararon los moldes y se construyeron los bloques.

Un desafió en este trabajo fue la preparación de todo, y el darnos cuenta que las cosas no aparecen, y desaparecen cuando no las necesitamos, hay que traerlas, manipularlas, acopiarlas para que no molesten y usarlas, por su puesto luego limpiar el lugar.

Así fue como pudimos lograr este practico que creemos nos sirvió para conocer una tecnología que en esta región no es común (Fig. 2).



Fig. 1



Fig. 2

ANÁLISIS DE LA TAREA – APRENDIZAJE SOBRE LA CONDICIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE UN MURO CON BLOQUES DE SUELO CEMENTO REALIZADA POR LOS ALUMNOS

Pasos tiempo ejec.	Descripción actividad	Condición Inicial	Condición Final	Observaciones técnicas	Riesgos / prevención	Preparación para el paso siguiente	Pre requisito
1/ clases asignadas en el trabajo práctico	Realización de la documentación pertinente para construcción del muro.	Medios necesarios para la realización del muro, materiales e insumos.	Documentación completa	Tareas previas de fabricación de moldes en taller	Cortes, proyección de partículas, manejo de cargas / uso de EPP.	Lista de materiales e insumos para la fabricación de moldes de chapa de 0.20*0.20*0.40	Manejo del concepto de unidades de medida. Destreza en el corte, doblado y soldado de chapa.
2/ dos días	Fabricación de moldes de chapa para la Fabricación de los bloques de suelo cemento	Preparación de chapa lisa para doblar y soldar	Molde de chapa para fabricación de bloques	Corte, doblado y soldado de chapa.	Cortes, proyección de partículas, manejo de cargas / uso de EPP	Acopio de moldes y traslado a obra.	Habilidad para corte con tijera y/o amoladora, doblado y soldadura.
3/ 10 días	Fabricación de bloques de suelo cemento.	Acopio de materiales y dosificación	Bloques fabricados y acopiados en secadero	Uso de desencofrante y dosificación de la mezcla 1:3:8, cemento, arena, tierra, llenado de moldes y desmolde	Uso de productos químicos, manejo de cargas,.uso de EPP	Acopio de lo bloques para el secado.	Habilidad en el manejo de maquinas y herramientas y dosificación de la mezcla.
4/ 1 día	Elaboración de doc. Para la incorporación de cámara de calor, (muro trombe) para climatización pasiva.	Análisis de las características y lista de materiales necesarios.	Lograr una cámara dentro del muro a elaborar que sea capaz de almacenar calor y canalizar este al interior.	Realización de un nicho en el muro con una lamina exterior que pueda captar calor y por convección transmitirlo al interior.(por iniciativa in-situ de los alumnos	Uso de productos químicos, elementos cortantes, manejo de cargas, uso de EPP.	Construcción del muro de bloques de suelo cemento / trombe	Entender el concepto de nivelación y puesta a plomo. Manejo del concepto de unidades de medida, transmisión de energía calórica, convección y calculo de fluidos
5/ 3 días	Construcción del muro de bloques de suelo cemento / trombe	Preparación, nivelación y puesta a plomo. Mezcla de asiento	Muro terminado	Construcción del muro con bloques cuidando el cumplimiento de lo documentado	Uso de químicos, elementos cortantes, manejo de cargas, uso EPP.	Apuntalamiento durante el secado.	Habilidad en el uso de herramientas de mano de albañilería.

2. Tapial de Suelo Cemento

Realización de un Manual

Luego de la ejecución del tapial se pidió a los alumnos relatar el proceso de construcción del mismo con la finalidad de elaborar un manual. El objetivo pedagógico de esta última tarea es que los alumnos puedan reflexionar sobre el trabajo práctico, evaluar los aciertos y los errores cometidos durante la ejecución, proponer mejoras y profundizar la comprensión de todo el proceso. Por otro lado, la idea es que este manual sea de utilidad para los alumnos de la cátedra que cursarán los años siguientes y que pueda ir ampliándose con el correr del tiempo para que sea de utilidad no sólo para la cátedra sino para la Facultad.
Creemos que el alumno se siente mucho más motivado cuando se le propone un trabajo práctico que se convertirá en un producto concreto y de utilidad para otras personas. Por esta razón es que es importante el manual.

Proceso de construcción

Materiales utilizados:	Herramientas
1 m3 de Tierra	Zaranda
2 bolsas de Cemento	Pala ancha
Clavos 1½"	Martillo
Alambre negro	Tenaza
Tablas de madera de 1" x 6"	Pisón
Clavaderas de 1½" x 2"	

Nivelar el terreno para que el tapial apoye de igual manera en toda la superficie

Preparar el área de trabajo para elaborar el material de relleno. (Fig. 3)

Ejecutar un encofrado de 2,00 x 0,40 x 0,80 m (largo x ancho x altura) compuesto por cuatro paneles, dos de 2,00 x 0,80 m y dos de 0,40 x 0,80 hechos con tablas de madera de 1" x 6" unidas por medio clavaderas de 1½" x 2" con clavos de 1½"

- Armar el encofrado en el terreno fijando los cuatro paneles entre sí y colocando seis "agujas" de madera de 2" x 2" clavadas en el suelo.
- Zarandear la tierra
- Preparar el material de relleno, el suelo cemento.
- Colocar 9 partes de tierra con 1 de cemento y mezclar bien con una pala
- Desparramar la mezcla en el área de trabajo de manera que quede una capa de entre 4 y 8 cm.
- Agregar agua en forma de lluvia para que se distribuya de manera uniforme. Para conocer el porcentaje adecuado de humedad de la mezcla se debe tomar un puñado de la misma y apretarlo, deben quedar los dedos marcados. Luego se lo suelta desde una altura de 1 m, el puñado de tierra debe romperse.
- Mezclar
- Colocar la mezcla de suelo cemento dentro del encofrado en una capa de 15 cm. (Fig. 4).
- Apisonar hasta que la tierra pierda su esponjosidad (hasta que deje de compactarse)
- Continuar con este proceso hasta llegar a la altura del encofrado.
- Desencofrar



Fig. 3


Fig. 4

Bibliografía:

*GONZÁLEZ LOBO, Carlos. Vivienda y Ciudades Posibles. Ministerio de Vivienda. México 2000.
*BAULUZ DEL RÍO, Gonzalo y BARCÉNA BARRIOS, Pilar. Bases para el Diseño y Construcción con Tapial. MOPT. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. España. 1998.
*TOGNERI, Jorge. Polémica en la Arquitectura. Espacio Editora. Argentina. 1984
*VIÑUALES, Graciela. Arquitectura de Tierra en Ibero América. Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Colombia. 1996.
*LOMBARDI, Jorge; CREMASCHI, Gustavo; MARSILI, Luciana. Propuesta Pedagógica Taller Vertical de Procesos Constructivos. FAU. UNLP. Argentina. 2001.

Darío Medina

Arquitecto. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. 1993.
Diplomado en Arquitectura y Desarrollo. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. Bolivia. Lund University. Lund. Suecia. 1999.
Evaluador de Proyectos de Extensión. Comisión Asesora Técnica, Cate. Consejo Superior. UNLP. 2006.
Ayudante de Curso Diplomado por Concurso. Procesos Constructivos Nivel 3. Área Construcciones. 1994 y continua.
Ayudante de Curso Diplomado por Concurso. Producción de Obras Nivel 1. 1998 y continua.
Investigador Categoría 4. Unidad de Investigación Nº 3 IDEHAB. Instituto de Estudios del Hábitat. FAU. UNLP. Año de inicio de la Actividad. 1994.
Proyecto de Investigación: *Tipologías, Tecnologías y modelos participativos para la vivienda social incluida en la ciudad.* Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.
Proyectos de Extensión:
"Asistencia técnica. Proyecto Viviendas Auto sustentables. Barrio TOBA." La Plata. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. 2002.
"Mejoramiento de la Calidad Ambiental en un asentamiento periurbano en Villa Elisa". Concurso de Proyectos de Extensión Universitaria. UNLP. 2000.
"Emprendimiento de Capacitación Tecnológica en Construcción Industrializada". Concurso de Proyectos de Extensión Universitaria. UNLP. 1998

Estanislao Justo Simonetti

Arquitecto. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.
Especialista en "Cooperación para el Desarrollo de Asentamientos Humanos en el Tercer Mundo". Escuela Técnica de Arquitectura (ETSAM). Universidad Politécnica de Madrid, España. 2004.
Maestría en Hábitat y Vivienda (en curso). Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional de Mar del Plata.
Ayudante de Curso Diplomado por concurso. Procesos Constructivos Nivel I. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UNLP. 2005 y continua.
Extensión Universitaria:
"El derecho a tener derechos". Facultad de Periodismo y Com. Social. UNLP y el CIAJ. 2006.
"Vivienda y espacios verdes públicos en el Barrio San Carlos de La Plata". Asesoramiento Técnico. Unidad Nº 3 IDEHAB. Facultad de Arquitectura. UNLP. 2005.
"Asesoramiento técnico y organizacional, un camino posible para la vivienda" Unidad Nº 3 IDEHAB. Facultad de Arquitectura. UNLP. 2002-2003.
Otras actividades de interés: Dirección Provincial de Coordinación de Programas Habitacionales. Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Servicios Públicos de la Prov. de Bs. As. 2005 y continua
Elaboración, diagramación y corrección de fichas técnicas para el libro "Hacia un posible manual de Habitabilidad Básica" editado por la ETSAM. Universidad Politécnica de Madrid, España. 2004.

Luis Alfredo Larroque

Arquitecto. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. 1976.
Evaluador de Proyectos de Extensión. Comisión Asesora Técnica, Consejo Superior. UNLP. 2000.
Ayudante de Curso Diplomado y Jefe de Trabajos Prácticos por Concurso. Procesos Constructivos Nivel 1. Área Construcciones. 1994 a la fecha, y continúa.
Ayudante de Curso Diplomado y jefe de trabajos prácticos por Concurso. Producción de Obras Nivel 1, 2 y 3. 1986 a 1997; 1998 a 2000; 2006 y continua.
Antigüedad en la docencia 21
Proyectos de Extensión:
"Proyecto Midas- Diseño y construcción de muebles escolares a partir del reciclaje de envases de cartón" La Plata. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. 1996.
Consejero Académico: Claustro de Graduados. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UNLP. 1998-2000.

Santiago Pérez

Arquitecto.FAU UNLP. 1996.
Especialista en Higiene y Seguridad Laboral. FAU UNLP. 2000.
Posgrado en vivienda de Interés Social. PROYECTO PARTICIPATIVO Y AUTOCONSTRUCCION, F.A.U., U.N.L.P, (AÑO 2003).
Posgrado: Políticas Públicas. INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS, AÑO 2003.
Ayudante de Curso Diplomado por Concurso. Procesos Constructivos Cátedra Lombardi-Cremaschi. Desde 2002
Ayudante de Curso Diplomado. Producción de Obras Cátedra – Nizan. 2006 y continua.
Ayudante de Curso Diplomado por Concurso. Producción de Obras Castro - Lufiego. 1996 y continua.

Proyectos de Extensión:
"Seguridad E Higiene En La Construcción", U.N.L.P., C.A.C., S.R.T., FUNDACION DE EDUCACION Y CAPACITACION PARA LOS TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCION Y U.O.C.R.A., Edición 1998 Y Edición 1999 FAU, UNLP.
"Barrio La Unión", RECONSTRUCCION DE LA TRAMA SOCIAL A PARTIR DE LA INTERDISCIPLINA, Año 2003 / 2004, FAU UNLP. –
Programa De Salud Y Seguridad En El Trabajo Bid-Fomin, Formador De Formadores, Córdoba Y Mendoza, año 2005, 35 empresas (mandos superiores intermedios y operarios).-

Carlos Gustavo Cremaschi

Arquitecto. FAU. UNLP. 1977
Profesor Titular Ordinario, Ded. Exclusiva, Taller Vertical de Procesos Constructivos – FAU-UNLP. Desde 1994.
Profesor Titular Ordinario, Ded. Exclusiva, Taller Vertical de Producción de Obras – FAU-UNLP. Desde 1996.
Organización y dictado de módulos en 15 Seminarios y Cursos de post-grado desde 1994 hasta la fecha.
Categoría Docente Investigador UNLP: II. Unidad de Investigación Nº 3 IDEHAB. Instituto de Estudios del Hábitat. FAU. UNLP. Año de inicio de la Actividad. 1994.
Proyectos de Investigación en ejecución:
"Tipologías, tecnologías y modelos participativos para la vivienda social incluida en la ciudad".
"Modalidades tecnológicas adecuadas a la producción de viviendas autogestionadas".
Proyectos de Extensión:
"Desarrollo comunitario en el barrio La Unión de La Plata".
Concurso de Proyectos de Extensión Universitaria. UNLP. 2002.
"Emprendimiento de Capacitación Tecnológica en Construcción Industrializada". 1998
"Asesoramiento Radial para Constructores". 1995
Distinciones – premios:"Herramienta para diseño, diagnóstico y evaluación de envolventes".
Segundo premio en el área Investigaciones Tecnológicas.
Premio anual de Arquitectura, Urbanismo, Investigación y Teoría 2001 CAPBA.

7.4

CAPACITACIÓN DE PROFESIONALES, TÉCNICOS Y AUTO CONSTRUCTORES EN TALLERES (CURSOS) INTENSIVOS

Gernot Minke
Universidad de Kassel, D-34109 Kassel, Alemania
Tel.: ++49-561-804-5312/5315, e-mail: feb@asl.uni-kassel.de

Palabras clave: Capacitación, cursos, construir con barro

Resumen

En el Instituto de Investigación de Construcciones Experimentales de la Universidad de Kassel / Alemania, se viene desarrollando un programa de capacitación con la utilizacion del barro como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual.

Desde hace ya 22 años, se vienen dictando cursos intensivos teóricos y prácticos de una semana en los que se describen las características del material, cómo se analizan, mejoran y preparan las mezclas; se enseña también la elaboración de adobes, la construcción de muros con tierra apisonada (tapial), muros y bóvedas de adobe, así como revoques y pisos de tierra con el respectivo tratamiento de la superficie.

Hasta la fecha más de 2000 personas entre arquitectos, ingenieros, obreros e interesados en el tema participaron de estos cursos básicos.

Se ofrecen también cursos de especialización sobre revoques, construcción de bóvedas y cúpulas, pisos de tierra, a los que por lo general asisten sólo obreros calificados.

En los últimos años se dictaron exitosamente cursos especiales en Italia, Austria, Ecuador, Bolivia y Brasil que contribuyeron a la construcción de distintas edificaciones de barro.

Durante estos cursos se pudo constatar que los participantes estuvieron interesados en conocer todas las fases de la construcción desde la elaboración de adobes hasta el recubrimiento de las edificaciones con techos verdes.

Los cursos demostraron que es posible despertar el interés de las personas acerca del empleo del barro como material de construcción debido a las posibilidades que este ofrece.

Asimismo quedo claro que es posible transmitir los conocimientos básicos en corto tiempo, empleando una metodología que combina práctica y teoría.

Desarrollo

Desde hace 22 años se dictan cursos intensivos “el barro como material de construcción” para la capacitación de profesionales, técnicos y auto constructores en el Instituto de Investigación de Construcciones Experimentales de la Universidad de Kassel, Alemania abajo la dirección del autor. Los cursos básicos, que duran 5 días, tienen lo siguiente estructura:

El primer día está orientado a la introducción teórica y al conocimiento de los equipos herramientas y ensayos para analizar la composición de la tierra y testear la calidad de los productos de tierra. Estos ensayos de campo sirven para estimar la composición del barro y determinar si la mezcla es aceptable, entre ellas tenemos la prueba de contracción del barro durante el secado, de la resistencia de superficies de barro contra la abrasión y contra la erosión por agua corriente. (Más informaciones sobre estos ensayos ver bibliografía).

Los siguientes días del curso están organizados en seis horas de trabajo práctico y una hasta dos horas de teoría, que incluyen tiempo suficiente para discusiones y preguntas.

Los participantes son divididos en cinco o seis pequeños grupos de cuatro o cinco personas para que cada grupo pueda trabajar con una técnica distinta rotando los grupos después de media o una jornada.
Los grupos son acompañados por dos docentes durante toda la jornada
Las técnicas enseñadas son la elaboración (producción) de adobes la construcción de muros con adobes y con tierra apisonada (tapial), la construcción de bóvedas de adobes, la preparación, mejoramiento y aplicación de revoque y el tratamiento de la superficie.
Entre las mas de 2000 personas que participaron en estos cursos básicos en los 22 años pasados cerca del 50% eran arquitectos, ingenieros o artesanos calificados, la otra mitad eran auto constructores, profesores o interesados en el tema.



Cursos de especialización para obreros calificados o artesanos que se dedican o pretenden dedicarse a la construcción con tierra fueron realizados sobre la construcción de cúpulas de adobes, revoques de barro y pisos de tierra.

Desde hace 5 años cursos especiales fueron dictados por el autor en Italia, Ecuador, Bolivia y Brasil dando como resultado la construcción de una casa experimental o una estructura de barro.
La figs. 1 hasta 6 muestran el trabajo en el centro de vivencias Integria, Picada Café, Brasil, donde se dictaron dos cursos en los cuales se pudo realizar todas las fases de construcción de una cúpula, desde la producción de adobes, la realización de la cáscara, el piso de tierra hasta el recubrimiento con revoque de barro y techo verde.

Fig. 1

La fig. 1 muestra la elaboración de un adobe especial en un molde de metal. Este adobe tiene esquinas redondeadas para mejorar la acústica de la cúpula, y tres hoyos interiores para reducir su peso y poder acarrearlo más fácilmente.
En la fig. 2 podemos ver la construcción de la cúpula con la utilización de estos adobes y una guía de ayuda rotatoria.
La fig. 3 muestra la colocación de los panes de césped y la fig. 4 la cúpula lista, que se parece a una montaña natural.
Las figs.5 y 6 muestran la producción de mangueras de tela de algodón rellenas de barro y su aplicación en un muro interior de un baño.



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

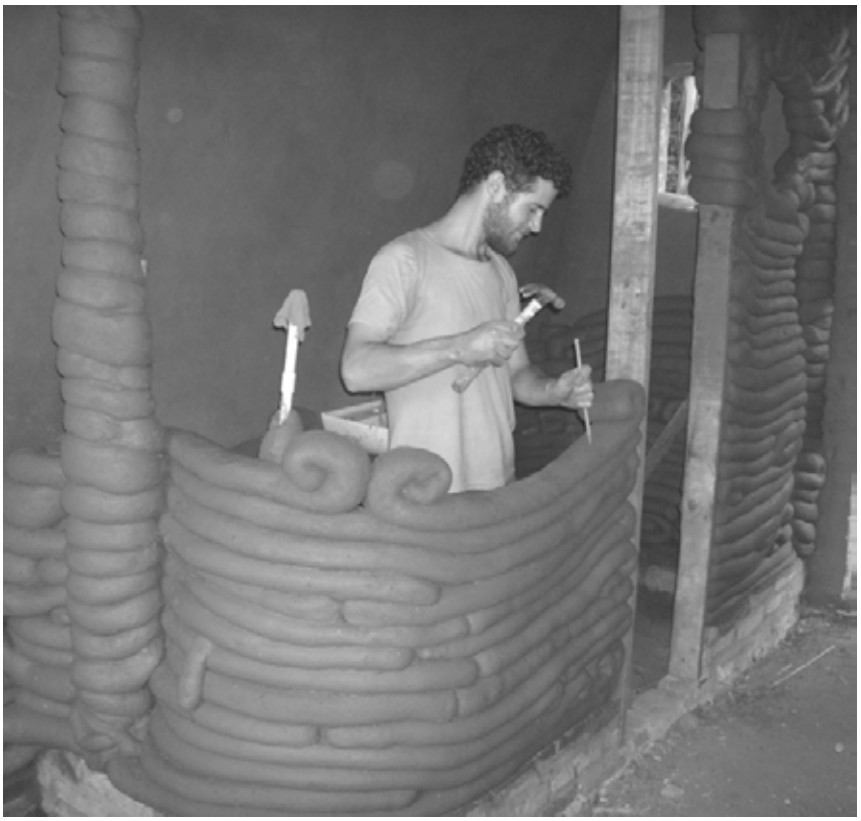


Fig. 6

Bibliografía

*MINKE, Gernot. *Manual de construcción en tierra*. Editorial Fin de siglo, Montevideo, Uruguay 2005

Gernot Minke

Arquitecto y catedrático de la Universidad de Kassel, Alemania, dirige el Instituto de Investigación de Construcciones Experimentales. Desde 1974 se han llevado a cabo más de 30 proyectos de investigación y desarrollo en el campo de construcciones ecológicas, viviendas de bajo costo y especialmente en el campo de las construcciones en tierra. Ha diseñado varias edificaciones particulares y públicas donde el barro es material predominante.
Sus obras se encuentran no solo en Europa, sino también en América del Sur, América Central e India.
Ha publicado varios libros y más de 300 artículos. Ha participado como invitado en más de 40 conferencias internacionales. Asimismo, ha dado numerosos cursos en Argentina, Bolivia, Brasil, Guatemala, India, México, Paraguay y Venezuela y conferencias en diferentes universidades del mundo.

cv-gernot minke

7.5

O APRENDIZADO DA ARQUITETURA COM TERRA CRUA: UMA EXPERIÊNCIA NO CANTEIRO EXPERIMENTAL DA FAU USP

Fernando César Negrini Minto
Pesquisador do PROTERRA
Mestrando pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP.
Orientador: Reginaldo Nunes Ronconi
e-mail: fminto@hotmail.com
Tel: + 55 (19) 97885139 / + 55 (19) 34336759

Palavras chave: Arquitetura com terra - canteiro experimental - tecnologia

Resumo
É inerente ao instinto de sobrevivência, a preocupação com o *habitat* ou com o lugar onde morar. Os seres humanos têm em sua natureza a aptidão de, particular ou coletivamente, construir abrigos. Esta manifestação já se encontrava muito bem citada nos escritos do arquiteto romano, Vitrúvio: "nossos ancestrais, movidos pela necessidade, começavam uns a procurar abrigo utilizando ramos, outros a cavar alojamentos sob as elevações e outros a fazer, imitando as andorinhas, com barro e ramo das árvores, recintos nos quais pudessem se abrigar" (POLIÃO, 1999). Porém existe um intervalo que divide o fazer e a reflexão sobre o que se faz. Podemos construir por imitação ou seguindo ditames e fórmulas, assim como podemos construir refletindo sobre o que estamos fazendo, tornando este processo científico, crítico e evolutivo.
As tecnologias de construção em terra crua, eficazes respostas a demandas habitacionais e adotadas pelo atual mercado mundial, vêm sendo estudadas profundamente em centros de pesquisa da arquitetura e do urbanismo. Tais técnicas, que desde então passaram por um processo experimental e de difusão oral ficaram à margem nas discussões acadêmicas e nos processos de legitimação no Brasil, interrompendo, assim o desenvolvimento técnico sem usufruir um conseqüente desenvolvimento industrial. Perdeu, com isso, o crédito.
Constata-se, desta maneira, a inviabilidade da produção no Brasil, em larga escala, de obras em terra crua, caso não se desenvolva o processo de difusão das informações aferidas e estudadas dentro dos centros de formação e pesquisas.
Este artigo mostrará e ilustrará uma experiência de aprendizado no Canteiro Experimental da FAU USP (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), no primeiro semestre de 2005, quando foi realizado um *workshop* que resultou na construção de sete pilares em taipa de pilão. Uma atividade que se iniciou na discussão do projeto, percorreu a escolha dos materiais, propiciou o estudo da tecnologia, desenvolvendo um desenho de formas, e finalmente, desdobrando na edificação do protótipo.
Com a análise dos resultados foi possível avaliar dois diferentes aspectos: Os resultados plásticos, processuais, estruturais e formais dos elementos construídos; e a apropriação e desenvolvimento da técnica por parte dos alunos, processo dinâmico que possibilitou a reflexão científica sobre o que foi realizado.

Introdução

No Brasil, após a reforma acadêmica formulada por João Baptista Vilanova Artigas em 1962, o ensino da Arquitetura e do Urbanismo convergiu para os estúdios, locais predominantemente compromissados com o projeto de arquitetura e afastou-se de maneira gradativa dos canteiros de obra. Contudo, em disciplinas de classe (asseguradas na reforma de 1962 pelo tripé sugerido: Projeto, História e Tecnologia), os estudantes têm contato com algumas técnicas e tecnologias construtivas e seus respectivos dimensionamentos e funcionamento. Freqüentemente, em tais aulas expositivas, são abordadas de maneira leviana e breve as

tecnologias que usam a terra crua como matéria-prima. Na maioria das vezes o assunto não extrapola o ramo das técnicas retrospectivas, restringindo-se ao estudo de sua preservação e recuperação.
É eminente a importância em se aprofundar no conhecimento prático-científico destas técnicas bem como provocar a reflexão em prol de soluções para questões que dizem respeito à autonomia e soberania nos novos processos construtivos. Com a discussão do ensino da arquitetura de terra, abrir-se-iam espaços para o desenvolvimento e a introdução de novas normas e legislações especificas, possibilitando o desenvolvimento da tecnologia para produções em escalas maiores de uma arquitetura que tenha identidade, utilidade e aplicabilidade.
Um ensino universitário com maior ênfase nos canteiros experimentais, com comprovação científica suficiente para lhe atribuir respeitabilidade e êxito, é necessário para a elevação da arquitetura de terra como um sistema construtivo possível e maduro, como qualquer outro já estabelecido.



Figura 01 – Aluno de graduação no canteiro experimental. Foto: Reginaldo Ronconi

O canteiro experimental

Pode-se ressaltar a importância das experiências e principalmente da observação crítica dos fenômenos a partir da análise de um texto do cineasta russo Sergei Eisentein (1898 – 1948) - "Reflexões de um cineasta"

"Entre nós, a idéia comum do gênio relaciona-se sempre – e com toda razão – com qualquer coisa do gênero da maçã de Newton ou da tampa saltitante da chaleira da mamã Watt".

E continua:

"Na vida de todos os dias, no seu aspecto mais manifesto, a isto se chama, simplesmente, capacidade de tornar extensivas às conclusões tiradas por acaso dum fenômeno insignificante a um outro muito mais considerável e que não se esperava ser posto em causa".

De fato, muito dos detalhes e particularidades só podem ser percebidos quando vivenciados na prática. Apoiando-se nesta assertiva, pode-se caracterizar o ambiente ideal para a criação e/ou para a invenção, como aquele cujas condições são as mais complexas e variadas possível, a fim de nos proporcionar uma maior quantidade de elementos que nos provoque e que nos instigue. Não se pode conceber que a atitude criadora seja praticada em circunstâncias herméticas e de poucos desdobramentos ou conseqüências. Nestas condições, estaríamos nos

abstendo destes tais “fenômenos insignificantes” (mas de tamanha valia) a que se refere o cineasta.
Não será na prancheta, nem no monitor do computador e nem mesmo na construção de uma maquete que estes detalhes virão à tona. Tais procedimentos se baseiam em leis e estão distantes dos acidentes de percurso ou até de situações novas que provocam a criação artística. Apenas a constatação da realidade da coisa pronta e principalmente as diversas etapas de seu processo de construção é que poderão fazer perceber a importância destes detalhes.
Na prática da formação do arquiteto, perdemos aproximação dos processos de criação aos de construção por parte dos profissionais agentes do mercado e esta defasagem está diretamente ligada ao processo deficiente na sua formação.
Existe, na prática diária do canteiro experimental, o contato simultâneo de todo o conjunto de partes que compõem o aprendizado da Arquitetura e do Urbanismo. É insuficiente para o entendimento das relações necessárias e constantes no complexo acontecimento dos fenômenos criativos do arquiteto, o ambiente neutro e passivo da prancheta. É no canteiro experimental que ocorrerão as constatações, ou até as “surpresas” que sugerem novas soluções.
Serão exatamente estas novas soluções que garantirão o processo evolutivo e principalmente da construção do conhecimento, como afirma Karl Popper: “A visão comum do conhecimento é a que se origina das observações. Podemos substituí-la ao dizer que o conhecimento é sempre uma modificação de conhecimentos anteriores”. (POPPER) 1992.
Todos estes processos de criação, experimentação, constatação e modificação (aperfeiçoamento) agregam ao sistema aberto e não linear de se fazer arquitetura, uma dimensão ainda mais abrangente e mais rica de elementos.
O canteiro experimental, sem dúvida, é o local adequado e que torna possível estas práticas. “É um espaço onde o exercício da síntese possa acontecer. Não é um canteiro de tecnologia, mas um canteiro de arquitetura. Aprender o tempo do construir, fazer o esforço, esboçar a arquitetura do cotidiano sem admitir a redução da qualidade”. RONCONI, 2002.

O *workshop*

No primeiro semestre de 2005, numa disciplina ministrada pelo Prof. Dr. Reginaldo Ronconi, no Curso de Graduação da FAU-USP, realizou-se um *workshop* com a participação dos arquitetos Paulo F. Montoro e Fernando C. N. Minto. Na ocasião, a proposta era a de um exercício prático que abrangesse as questões de canteiro experimental abarcando as técnicas da arquitetura de terra crua. A arquitetura de terra foi escolhida, já que esta se encontra, atualmente, num estado de esquecimento e de descrédito, sendo para os estudantes uma prática totalmente nova e experimental, aguçando, com isso, o senso criativo e inventivo.
É de grande relevância ressaltar o fato de que o pedido do *workshop* e a escolha deste tema foram dos próprios estudantes.
O que se pretendia era evidente: a capacitação, no sentido de preparar o arquiteto no que diz respeito às principais reflexões sobre o assunto, a formação e a experimentação (postura esta patente da coordenação do referido canteiro).
Foi levado aos alunos, o conhecimento básico dos temas correntes discutidos acerca da arquitetura de terra no mundo. Explanações breves para que se pudesse atualizá-los nas discussões correntes no universo da temática sugerida.
A priori, não se apresentou qualquer tipo de abordagem teórica no que diz respeito a especificidades técnicas do material ou mesmo aplicabilidades estruturais. As temáticas principais abordadas foram:

- Breve relato da história da arquitetura de terra;
- Principais locais de incidências, principais tipos de tecnologias;
- O que é a taipa de pilão e como esta foi usada no estado de São Paulo;

- O que significa a “estabilização dos solos”;
- Questões de *déficit* na habitação social no Brasil;
- Atual situação desta tecnologia no mercado.

Posteriormente, já com este repertório em mente, os alunos foram conduzidos a projetar o elemento arquitetônico que seria, então, construído no canteiro. Foi escolhido o local e várias propostas foram feitas e modificadas sistematicamente até que se chegou a um resultado satisfatório conferido na execução de maquete volumétrica.



Figura 02 – Alunos de graduação discutindo o projeto no canteiro experimental.
Foto: Reginaldo Ronconi.

O projeto consistia num conjunto de colunas justapostas e com alturas escalonadas conforme proporções pré-estabelecidas. Foi pensada uma implantação em “U” que permitisse a visualização de um ambiente contido, porém aberto, com colunas que se justapõem de maneira paralela com 60 cm de entrecolúnio e defletindo-se em noventa graus a cada duas incidências. A implantação geral está alinhada ao talude que se localiza logo à frente do canteiro experimental.

Para a realização dos elementos a se construir, foram projetadas as fôrmas que posteriormente foram executadas no laboratório de modelagem da própria faculdade. O processo de produção destas foi acompanhado pelos estudantes, momento em que foi aferido o sucesso na “economia de material” (corte da madeira) em função do projeto e do dimensionamento dos componentes. Os elementos prontos, conforme projeto, tinham a dimensão ótima que respondia à plástica do projeto e também à modulação do material.

Em seguida foi montado o gabarito para a implantação dos elementos e foram devidamente locadas e executadas as fundações previamente produzidas pelos estudantes (in loco), também fruto de projetos dos mesmos.

Os alunos se subdividiram em quatro grupos, cada um com atribuições de operações distintas que tinham seus participantes trocados a cada período pré-estabelecido. Eram eles:

1- Peneira:
Responsável por peneirar a terra bruta e a areia bruta, controlar a quantidade de matéria prima que estava sendo utilizada e garantir a umidade ideal da terra estocada;

2- Traço/ água:
Responsável pela mistura (farofa) nas corretas proporções e com a devida adição de água e de cal. Controle e registro de cada traço ocorrido em cada coluna, registro e controle da

quantidade em m³ de mistura usada em cada forma para o cálculo da compactação, registro e controle da quantidade de água utilizada em cada coluna;

3- Fôrma:

Responsável pela montagem, lubrificação, manutenção e desmontagem das fôrmas, além de cronometrar a duração de cada operação;

4- Transporte e compactação:

Responsável por transportar a terra pronta da masseira até as fôrmas, controlar a quantidade de matéria depositada por cada camada de terra para a posterior aferição da resistência das camadas, controlar, cronometrar e registrar o tempo de cada camada.

Nos dias subseqüentes foram compactadas as sete colunas que compunham o conjunto arquitetônico projetado, e finalizados os trabalhos.

É digna de registro a empolgação dos alunos por terem participado desta experiência impar. Seguiu-se uma efusiva comemoração ao constatarem os resultados alcançados. A última etapa consistiu de uma tarde de rica discussão quando foram apontados os méritos e os problemas verificados.



Figura 03 – A dinâmica do canteiro. Foto: Reginaldo Ronconi

Nesta experiência, podem ser ressaltadas as seguintes constatações:

✓ A aplicabilidade e possibilidade de erigir o elemento projetado, despertam no aluno uma potente provocação e faz presente uma necessidade de buscar a evolução no processo;

✓ Verificam-se com clareza a euforia e a motivação dos participantes em acompanhar o processo todo, até o fim, observando cada etapa e cada detalhe;

✓ É patente e notória a compreensão de conjunto da obra realizada, desde sua fase de projeto, no acompanhamento dos processos, na análise da estrutura até o produto final;

✓ É constante e freqüente, neste processo de aprendizado, o surgimento de muitas perguntas, questionamentos, formulação de novas questões pertinentes durante a execução da oficina.

Com o ambiente propício para se criar sobre uma situação, a experiência se realizou como um modo de pensar a arquitetura, e não simplesmente um método de trabalho que conta com

métodos e receitas de habilidades construtivas. O aluno aqui, está mais próximo do entendimento dos fenômenos e da síntese crítica do conhecimento do que da simples coleta e armazenamento de dados e informações. O criar arquitetônico aqui foi pleno.

Conclusão

Frente à análise do atual quadro da arquitetura social brasileira que vem sofrendo, não só com o *déficit* de unidades construídas mas também com a falta de capacitação dos profissionais responsáveis por seus projetos, há que se desenvolver a ampliação das pesquisas que resultem em eficientes processos de requalificação social e melhoria na arquitetura e no urbanismo. A falta de coerência sensível entre o desenho e as decorrentes organizações dos respectivos canteiros de obras, tem de ser cuidadosamente sanada através de um processo inteligente de aprendizado.

As ações criadoras, e mais ainda, as ações transformadoras do estudante da arquitetura e do urbanismo devem ser estimuladas e para isso devem acontecer dentro do ambiente mais propício possível. O estudo da arquitetura de terra no Brasil, hoje, requer a criação de soluções inventivas adequadamente utilizadas na obtenção de resultados satisfatórios.

Através da adaptação do saber fazer no contexto brasileiro, facilitando pesquisas tecnológicas para o conhecimento das possibilidades e limitações da produção das tecnologias que usam a terra crua, desenhando sua arquitetura, não só no tocante à tecnologia do sistema construtivo, como também no que se refere à intenção, à estrutura, à estética e à interação social, pode-se contribuir para reduzir a distância que se verifica entre tais práticas no Brasil e a sua real necessidade.

Com a discussão do ensino da arquitetura de terra no canteiro experimental, abrem-se espaços para a introdução de pesquisas para novas normas e legislações especificas, possibilitando o desenvolvimento da tecnologia para produções em escalas maiores e o desenvolvimento desta fatia de mercado e uma nova indústria viável dentro do setor da construção civil. Esta prática, sem dúvida, indica caminhos possíveis para aproximar a pesquisa brasileira, nesse setor dos avanços e melhorias científicas à produção internacional, no ensino universitário e na transferência da tecnologia.



Figura 04 – O produto final do workshop, as colunas de taipa de pilão prontas. Foto: Reginaldo Ronconi.

Bibliografia de referência e complementares

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Ensaio de compactação.* Rio de Janeiro, 1986. (NBR 7182).
ALEXANDER, Christopher et al. *Houses Generated by Patterns. Center for Environmental Structure.* Berkeley Graphics Arts. Estados Unidos, 1969.
COSTA, I. B. da; MESQUITA, H. M. *Tipos de Habitação Rural no Brasil. Rio de Janeiro*, Superintendência de Recursos naturais e Humanos, 1978.
DETHIER, Jean. *Des architectures de terre, L`ávenir d`une tradition millenaire*. Paris: Centre Ponpidou, 1981.
DIAS, Gabriel José Palma. *A Terra crua como material de construção*. In: Anais da 7a Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra. Silves: DGEMN, 1993. p.304-309.
EASTON, David. *Dwelling on Earth, a manual for the professional application of earth building techniques*. Napa - USA, 1991.
FERRO, Sérgio. *O Canteiro e O desenho*. São Paulo: Ed. Vicente Wissenbach, 3 ed., 2005.
LEITE, Maria Amélia Devitte Ferreira d'Azevedo Leite. O ensino da tecnologia em Arquitetura e Urbanismo – Dissertação de Mestrado – FAUUSP – São Paulo – 1998.
LEMOS, Carlos A. C. *Alvenaria Burguesa: Breve história da arquitetura residencial de tijolos em São Paulo a partir do ciclo econômico liderado pelo café*. São Paulo:Nobel, 1989.
LEMOS, Carlos A. C. *Casa Paulista: História das moradias anteriores ao ecletismo trazido pelo café*. São Paulo: EdUSP, 1999.
MACEDO, Lino de. *O ancestral do humano e o futuro da humanidade*. In: Coleção Memória da pedagogia, n1: Jean Piaget/ Editor Manuel da Costa Pinto. Ediouro; São Paulo:2005
MINKE, Gernot. *Manual de Construcción en Tierra*. Nordan Comunidad, Montevideo, 1994.
POLIÃO, Marco Vitrúvio, Da Arquitetura. São Paulo: Hucitec, 1999.
POPPER, Karl Raimund, *O cérebro e o pensamento.* / Karl R. Popper, John C. Eccles; tradução Sílvio Menezes Garcia, Helena Cristina F. Arantes, Aurélio Osmar C. de Oliveira. – Campinas, SP : Papirus : Brasília, DF : Editora Universidade de Brasília, 1992.
REIS FILHO, Nestor Goulart. *Quadro da Arquitetura no Brasil*. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1995.
RODRIGUES, R. *Identificação, Atribuição de Valores, Contextualização Analítica, Proposições de Intervenções e de Diretrizes em Sítios Históricos Edificados em Arquitetura em Terra*. In Anais do I SIACOT – Seminário Ibero-Americano de Construção Com Terra, Salvador, BA, 2002.
RONCONI, Reginaldo Luiz Nunes *Inserção do Canteiro Experimental nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo* – Tese de Doutorado – FAUUSP – São Paulo – 2002.
SAIA, Luís. *Morada paulista*. São Paulo: Editora Perspectiva S.A., 1978
SANTIAGO, Cibèle Celestino. *O solo como material de construção*. Salvador:EdUFBA,1996.
SEGAWA, Hugo. *Arquiteturas no Brasil 1900-1990*. EDUSP, S.Paulo, 2ª ed., 1999.
VASCONCELOS, Silvio de. *Arquiteturas no Brasil: Sistemas Construtivos*. Belo Horizonte: Rona, 1979.

Fernando Cesar Negrini Minto

Arquiteto e Urbanista, graduado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP. É aluno regular, como mestrando, do curso de pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP.
Desenvolveu atividade didática como professor da disciplina Expressão e Representação I, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo nas Faculdades Integradas Módulo. Desenvolveu trabalhos e projetos de arquitetura em vários escritórios de São Paulo e em escritório próprio, sediado em Piracicaba – SP, a partir de 2002. É sócio fundador da ABC-Terra e Pesquisador do PROTERRA.
e-mail: fminto@hotmail.com, fernandominto@uol.com.br
Tel: + 55 (19) 97885139 / + 55 (19) 34336759

7.6

"LA VERDECITA" UN ENCUENTRO URBANO ENTRE LA UNIVERSIDAD Y EL PUEBLO.

Mariano Pautasso* - Arq. María Julia Cavallero
Homero Ramírez - Melisa Elizalde - Diego Mandile
IRU; agrupación universitaria independiente de la Universidad Nacional Litoral
Corrientes 2984 - 3000 – Santa Fe – Argentina
Tel. 0342-4599983
IRUnidos@groups.msn.com

Palabras clave: Verdecita – tierra - universidad

Resumen
Esta experiencia se sitúa en la ciudad de Santa Fe, en el cada vez más pequeño cinturón verde del ejido urbano, zona de quintas y cultivos de baja densidad. En este sector, la asociación civil CEPSgen (Centro de Estudios Políticos y Sociales de Género) viene trabajando desde el 2002, en la conformación de la granja agro-ecológica "La Verdecita" en la que trabajan mujeres de diferentes barrios marginales de la ciudad, y que tienen como horizonte la conformación de una cooperativa de trabajo.

Se acercan a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional del Litoral para solicitar un acompañamiento para la construcción de un salón de usos múltiples. Un grupo de graduados y estudiantes de la facultad, pertenecientes a Iru, agrupación universitaria que tiene integrantes en el consejo directivo y conduce el Centro de Estudiantes, se comprometen a aportar en tal proyecto.

Como Iru Extensión definimos una estrategia de trabajo que pretende, a partir de tecnologías no convencionales, experimentar y capacitar a las mujeres para que luego puedan volcar estas experiencias en la construcción de sus viviendas. Por otro lado experimentar y formar recursos humanos en la facultad de arquitectura en tecnologías en tierra y suelo estabilizado, temáticas nunca abordadas en la carrera.

Se desarrollan talleres de diseño participativo para definir el proyecto y su emplazamiento en el predio y se desarrolla durante el 2005 y 2006 el proceso de capacitación en tecnologías y la construcción del salón.

Contexto
La situación geográfica de la experiencia se encuentra en el sector norte de la ciudad de Santa Fe a escasos metros del predio donde se asientan en casitas de plástico los desarraigados de la inundación del año 2003.
Ingresando desde una de las arterias principales de la ciudad y tomando el callejón Roca, a quinientos metros entre la precariedad de las "soluciones" oficiales y la creatividad de lo espontáneo emerge el barrio 29 de Abril, signos del día que el abandono salió a flote. Paisaje heterogéneo construido por quienes se siguen dedicando a sobrevivir.
A pocos metros el paisaje se corta, y cruzando las vías del ferrocarril se sitúa la granja agroecológica "La Verdecita".

Paralelamente yendo por Boulevard Gálvez, la calle mas jerárquica de la ciudad y tomando la costosa opción entre el puente Oroño, o el colgante, vale aclarar que ambos parten y llegan al mismo sitio, a pocos metros surgen los paños ladrilleros de la Ciudad Universitaria de la UNL.

Uno de esos volúmenes pertenece a la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, donde surge Iru, que como otras organizaciones nace en el marco de crisis política que se agudiza en el año 2000 con un nuevo recorte presupuestario a la educación. Posteriormente

se constituye como agrupación política de estudiantes y más adelante también egresados, teniendo como principal campo de acción la Universidad, con la firme convicción de repensar su modelo, y repensar además nuestra disciplina en base a la distancia cada vez mayor entre el conocimiento y las necesidades básicas de nuestra sociedad.

Esa distancia es la que nos permite reflexionar sobre las condiciones en que se produce nuestro conocimiento y como se articulan la investigación, la docencia y la extensión por un lado, y por otro como lo hacen también las distintas áreas del saber que operan dentro de la construcción del hábitat.

El CEPSgen, Centro de Estudios Políticos y Sociales del Género nace en el mismo período y contexto nacional de aguda crisis económica y representatividad política. Conformándose como una red interbarrial de mujeres, trabajando por la reivindicación de los derechos de la mujer. Generan desde su inicio un proceso relacionado con la economía solidaria, la autosustentabilidad, y la generación de espacios para el debate y la construcción sociopolítica, que abren la necesidad de instituirse como ONG, y tener un espacio donde desarrollar tanto las actividades de producción como las de formación humana.

El Encuentro

Mientras que el CEPSgen desarrollaba su trabajo en el ámbito barrial sobre múltiples temáticas en torno de la mujer, como violencia, alimentación y desarrollo sustentable, esquema dentro del cual se encuadra el hábitat; Iru en lo disciplinar lo hacía exclusivamente dentro del ámbito político universitario.

El CEPSgen al momento había realizado una experiencia de mejoras de viviendas, en la que algunas de las mujeres integrantes de la red se capacitaron en albañilería y realizaron por autoconstrucción y ayuda mutua las mejoras de sus propias casas. A partir de este abordaje la organización de acerca a la Universidad Pública en busca de acompañamiento.

La demanda es absorbida por nuestra agrupación, iniciando así un recorrido de aprendizaje conjunto y enriquecimiento recíproco.

Como primera instancia se organiza en un taller de la Facultad de arquitectura un encuentro donde las mujeres del barrio nos cuentan a los futuros arquitectos y a los docentes como construyen y mejoran sus casas, abriendo de este modo un ciclo de charlas sobre hábitat popular lanzadas desde el centro de estudiantes.



Una segunda etapa comienza con la necesidad concreta de construir un salón de usos múltiples en la granja “La Verdecita” que será utilizado tanto para encuentros como para distintos usos pare el funcionamiento de la futura cooperativa de trabajo.

Desde el primer contacto comienza a cubrirse una doble demanda, tierra y cemento estaban mezclados, solo faltaba la compactación.

La tecnología
El CEPSgen contaba con un proyecto arquitectónico para el desarrollo de todo el complejo incluido el SUM, teniendo en cuenta tanto los costos como la intención de generar un proyecto en conjunto se decide la realización de una jornada de diseño participativo.
Entre el barrio y la universidad aprendimos, y decidimos la mejor opción para la apropiación del terreno y la nueva tecnología.



Una vez pensada la organización del SUM y sus futuros equipamientos comenzamos la puesta en práctica de los ensayos y los errores que no solo determinarían un proceso de construcción material, sino que además nos permitiría a este sector de pueblo encontrarse con su Universidad y a la Universidad con su verdadero campo de acción. Situación no menos compleja, teniendo en cuenta que no solo nos significaba una primera práctica concreta en el hábitat, sino además con una tecnología alternativa, sin precedentes de obra en nuestra ciudad y con la demanda de un sector ausente en nuestra currícula.

Una primera estrategia tecnológica se corresponde con la escasa disponibilidad de recursos, no sólo para la materialización del SUM en particular, sino además en función de pensar una base de acción que nos permita proyectar futuras intervenciones en las viviendas del barrio.
En relación a esto se decide trabajar con elementos donados o comprados a bajo costo buscando optimizarlos como elementos constructivos.

Una segunda estrategia, es lograr una propuesta apta para la transferencia a los actores participantes, que a través de la apropiación de la tecnología permita multiplicarla en forma autónoma.

Y una tercera es pensar en viabilizar un principio de sustentabilidad ambiental.
Comenzando la obra con la condicionante de un presupuesto muy acotado se accede a bloques hexagonales de hormigón, sobrantes de la construcción de la defensa hídrica de la costanera privilegiada de la ciudad, con los que se construyen los refuerzos verticales utilizándolos como mampuestos y rellenando sus huecos con hormigón armado. La cubierta se realizó en chapa trapezoidal de segunda clavadura sobre estructura metálica reciclada y rieles de ferrocarril. Esta solución permitirá además recolectar agua de lluvia para riego. También se compraron aberturas antiguas para ser restauradas.

Tanto desde los objetivos de recuperación cultural, sustentabilidad ambiental, y disponibilidad de recursos, es que decidimos la implementación de la tecnología con tierra para los cerramientos.

Adoptando en principio el BTC a partir de:

- Las experiencias anteriores de las mujeres albañiles que se basaron en soluciones constructivas con ladrillos comunes, por lo que se dispone de una base de conocimiento en ejecución de mampostería.
- Los bloques, resultado de la ejecución sistemática, a diferencia de otras técnicas en tierra, pueden ser acopiados para luego ser utilizados. Esta característica también permite planificar el trabajo en etapas.
- Este tipo de producción puede sumarse a las actividades de la cooperativa de trabajo.

Se fabrica una bloquera CINVARAM, una particular “zarandeadora”, y se compran las herramientas necesarias, entre las que se destaca un lavarropas automático.



Ante la necesidad de capacitación para poder desarrollar una experiencia inédita en el uso de la tierra en la ciudad, se realizan talleres en los cuales ambos actores buscan encontrar los puntos óptimos del material y los métodos de organización necesarios para este tipo de proyectos tanto desde lo técnico como desde lo sociocultural.

“La práctica profesional solo dejará de ser repetitiva, pragmática, empirista, cuando los profesionales, sepan vincular las intervenciones en lo cotidiano con un proceso de construcción y deconstrucción permanente de categorías que permitan la crítica y la autocrítica del conocimiento y la intervención. La práctica crítica no se reduce a la mera aplicación del conocimiento que viene de afuera de ella: ella misma genera la necesidad de la reformulación del conocimiento”. [1]

El trabajo con la tierra nos permite reconocer que su utilización requiere un tiempo mayor que las tecnologías tradicionales el cual es una inversión en lo que hace a la construcción colectiva, la creación de lazos y de nuevos criterios y categorías para la construcción de conocimiento.

Las mujeres que participan de la experiencia generalmente pertenecen a familias numerosas estando a cargo de la organización del hogar para lo que deben realizar innumerables tareas, y que por su precariedad, les insumen la mayor parte de su tiempo. En este juego de relaciones se hizo sumamente necesario, como una herramienta más, la adquisición de un lavarropas automático, que les permitió mayor disponibilidad para la elaboración de los bloques, generando de esta manera los tiempos necesarios para el proceso.

La producción de los BTC se concentró en el predio de la granja agroecológica, y a partir de grupos de trabajo se produjeron unos 3000 bloques.

Hemos comenzado la ejecución de los cerramientos que se encuentran a nivel de dintel.



Actualmente el proceso se encuentra en una etapa donde hemos afianzado la producción de los BTC y estamos experimentando las posibilidades de reducir costos alterando la composición de dosajes y realizando controles sistemáticos en la obtención de tierra, como también buscando alternativas para la conformación de bloques especiales, alivianados, para instalaciones, para encadenados, con encastres, para pisos, etc.

También estamos planificando nuevas jornadas colectivas para la experimentación y ejecución de tapia y fajina con especial interés por tratarse de tecnologías de fuerte raigambre cultural en nuestros sectores populares, que entendiéndolas como parte de nuestro "patrimonio arquitectónico" son fundamentales para generar una nueva conciencia de lo posible a través de la potenciación de los recursos disponibles.

Extensión, con los pies en la tierra

"hace rato que vengo lidiando con gente
que dicen que yo canto cosas indecentes

...no voy a repetir ese estribillo,
algunos ojos miran con mal brillo
y estoy temiendo ahora no ser interpretado
casi siempre sucede que se piensa algo malo

pero me fui enredando en mas asuntos
y aparecieron cosas de este mundo
fusil contra fusil, la canción de la trova
y la era pariendo se puso de moda
debo partirme en dos, debo partirme en dos...
…solo quiero cantar y no importa que luego me suspendan la función..."2

A lo largo de este proceso es innegable que nuestra visión de pensar un modelo de Universidad y, fundamentalmente en lo que hace a la extensión y su rol en la generación y sistematización de conocimiento, ha recibido un enorme aporte, esa transferencia inversa nos hace pensar que para extender la Universidad hay que abrir sus puertas para dejar entrar.

El alejamiento de la práctica, propio de nuestra formación universitaria, genera una interacción institución/ sociedad que pasa *"entre otras dimensiones, por la cuestión del poder del lenguaje, en la atención del usuario, en su inclusión, y en la disputa entre profesionales que se consideran dominantes por el saber. El lenguaje burocrático, las jergas profesionales, las expresiones discriminatorias descalifican a los usuarios y los ponen en*

inferioridad de condiciones. Además, son cohibidos por el saber dominante, no escuchados en sus quejas concretas, ni interpretados con los códigos y las clasificaciones establecidos. (...) Predomina, así, la lógica de la productividad y de la reducción de costos, en la construcción del lenguaje institucional."[3]

La práctica de la tecnología en tierra, desconocida tanto para las mujeres del barrio como para los universitarios, otorgó la ventaja de una disminución de las barreras usualmente generadas por el conocimiento académico. Pese a una necesaria formación previa en el tema en tareas de investigación, cursos y pasantías, era evidente un necesario salto en el hacer, para poder responder a la demanda.

Para muchos también ésta fue la primera práctica "disciplinar", en la que los paradigmas aprehendidos fueron puestos en crisis, principalmente a partir de construir hábitat por fuera de las vías del mercado, que son en definitiva las bases paradigmáticas. Estas prácticas por fuera de ellas nos obligan a montar nuevos paradigmas que generen una transformación en las estructuras de producción de conocimiento, las cuales ya no podrán estar escindidas de la experiencia concreta ni de su localización.

El conocimiento debe ser puesto en práctica y reevaluado permanentemente, de otro modo carece de sentido. En medio de complejidades funcionales en que reflexionamos nuestra disciplina descubrimos la simpleza de un pueblo que es el nuestro y unido a la simpleza de la tierra: un nuevo desafío.

Proyectando hacia delante, nuestros ejes responderán necesariamente a las pequeñas lecciones de lo cotidiano frente a los grandes paradigmas del conocimiento.
Desde lo tecnológico se transmite en la valoración del proceso constructivo, en el que intervienen múltiples factores socioculturales por sobre el objeto construido. Otorgando a la "eficiencia" un nuevo significado que radique en un tiempo generador de vínculos y apropiación y no en la sistemática búsqueda de la disminución de este tiempo. Dentro de este criterio es importante rescatar que la valoración de la sustentabilidad ambiental primó por sobre la racionalización del tiempo y los costos, resignificando una vez más el concepto.

Como continuidad de la práctica pretendemos extender la experiencia en nuestro ámbito universitario intentando articular con cátedras e institutos de la facultad y generando nuevas jornadas con los estudiantes para la construcción del conocimiento. También planificamos trasladar la experiencia desde "la verdecita" al ámbito barrial a partir de mejoras o construcción de viviendas, donde se sumará como criterio de rescate cultural la valoración de otras tecnologías en tierra incorporadas en las tradiciones familiares.
Esto deberá ir acompañado de la búsqueda de una organización de autogestión y democratización fundamentales para "poder" hacer, y hacer "el poder" que permita un hábitat para todos.
Ponemos nuestro empeño en que esta alternativa se siga construyendo desde la interacción entre la Universidad y la Sociedad a la que pertenece, en un proceso de mutua transformación, desde donde pensar un hábitat sustentable, a partir de un conocimiento al servicio del pueblo en una "Universidad Pública con los pies en la tierra."

Citas y notas

1- DE PAULA FALEIROS, Vicente. *Estrategias de empowerment en trabajo social.* Grupo editorial Lumen Humanitas. Argentina. 2003. Página 71.
2- RODRIGUES, Silvio. *Debo partirme en dos.*
3- DE PAULA FALEIROS, Vicente. *Estrategias de empowerment en trabajo social.* Grupo editorial Lumen Humanitas. Argentina. 2003. Página 205.

IRU: Agrupación universitaria independiente de la Universidad Nacional Litoral (Santa Fe, Argentina). Conformada por graduados y estudiantes de la FADU – UNL, viene trabajando desde el año 2000 en política universitaria, siendo parte del consejo directivo de la FADU y en el Centro de Estudiantes.
A partir de 2003 emprendiendo tareas de extensión, investigación y transferencia en hábitat popular: primeras jornadas universitarias de hábitat Popular en el 2004; proyecto "la verdecita" desde inicios del 2004 a partir de tecnologías con suelo estabilizado; mejoramiento de viviendas en barrio San José en el año 2005.
Corrientes 2984 - 3000 – Santa Fe – Argentina
Tel. 0342-4599983
IRUnidos@groups.msn.com

Mariano Pautasso

Arquitecto egresado de la FADU – UNL en el año 2003. Consejero estudiantil de la FADU en el año 2002. Presidente del Centro de Estudiantes de la FADU en el año 2003.
Acompañamiento en el proyecto "La Chirola" de la Asociación Civil CANOA. Desarrollo de tesis de grado de vivienda social con tecnología de suelo estabilizado. Cursó la cátedra Interdisciplinaria de Vivienda Social FADU-UNL, UTN, Esc. Servicio Social, en el año 2004. Participó en las Terceras Jornadas de Arquitectura Social organizadas por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán y el Centro de Estudiantes, año 2004. Organizador de las Primeras Jornadas Universitarias de Hábitat Popular, CEAD - FADU, año 2004. Participó en la experiencia de mejoramiento de viviendas por autogestión en el barrio San José, año 2005. Participó en el Curso Introductorio de Construcción con Tierra, dictadas por la arquitecta Rosario Etchebarne, Paraná, año 2006. Actualmente, investigador en el proyecto del Ce.Co.Vi. de transferencia de tecnologías en tierra para aldeas rurales en El Nochero, Santa Fe.

María Julia Cavallero

Arquitecta egresada de la FADU – UNL en el año 2004. Consejera estudiantil de la FADU en el año 2004.
Participó en las Terceras Jornadas de Arquitectura Social organizadas por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán y el Centro de Estudiantes, año 2004. Organizadora de las Primeras Jornadas Universitarias de Hábitat Popular, CEAD - FADU, año 2004. Participó en la experiencia de mejoramiento de viviendas por autogestión en el barrio San José, año 2005.

Homero Ramirez

Arquitecto egresado de la FADU – UNL en el año 2006. Consejero estudiantil de la FADU en el año 2004.
Pasantías Docentes en Taller Introductorio de arquitectura y comunicación visual y Morfología 1, FADU – UNL.
Organizador de las Primeras Jornadas Universitarias de Hábitat Popular, FADU CEAD, año 2004. Participó en la experiencia de Mejoramiento de viviendas por autogestión en el barrio San José, año 2005. Participó de la organización de las Primeras Jornadas Universitarias de Hábitat Popular, FADU CEAD, año 2004. Participó en el Curso Introductorio de Construcción con Tierra, dictadas por la arquitecta Rosario Etchebarne, Paraná, año 2006.

Melisa Elizalde

Técnica Constructora Nacional, EIS UNL. Estudiante del ciclo superior de la FADU – UNL.
Consejera estudiantil de la FADU en el año 2005. Actualmente Presidente del Centro de Estudiantes de la FADU.
Organizador de las Primeras Jornadas Universitarias de Hábitat Popular, CEAD -FADU, año 2004. Cursó la cátedra Interdisciplinaria de Vivienda Social FADU-UNL, UTN, Esc. Servicio Social, en el año 2005.

Diego Mandile

Presidente del Centro de Estudiantes de la FADU, año 2005. Actualmente Consejero estudiantil de la FADU en el año 2006.
Participó en las Terceras Jornadas de Arquitectura Social organizadas por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán y la Secretaría de Derechos Humanos del Centro de Estudiantes, año 2004. Organizador de las Primeras Jornadas Universitarias de Hábitat Popular, FADU CEAD, año 2004. Cursó la cátedra Interdisciplinaria de Vivienda Social FADU-UNL, UTN, Esc. Servicio Social, en el año 2005. Participó en el Curso Introductorio de Construcción con Tierra, dictadas por la arquitecta Rosario Etchebarne, Paraná, año 2006.

Gabriela Polliotto

Arquitecta (UCSa. - 1995) - Profesor Universitario
Curso de postgrado Metodología de la Investigación Dr. Samaja
Maestría en Gestión Ambiental (tesis en curso)
Docente Facultad de Arquitectura y Urbanismo (UCSa.) desde 1995.
Línea de investigación: arquitectura sustentable y construcciones de tierra.
Participación en equipo interdisciplinario del I.S.C.A. en la realización de estudios preliminares y diagnóstico ambiental para la elaboración de nuevo Plan Regulador. Salta, 1996.-
Investigación y extensión universitaria:

- Proyecto Ecosol. Salta, 1996
- Proyecto de extensión universitaria Ecosol aprobado con financiamiento por el Ministerio de Educación de la Nación. 1996

Premios, menciones:

- Autora Barrio Ecosol, Rosario de Lerma, seleccionado para ser expuesto en XIX Congreso Mundial Arquitectos, Barcelona '96, en Foro "Arquitectura del Ambiente"
- Autora Proyecto de Extensión Universitaria Ecosol (1º Etapa) aprobado con financiamiento en Concurso de Extensión Universitaria del Ministerio de Educación de la Nación y el Gobierno de la provincia de Buenos Aires. 1996
- Finalista, con el Proyecto Ecosol, en la categoría de mejores prácticas en vivienda social de los últimos 10 años, en la IV Bienal Iberoamericana de Arquitectura. Lima, 2004
- Finalista, con el Proyecto Ecosol, en el Concurso Eco Hábitat para la Conferencia de Ecomateriales. Cuba, 2005

Fernando Galindez

Ingeniero en construcciones (UNSa. - 1987) - Profesor Universitario
Curso de postgrado de Metodología de la Investigación Dr. Juan Samaja
Docente e investigador Facultad de Arquitectura y Urbanismo (Universidad Católica de Salta) desde 1990.
Línea de investigación: tecnología en construcciones de tierra.
Investigación y extensión universitaria:

- Proyecto Ecosol, Rosario de Lerma. Salta, 1996
- Proyecto de extensión universitaria Ecosol (1º etapa) aprobado con financiamiento por el Ministerio de Educación de la Nación. 1996
- Aportes a la tecnología para la fabricación de BTC. 2005

Premios y menciones:

- Autor Barrio Ecosol, Rosario de Lerma, seleccionado para ser expuesto en el XIX Congreso Mundial de Arquitectos, Barcelona '96, en el Foro "Arquitectura del Ambiente"
- Autor Proyecto de Extensión Universitaria Ecosol (1º Etapa) aprobado con financiamiento en el Concurso de Extensión Universitaria convocado por el Ministerio de Educación de la Nación y el Gobierno de la provincia de Buenos Aires. 1996
- Finalista, con el Proyecto Ecosol, en la categoría de mejores prácticas en vivienda social de los últimos 10 años, en la IV Bienal Iberoamericana de Arquitectura. Lima, 2004
- Finalista, con el Proyecto Ecosol, en el Concurso Eco Hábitat para la Conferencia de Ecomateriales. Cuba, 2005

7.7

UNA DÉCADA EN LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCIÓN EN TIERRA CRUDA

Gabriela Polliotto*, Fernando Galíndez*
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Católica de Salta
Av. Entre Ríos 451 – Planta Alta – Tel. Fax: 0387-4214537
gpestudio@uolsinectis.com.ar; ecosol@ucasal.net

Palabras clave: docencia – tierra cruda - sustentabilidad

Resumen
El objetivo fundamental de este trabajo es evaluar el impacto producido por la cátedra Materiales y Técnicas Regionales, tanto a nivel académico como comunitario.
Cada año, un número importante de alumnos, se acerca a la apasionante experiencia de los materiales regionales y la arquitectura sustentable, dos conceptos que se vinculan permanentemente en la enseñanza de la materia.
El aprendizaje es abordado desde la concepción pedagógica del aprendizaje significativo, arribando a los conocimientos desde la práctica.
Los alumnos se enfrentan todos los años a un problema técnico diferente en relación a algún elemento integrante de la construcción en tierra cruda, tratando de despertar el espíritu investigativo.
La complejidad de los temas ha variado en el curso de esta década y se ha enriquecido con el aporte de nuevas experiencias extracurriculares que nos han permitido llevar a cabo con nuestros alumnos, en primer lugar y con el medio, en segundo, una transferencia tecnológica importante y salir a la comunidad, a través de pequeños o ambiciosos proyectos donde la tierra cruda es el material elegido y la sustentabilidad la base de la concepción de los proyectos.
Desde el punto de vista de la capacitación profesional, se han realizado dos experiencias importantes.
La primera, una experiencia de autoconstrucción asistida desarrollada en el Barrio Ecosol (proyecto ambiental sustentable en tierra cruda) en Rosario de Lerma, de la que participaron no sólo profesionales para la capacitación y asistencia técnica, sino también alumnos de Arquitectura y Servicio Social como actividad extracurricular.
La segunda, de menor envergadura que la anterior pero con un alto impacto social porque se realizó en vistas a repetir la experiencia Ecosol, fue la capacitación en autoconstrucción con BTC para la comunidad de Puesto Viejo, financiado por la Fundación Minetti. El objetivo principal del curso fue la capacitación de la comunidad en forma previa al inicio de la construcción de las viviendas en tierra cruda, caso contrario a lo ocurrido en Ecosol, donde debido a la premura con que comenzaron las obras, la capacitación debió ser simultánea.
En el 2005, se construyó un horno ecológico en adobe tradicional para una institución de niños discapacitados, destacándose su carácter solidario (tanto materiales como mano de obra fueron aporte desinteresado de los propios alumnos).
Capacitación académica y profesional se conjugan en estas experiencias que tienen como marco una cátedra que no forma parte de la currícula obligatoria pero que en los últimos años ha empezado a dar sus frutos en el interés por la tierra cruda. Cada año, dos o tres alumnos, entre aquellos que cursaron Materiales Regionales, elige para su tesis un proyecto en tierra cruda, enfrentándose a la resistencia del tribunal de Tesis, en defensa de una alternativa económica y sustentable.

Desarrollo

PUNTAPIE INICIAL
PROYECTO ECOSOL: DOCENCIA, INVESTIGACION Y EXTENSION
ECOSOL es un proyecto ambiental y sustentable que nace en la cátedra de Materiales y Técnicas Regionales de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Salta en 1.995, de la mano de la Arq. Gabriela Polliotto y el Ing. Fernando Galíndez.
Primero fue una simple práctica con los alumnos, que fue tomando forma en un proyecto integral que en 1.996 fue presentado en la selección de proyectos que organizara la Facultad Latinoamericana de Ciencias Ambientales (FLACAM) para participar del XIX Congreso Mundial de Arquitectos en Barcelona (España), obteniendo una plaza para su participación en el mismo, en la muestra América, Europa, Arquitectura y Ambiente. Por su parte, la Municipalidad de Rosario de Lerma, interesada en el proyecto, gestionaba fondos para su financiamiento y apoyaba el desarrollo del mismo.
En 1.997 vuelve a participar de otro concurso, en este caso de Extensión Universitaria a nivel nacional, organizado por el Ministerio de Educación de la Nación y el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, obteniendo la categoría de Aprobado con Financiamiento, para una primera etapa de diez viviendas del total de sesenta del proyecto original, para el desarrollo técnico profesional. En esta etapa, por invitación de los autores se suma al proyecto la Lic. Dolores Maxwell a cargo del área social, bajo la dirección del Ing. Galíndez y la Arq. Polliotto. En áreas específicas de lombricultura y cría de animales de granja se suman al equipo multidisciplinario, el Ing. Agrónomo Carlos Herrando y la Bióloga Mariana Goytia, respectivamente.
A partir de este momento y casi simultáneamente con la efectivización del citado subsidio, empiezan a concretarse los trámites con el Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda, para conseguir el financiamiento de la obra y se firma un convenio entre el Gobierno de la Provincia de Salta, que a través del IPDUV financia los materiales y los terrenos, la Municipalidad de Rosario de Lerma, que aporta las maquinarias y equipos necesarios para el desarrollo de la obra y la Universidad Católica de Salta que se compromete a desarrollar el proyecto en la faz técnico profesional a través de la Cátedra de Materiales y Técnicas Regionales de la Facultad de Arquitectura, a cargo de los autores intelectuales del proyecto, con la colaboración de la Cátedra de Práctica Preprofesional de la Escuela de Servicio Social, a cargo de la Lic. Maxwell.
A fines de 1.997 se lanza la inscripción de los beneficiarios de este Programa que contaría con características especiales de diseño bioclimático y de ejecución ya que se desarrollaría por autoconstrucción. Es por ello que previo a la inscripción de los interesados se realizan reuniones informativas con el equipo profesional. A principios del año 1.998 el equipo de Servicio Social, realiza la primera selección de los beneficiarios según un perfil definido con anterioridad por los autores: desocupación u ocupación temporaria, extracción agrícola, susceptibles de migración.
En abril de 1.998 se inicia la obra. Las tareas de replanteo y construcción de las viviendas la llevan a cabo los mismos beneficiarios con el apoyo técnico no sólo de los profesionales sino también de los alumnos de Arquitectura, cuya colaboración fue de gran importancia en la capacitación de la gente en técnicas básicas de construcción. Por su parte los alumnos de la Escuela de Servicio Social organizaban a la gente no sólo para los trabajos de construcción y cultivo de la huerta, sino también para la formación de su propio centro comunitario.
La capacitación de las familias beneficiarias del programa estuvo dirigida por el equipo profesional, sin embargo se desarrolló un importante trabajo de campo por parte de los alumnos de Arquitectura en cuanto al apoyo diario de acompañamiento y asistencia en la autoconstrucción, habida cuenta que la mayoría de los beneficiarios no tenían conocimiento alguno de construcción y que ninguno de los ítems de la obra (salvo las instalaciones complementarias) fueron realizados por personal capacitado ajeno a cada una de las familias.

Paralelamente se realizaba el acompañamiento social, sin el cual la concreción de este proyecto no hubiera sido posible. Al igual que en el caso específico de la obra, los alumnos de Servicio Social asistían a las familias en forma permanente.



Fig. 1: Fabricación de bloques de suelo cemento y armado de estructura de madera para cubierta (Bº Ecosol – 1998)

A partir de la organización de los primeros grupos de trabajo se aplicó una metodología participativa. Una de las primeras dificultades encontradas fue la escasa práctica de participación del grupo. Por ello en una primera instancia se trabajó con diferentes técnicas de dinámica de grupos a fin de incentivar dicha participación. La forma de implementarla fue

trabajar en pequeños grupos y asambleas buscando la integración a la tarea, de las mujeres y los jóvenes dada la sobrevaloración de la presencia del hombre.
La metodología para la capacitación fue la siguiente, en un primer momento y teniendo en cuenta que sólo 5 ó 6 personas del total de 60 familias beneficiarias tenía conocimientos de construcción (tradicional) se organizaban talleres en los cuales se comenzó a enseñar a la gente las diferentes técnicas involucradas en cada una de las etapas de la obra, en forma simultánea a la construcción de la vivienda. La idea originaria de realizar la capacitación en forma previa al inicio de la obra, no fue posible debido a la premura con que se concretaron las gestiones y se dispusieron los fondos para el proyecto.



Fig. 2: Vistas de una de las viviendas terminadas (Barrio Ecosol – 1999)

Por tratarse de un proyecto en tierra cruda se hizo hincapié en aquellas tareas específicas de la construcción con este material, sobre todo teniendo en cuenta que ni aún los albañiles pertenecientes a estas familias tenían demasiado conocimiento acerca del adobe, menos aun del suelo cemento comprimido. La etapa más difícil, sin duda fue el comienzo, la fabricación de los bloques de suelo cemento comprimidos, hasta adquirir la práctica suficiente en tareas claves como la correcta dosificación del agua de mezclado, la cantidad justa de tierra en la máquina para que la presión ejercida fuera la correcta, el desmolde para que no se rompan y fundamentalmente el curado de los bloques. Otro item que requirió especial cuidado fue la cubierta, también en tierra cruda estabilizada con cemento y con una triple aislación hidrófuga. El diseño de los techos (a tres aguas) agregó cierta dificultad a la resolución de los encuentros. Sin embargo, a esta altura de la obra, las familias se hallaban bastante organizadas y por propia voluntad comenzaron a formarse algunos grupos de ayuda mutua entre vecinos cercanos. También fue el caso de las mujeres solas jefas de hogar.
Paralelamente se aplicaron subproyectos destinados a la integración de mujeres y adolescentes capacitándolos directamente en implementación de una huerta orgánica y en la fabricación de dulces y conservas caseros, privilegiando la enseñanza activa de transferencia de tecnologías.
Hoy, podemos decir que aquel sueño que se gestó en la cátedra de Materiales Regionales, se ha convertido en una realidad. ECOSOL es lo que fue ayer en el origen de su nombre, casa y sol, hogar y unidad productiva, energía limpia y renovable, un pequeño granito de arena en pos del desarrollo sustentable.

EXPERIENCIA COMUNITARIA
PROYECTO PUESTO VIEJO: CAPACITACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TECNICO Y SOCIAL

PRIMERA ETAPA: CAPACITACION
En virtud de la experiencia cercana de ECOSOL la Fundación Minetti , a través de su planta de producción de cemento ubicada en Puesto Viejo – Jujuy, convoca en el 2001 al equipo técnico y social de la Universidad Católica de Salta para llevar a cabo la capacitación en técnicas de construcción con suelo cemento de un grupo de aproximadamente 30 familias de escasos recursos, que habían iniciado ya los trámites en el Instituto Provincial de Vivienda de Jujuy para el financiamiento de sus viviendas a través de una operatoria especial de autoconstrucción.
Teniendo en cuenta el déficit de vivienda que existe hoy en día en el país y la falta de oportunidades de acceder a un plan de viviendas del Estado de numerosas familias que no cuentan con los recursos suficientes o, debido a la falta de un trabajo estable no pueden acceder a los mismos, la posibilidad de capacitarse en técnicas de autoconstrucción les brinda una herramienta adicional, ya que les permite, a través de los conocimientos adquiridos mediante la capacitación, construir ellos mismos sus viviendas, con el consiguiente ahorro en el costo de la mano de obra. Si a esto le sumamos que la materia prima con la que construirán sus casas, tanto paredes como techo, es la misma tierra del lugar, que no tiene ningún costo, salvo el pequeño porcentaje de cemento con que se estabilizan los bloques (que en este caso sería subsidiado por Minetti), ya las condiciones de imposibilidad de estas familias de tener una vivienda propia digna, comienzan a disminuir.
Por otro lado, podemos decir que de esta manera, a través de la utilización de materiales del lugar, que en su fabricación no utilizan energías no renovables ni contaminan, estamos contribuyendo de alguna manera con el cuidado del medio ambiente, sin hablar del ahorro en el costo final de la construcción, tanto en material como en mano de obra, sin disminuir por ello la calidad ni la estética de la misma, ya que se utilizan materiales de bajo costo pero de excelentes condiciones térmicas, lo que permite ganar en amplitud de espacios interiores y habitabilidad.

De manera adicional la capacitación podría contribuir a mejorar sus oportunidades ocupacionales y lograr su inserción en el mercado, a través de una actividad alternativa.
El grupo beneficiario de la capacitación, al igual que en el caso de ECOSOL, no era un grupo homogéneo en cuanto a sus conocimientos de construcción, por cierto nulos en muchos de los casos.
El proyecto planteaba una capacitación de 5 meses de duración, con una frecuencia semanal, los días sábado por la tarde, debido a las obligaciones laborales tanto de los profesionales a cargo como de los propios beneficiarios.
La modalidad del curso fue teórico práctica. Al comienzo de la jornada se daba una clase teórica en el salón del cine de Puesto Viejo, con el apoyo de imágenes para que resultara más comprensible, pero con una duración de no más de 1 hora, tras la cual continuaba la actividad directamente en el campo. La propuesta de los docentes para este curso en particular fue la construcción de una habitación de aproximadamente 12m2 que después, los propios beneficiarios del programa en conjunto con la Fundación Minetti, decidirían el destino. De esta manera, una vez expuestos los fundamentos teóricos necesarios, la tarea más importante era el propio trabajo de construcción en el campo, en un lugar que la Fundación había conseguido de la Comisión Municipal, a la cual se le devolvería el fruto del trabajo práctico del curso: la habitación que finalmente decidieron destinar a biblioteca municipal.
Los beneficiarios fueron alrededor de 40 personas, entre las que se contaban hombres, mujeres y adolescentes de ambos sexos.
Los comienzos fueron difíciles por varias razones pero fundamentalmente por la falta de compromiso de los propios beneficiarios. Sin embargo, una vez iniciado el trabajo en el campo, las familias se fueron integrando al trabajo del equipo.
El programa de capacitación, debido al propósito fundamental de la capacitación de aplicar los conocimientos adquiridos en una construcción real, incluyó desde la fabricación de los bloques de suelo cemento comprimido, pasando por ítems de la obra iguales o similares a los de la construcción tradicional (estructura, mampostería, contrapisos, revoques, colocación de carpintería), para terminar con la cubierta, también en tierra cruda, en este caso específico, de suelo cemento con una impermeabilización de pintura elastomérica color teja.
También se experimentó con técnicas de impermeabilización de los bloques con agua de tuna, ya que los mismos hacia el exterior se dejaron a la vista.



Fig. 3: Obra terminada curso de capacitación Puesto Viejo - 2001

SEGUNDA ETAPA: ACOMPAÑAMIENTO Y DIRECCION TECNICA

Con el transcurso del tiempo la Comisión Pro Vivienda gestada entre los beneficiarios de este curso de capacitación, siguió trabajando en pos de lograr el objetivo de concretar la construcción de sus propias viviendas a través de una operatoria de financiamiento de los materiales por parte del IPV de Jujuy y el aporte de mano de obra de las propias familias, obteniendo importantes resultados, como la donación de los terrenos por parte de la Comisión Municipal.

Es el momento en que la Fundación Minetti vuelve a convocarnos para el acompañamiento y asesoramiento técnico en esta etapa de las gestiones y posterior dirección técnica de la obra.

Dadas las características del grupo de futuros beneficiarios y de los conflictos y dificultades, sobre todo en cuanto a participación y organización, planteadas por los facilitadores del Proyecto, la idea de apoyo del mismo debió ser analizada con mayor profundidad a partir de técnicas y desarrollos que permitieron alcanzar un juicio acerca de su debilidad, de su factibilidad y de la viabilidad práctica de su implementación.

Por iniciativa del equipo técnico, se propuso a la Fundación Minetti realizar un diagnóstico preliminar, que conforme a un cuadro de situación, permitiera apreciar su valor, su significación y prioridad o sea los beneficios de implementación del mismo, de ser posible también llegar a una pre-figuración del Proyecto en proceso y sus resultados hipotéticos, de modo de poder estimar aproximadamente sus costos en recursos humanos, materiales, económicos, los tiempos necesarios para obtener resultados intermedios y finales y los riesgos previsibles de suspensión o deformación del proyecto en el lapso de implementación.

En definitiva, lo que se buscó en esta instancia era analizar la idea desde la perspectiva de los beneficiarios, sus necesidades y los canales de participación de la comunidad.

Se trató de evaluar la importancia absoluta y relativa del problema, las condiciones determinantes internas y externas de su existencia, sus interconexiones con otros aspectos o problemas que afectaban a la población o a su contexto, sus potencialidades y restricciones y aquellos actores sociales concretos que podrían o deberían hacer aportes específicos para encaminarse hacia la solución del problema.

ACCIONES

Las acciones desarrolladas para lograr el objetivo de este diagnóstico fueron las siguientes:

- Contacto directo con la población a la que va dirigida la idea del proyecto.
- Entrevistas en terreno con todos los actores sociales efectiva y potencialmente involucrados o significativamente relacionados.
- Construcción de espacios de integración y comunicación entre los diferentes actores sociales involucrados en la construcción del proyecto (población beneficiaria, organizaciones de la comunidad, equipo de gestión, etc.)
- Acompañamiento a la Comisión Directiva en las gestiones con el I.V.U.J.
- Reuniones técnicas con el I.V.U.J.
- Reuniones con los responsables del Programa de Desarrollo Comunitario – Planta Puesto Viejo del Grupo Minetti.

TECNICAS

- Recopilación y estudio de información documental disponible.
- Sondeos exploratorios – Aplicación de un proceso de consulta.
- Charlas informativas.
- Entrevistas a informantes individuales
- Entrevistas grupales.
- Talleres de participación.
- Paneles de discusión.
- F.O.D.A.

La duración de esta etapa de diagnóstico fue de 3 meses (aproximadamente 200 hs. de trabajo de campo y gabinete), con una modalidad similar a la del curso de capacitación, ya que se trabajaba los días sábado, de 3 a 4 horas, salvo las reuniones con el I.V.U.J. que se desarrollaron todas en días de semana. Al igual que en los casos anteriores, el equipo técnico estuvo permanentemente acompañado por un equipo social.
La etapa siguiente del proyecto, la capacitación propiamente dicha (sobre todo a las familias que no habían participado del primer curso de capacitación) y la asistencia técnica durante la obra, se plantea como una necesidad a fin de asegurar el éxito del proyecto, a partir de la firma de los convenios con el IVUJ para la financiación de los materiales para la autoconstrucción de 37 viviendas en Puesto Viejo, ya que gran parte de los beneficiarios no tenía conocimientos específicos de construcción, además de contar en el grupo con varias mujeres jefas de hogar.
Capacitación:
En cuanto a la capacitación se plantea absolutamente ligada al desarrollo real de la obra, coordinando cada uno de los items de la misma con las entregas de materiales que realice el IVUJ, de manera tal que cada conocimiento adquirido pueda ser volcado en la construcción de la propia vivienda, según el criterio de “aprender haciendo".
Asistencia técnica y social:
El acompañamiento al grupo aparece como un elemento de vital importancia para asegurar el cumplimiento de los objetivos de la capacitación y por tanto el éxito del proyecto, no sólo en el aspecto técnico, a través de una asistencia continua durante el desarrollo de la obra, sino también social. A pesar de firmarse los convenios con el Instituto de Vivienda de manera individual, era un proyecto del grupo y el avance de la obra debía ser parejo, de manera de asegurar la entrega de materiales por parte del IVUJ. Esto imponía la necesidad de fortalecer al grupo y trabajar conjuntamente el aspecto técnico y social y no de manera aislada.
Lamentablemente el proyecto de capacitación y asistencia técnica no llegó a concretarse en su totalidad. Sólo se llegó a la etapa de diagnóstico en la que se presentaron conclusiones importantes y se identificaron dificultades que hacían peligrar el éxito del emprendimiento (situación que finalmente se confirmó, ya que al día de la fecha, no hubo más avances del grupo beneficiario al respecto)

CONCURSOS
PROYECTO HORNERO
En el año 2001 la Cátedra de Materiales y Técnicas Regionales decide cambiar la metodología de trabajo para el período lectivo respectivo, en virtud de tomar conocimiento del II Concurso Nacional de Ideas convocado por la Revista Vivienda Joven, que en aquella oportunidad planteaba una intervención urbana y arquitectónica en un área cuyana de frontera (Agua Negra – San Juan). El tema del Concurso era el diseño de un asentamiento urbano de 50 viviendas rurales y un prototipo de vivienda rural, en el que se debía plantear una estrategia de subsistencia y de desarrollo para una comunidad andina de frontera, dotándola de una serie de servicios capaces de atender las necesidades básicas de su población.
Se propuso entonces a los alumnos inscriptos en la materia, realizar un proyecto en tierra cruda como parte de la evaluación final y presentarlo en el citado concurso. Se formaron grupos de trabajo entre los alumnos, según las bases establecidas en la convocatoria del concurso y se comenzó con los proyectos, aclarando que, si bien el desarrollo del proyecto sería la evaluación final de la materia, la participación en el mencionado concurso y el envío del material serían absolutamente voluntarios. Llegado el momento del cierre del Concurso, tres grupos estaban en condiciones reales de enviar sus propuestas y así lo hicieron, con la satisfacción de haber obtenido uno de ellos (el grupo Hornero: María Marta Acín Baldi, Paola Fernández y Leonardo Rodríguez) una Mención Especial de entre los 235 trabajos presentados ese año de diferentes Facultades de Arquitectura del país.

SOLIDARIDAD
PROYECTO HIRPACE: HORNO DE BARRO

Como parte de la práctica habitual de obra de la Cátedra de Materiales y Técnicas Regionales, en el año lectivo 2005 se llevó a cabo un trabajo diferente al de años anteriores.

A pedido de los propios alumnos cursantes de la materia, se planteó la idea de desarrollar, en lugar de un muro de adobe o una cubierta de torta de barro, alguna construcción con un uso específico. Es así que surge la idea de hacer un horno de barro "económico" o "ecológico". Para la localización del mismo, se planteó, en primera instancia, un espacio dentro del predio de la Universidad, aunque finalmente, y en consenso con los alumnos, se decidió que el mismo se realizara en algún lugar donde realmente se necesitara y se le diera el uso que, en la Universidad, no tendría. A pedido de uno de los alumnos de la cátedra, se definió como lugar apropiado para el mismo la sede de HIRPACE (Hogar Instituto de Rehabilitación del Paralítico Cerebral), teniendo en cuenta el interés manifestado al respecto por la Comisión Directiva de dicha Institución. De esta manera el trabajo, se convertiría en algo más que una simple práctica de obra, para transformarse en un trabajo de extensión universitaria, completando de esta manera, los tres postulados básicos de la Universidad Católica: docencia, investigación y extensión universitaria.



Fig. 4: Horno de barro terminado (HIRPACE – Salta – 2005)

El trabajo comenzó, como todos los años, en el sitio habitual, dentro del campus, donde todos los años se hace barro, para los adobes, el revoque o la torta de la cubierta, pero este año el objetivo era diferente, ya que el ambicioso proyecto de hacer el horno, requería cerca de 120 adobes, lo cual hizo necesario mucho esfuerzo y trabajo, en el campo primero y en la obra después. Cumplida la etapa de fabricación de los mampuestos y transcurridos los días necesarios para el secado de los mismos, llegó el momento esperado de la obra, lo cual requería, como paso previo, organizar el traslado de adobes, herramientas y algunos materiales, poniendo los alumnos a disposición sus vehículos particulares. También fue

necesario comprometer la ayuda de personas idóneas para tareas específicas, como la de herrería. En esta etapa fue muy importante la colaboración del Sr. Ernesto Suárez (padre de una ex alumna de la Cátedra) que donó las parrillas y la tapa del horno (incluyendo material y mano de obra) y en general, de cada uno de los alumnos, que aportaron además de su tiempo, herramientas personales, materiales y dinero para algunas compras menores, poniendo de manifiesto su espíritu solidario.

Realizado el traslado, comienza la obra, dentro del terreno de HIRPACE. Para llevar a cabo esta tarea se trabajó con los alumnos durante tres semanas, no sólo los días de clase (martes y jueves) sino también los sábados, destacándose, en este sentido, el compromiso de los alumnos con la tarea y la responsabilidad asumida con la Institución.

Definida la ubicación del horno, en función de la cercanía a la cocina de la Institución y a la posibilidad de cocinar aún en los días de lluvia, se seleccionó el espacio más apropiado (directamente conectado a una galería) y se comenzó el replanteo. Se hizo una base de Hormigón sobre la cual asentar el horno y se comenzó con las paredes del mismo. Se construyó la parrilla para el fogón, se colocó el tambor de 200 litros, se realizaron las cimbras para la bóveda, con ramas verdes de árboles del mismo predio y se comenzó con la bóveda, al tiempo que se cerraban la pared posterior y anterior del horno. Finalmente se revocaron las paredes con un bolseado de suelo cal.

El balance que se puede hacer de la experiencia, tanto para la cátedra como para los alumnos, es altamente positivo, ya que además del conocimiento adquirido de los materiales regionales y su aplicación concreta en obra (contenidos conceptuales), se pudieron evaluar, contenidos procedimentales y actitudinales. Es digno de destacar, además, que el grupo ha realizado un verdadero trabajo en equipo, sin el cual difícilmente se habría llegado a un resultado satisfactorio, lo cual pone de manifiesto que cuando existe la motivación en los alumnos, se pueden alcanzar logros que van mucho más allá, inclusive de los esperados por los propios docentes.

7.8

ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Rubén Salvador Roux Gutiérrez - José Adán Espuna Mújica
Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez - Carlos Alberto Fuentes Pérez*
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Unidad Académica de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Centro Universitario, Tampico-Madero; Tampico, Tamaulipas. MÉXICO
Tel/Fax: 833 2 27 28 28. E-mail: cfuentes@uat.edu.mx

Palabras clave: Educación Superior - Tierra

Resumen
La tierra, como magnífico elemento de construcción no tóxico y reciclable totalmente, es el mejor, y muchas veces el único material con que cuentan ciertos pueblos o grupos humanos para acceder a una vivienda. Hay que analizar cuantos recursos económicos pueden ahorrarse si la Educación Superior presta debida atención a las formas tradicionales, lógicas y naturales con que se han movido los hombres a lo largo de los años para imponer su hábitat.
Desde hace 10.000 años los hombres construyen ciudades. La arquitectura de tierra, fue, y sigue siendo, uno de los principales materiales de construcción. Es así que, hoy en día, más de un tercio de la población humana vive en hábitat de tierra.

Pero, la Educación Superior en las Escuelas de Arquitectura en México esta inmersa en su propia angustia porque sigue produciendo Arquitectos que no tienen trabajo y entonces van a enseñar a la Universidad a otros Arquitectos que tampoco tendrán trabajo. La tecnología de la Arquitectura de Tierra en México está en crisis porque ha perdido el tren de la modernización y no puede recuperarlo para ayudar a la tarea formar profesionistas de calidad medioambiental.

México de las 190 Escuelas de Arquitectura que existen, ninguna incluye alguna materia sobre Arquitectura de Tierra, por otra parte los Programas de Postgrado en algunos caso tocan el tema de manera muy ágil, tal es el caso de los Programas de de Maestrías en Restauración y Diplomados de Arquitectura medioambiental.

Introducción

La arquitectura de tierra es importante en todos los países Iberoamericanos, por que representa la tradición constructiva de los pueblos y por su trascendencia ecológica al ser una arquitectura sostenible, sin embargo esta penetración no se refleja en los programas académicos de la Carrera de Arquitecto en México.

A la par México ha firmado acuerdos internacionales que tienen por objetivo mejorar la situación ambiental. Como lo es, el Protocolo de Montreal, firmado en 1987, se refiere a las sustancias que agotan la capa de ozono. Este convenio obliga a tomar medidas adecuadas para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos derivados de acciones humanas que modifican la capa de ozono. México también firmó el Protocolo de Kyoto, establecido en 1997. Este tratado internacional tiene como objetivo principal lograr que para 2008–2012 los países desarrollados reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero a 5% menos del nivel de emisiones de 1990 con lo cual se controlaría el cambio climático.

Es reconocido que ha habido un incremento de bióxido de carbono en la atmósfera durante los últimos 100 años. El bióxido de carbono es el que absorbe el calor de la superficie de la Tierra, disminuyendo el escape de calor de la superficie de la Tierra hacia el espacio. Esto es lo que se llama Efecto Invernadero. Este incremento en bióxido de carbono (CO_2) ha sido relacionado en parte a las actividades humanas,

tales como la manufactura de materiales de construcción y quema de grandes áreas de bosques.
La eliminación de emisiones, que pueden ser absorbidas por el medio ambiente genera así, un nuevo ciclo de vida. En el caso de que el medio ambiente no tenga la capacidad natural de absorber todas las emisiones, se transforman estas en un elemento tóxico y por lo tanto es un factor contaminante del hábitat natural.

Al mismo tiempo se entiende que el desarrollo sostenible debe plantearse a partir de tres aspectos fundamentales: ecológicos, sociales y económicos. Cada uno de estos pilares debe ser tratado para alcanzar un verdadero desarrollo sostenible. En este sentido, el estudio de los temas que deben conducir a un mundo más sostenible pasa por el análisis de cada pilar en particular y de su interrelación.

En el ámbito ecológico, es crucial un análisis de riesgo e impacto ambiental para determinar el resultado de las acciones emprendidas en el medio natural, así como el avance en temas energéticos, de residuos o de materiales. En el aspecto social, el desarrollo de políticas sostenibles implica la producción normativa en materia ambiental, así como la divulgación y sensibilización de los nuevos retos ambientales. De la misma forma, en el aspecto económico, se hace necesaria una disciplina que analice las relaciones que se establecen entre las necesidades económicas y las ambientales.
El concepto de desarrollo sostenible se relaciona con el informe, Brutland, documento presentado en 1987 a Naciones Unidas, por una comisión encabezada por Gro Harlem Brundland, primera Ministra noruega, con el título, nuestro futuro común. En este trabajo se define por primera vez el desarrollo como: el desarrollo que responde a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.
Pero en la actualidad, la edificación es responsable de aproximadamente el 20% de energía utilizada y de las emisiones de CO_2 a la atmósfera como se aprecia en la siguiente tabla. Se caracteriza por producir emisiones tóxicas como el CO_2 es la principal, entre otros contaminates al medio ambiente, causando efectos totalmente negativos sobre el hábitat natural del hombre, o cambios comprobados del efecto comportamiento climático planetario, destrucción de ecosistemas naturales por medio de la polución, entre otros.

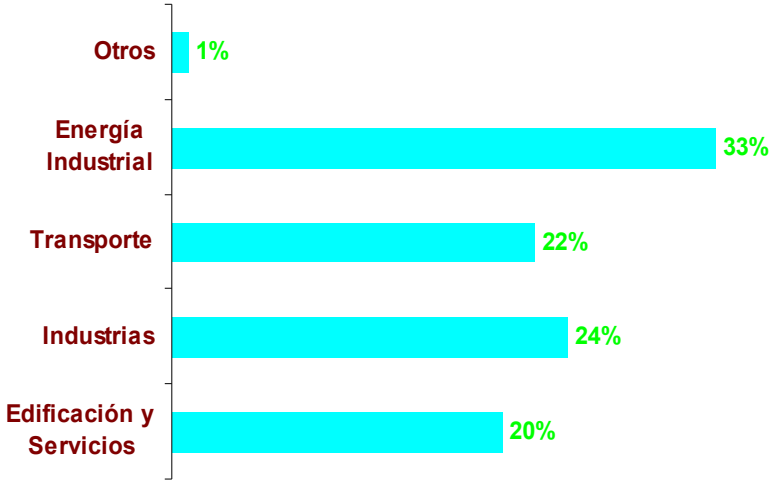


Tabla 1 Fuentes de emisión de CO_2 según áreas de uso y consumo
Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.

Algunos de los materiales de la construcción analizados, se caracterizan por tener un alto grado de industrialización, como el PVC, cobre, vidrio y el acero, que son los que se utilizan normalmente en la construcción en México, y también se analizan materiales considerados como tradicionales y de bajo nivel de industrialización, como la madera, ladrillos comunes y el adobe, y se ha demostrado que estos últimos son los que ocasionan menos efectos negativos sobre el medio ambiente.

Por lo tanto, no se trata solamente de una cosmética ecológica o de una voluntad ahorrativa, sino de construcciones que permiten contribuir al mejoramiento ecológico y al mismo tiempo un beneficio económico con efectos duraderos.

El reconocimiento de esta realidad obliga a reflexionar, desde la óptica de la Educación Superior del Arquitecto, sobre nuevos métodos y nuevas estrategias que permitan renovar la cultura espacial y social. Esto implica renovar toda la filosofía de planificación y rehabilitación apoyándose en una Arquitectura de Tierra.

Por otro lado en México, la dificultad de la Arquitectura es profesional, no disciplinar; estructural, no superestructural. La gente pobre no tiene vivienda ni otros espacios necesarios, y los arquitectos no tienen trabajo.

Así la Educación Superior en las Escuelas de Arquitectura en México esta inmersa en su propia angustia porque sigue produciendo Arquitectos que no tienen trabajo ni educación medioambiental y entonces van a enseñar a la Universidad a otros Arquitectos que tampoco tendrán trabajo. La tecnología de la Arquitectura de Tierra está en desequilibrio porque ha perdido el tren de la modernización y no puede recuperarlo para ayudar a la tarea de una construcción sostenible.
La enseñanza y práctica de la Arquitectura han sido modificadas a través del tiempo por circunstancias políticas, económicas, sociales, culturales, tecnológicas y otras; las mismas, han modelado a los objetos arquitectónicos del pasado y del presente. Estos objetos, producto de la Arquitectura vernácula y profesionalizada, conforman el tejido rural y urbano de México.
El arquitecto sale de la universidad con escasa profundidad de conocimientos de desarrollo sostenible en las diferentes especialidades que su tarea ha de comportar.

Sale convencido de que pertenece a una élite, que tiene el papel importante y representativo en la sociedad y que pertenecer a ella implica trabajar desde el principio en la situación de mando y sin grados intermedios de aprendizaje. Se debe por el contrario realizar una adecuación del Arquitecto a las estructuras reales, actuales y, mejor todavía, inmediatamente futuras, de la sociedad en que toca vivir, con una mentalidad medioambiental.

> “Todo esto no puede ser, naturalmente, un esfuerzo reformador aislado. Se trata de un solo aspecto de una reforma general universitaria. Pero también la reforma universitaria es solamente una parte de una general reforma social. Como dice Ángel Latorre en Universidad y Sociedad: “Nuestra sociedad no está atrasada en el terreno económico, social y ecológico porque esté atrasada nuestra educación, como se dice a veces. Es nuestra educación la que está atrasada por que lo está la sociedad a la que sirve. Nadie debe de creer que se puede modificar realmente una sin modificar la otra. Las dos están íntimamente vinculadas, que toda reforma afecta por igual a ambas”. Por lo tanto, la reforma universitaria a de ir condicionada por una reforma socio-política general, pero puede también servir de muestra y de síntoma, incluso para diagnosticar aquella reforma más general.” (Bohigas Oriol, 1995; 155).

El cambio sostenible de las Escuelas de Arquitectura en México afecta directamente a la vida de la gente y a la vida de los Arquitectos, que también son gente, claro. Por eso, es un cambio estructural y profesional. Afecta sólo, en último término, a la disciplina misma.

La Arquitectura social de México no puede seguir ese camino ni el Arquitecto debe seguir pensando que lo que es bueno para un país desarrollado también lo es para el nuestro. Debemos asumir nuestra dificultad, que es una realidad ecológica, social y económica, y dentro de ella demostrar en la obra social la capacidad para crear obra mexicana para los mexicanos con un desarrollo sostenible.

En México se debe manejar una educación formal y otra de tipo no formal con respecto a la Arquitectura de Tierra; proponer también que se cambien los Programas de Educación Superior y se trate de incidir en todos los sectores, considerando la necesidad de particularizar en cada caso según los intereses específicos de cada grupo social en particular.

De todo lo antedicho sobre la arquitectura de tierra, en México de las 190 Escuelas de Arquitectura que existen, ninguna incluye alguna materia sobre Construcción con Tierra, por otra parte los Programas de Postgrado en algunos caso tocan el tema de manera muy ligera, tal es el caso de los programas de de Maestrías en Restauración.

Todo parte de aprender a observar, investigar, sistematizar, valorar y transferir el conocimiento colectivo de la Arquitectura de Tierra como poder de cambio. Mirar el pasado, sentir el presente y proyectar el futuro con tierra sostenible.

Perspectivas de la Arquitectura de Tierra en la Educación Superior en México

Como se ha venido señalando, la Educación Superior en las Carreras de Arquitectura en México debe impulsarse en un futuro mediato e inmediato; por desgracia, en México la Arquitectura de Tierra presenta los siguientes problemas:

a) Aún es incipiente en todos los niveles la Arquitectura de Tierra: en cualesquier curricula de estudios, apenas comienza a integrarse como una moda. Sin embargo existen ya en México especialidades, diplomados y postgrados en áreas como la ingeniería ambiental, ingeniería en sistemas ambientales, psicología ambiental y empieza a darse diplomados de arquitectura ambiental.
b) Actualmente, en todos los Programas de Estudios deberá formularse el concepto de Arquitectura con Tierra e incluirse como núcleo de estudios: esto, en México, apenas esta plasmado en el papel y sus posibilidades reales de funcionamiento son aún muy inciertas.
c) Los libros de texto locales que debieran tocar estos temas desde primaria, secundaria, bachillerato, educación superior y postgrados aun no han sido elaborados, o apenas comienzan a elaborarse.
d) Los educadores y profesores del sistema educativo nacional introducen, más por voluntad propia que por interés institucional, la temática de la Arquitectura de Tierra, ya que ésta no se halla definida ni integrada a los Programas y Planes de Estudio de los diversos niveles educativos.
e) A escala familiar y en los medios de comunicación masiva, no hay ninguna orientación seria y permanente a este respecto.
f) La propia apatía y desconocimiento de los Arquitectos ante la Arquitectura de Tierra frena la posibilidad de conocimiento, concientización y acción en el terreno de la protección y mejoramiento del medio ambiente.
g) Por último, los estudiosos del tema se empeñan en discutir cuestiones teóricas y semánticas que no se materializan en avances concretos.

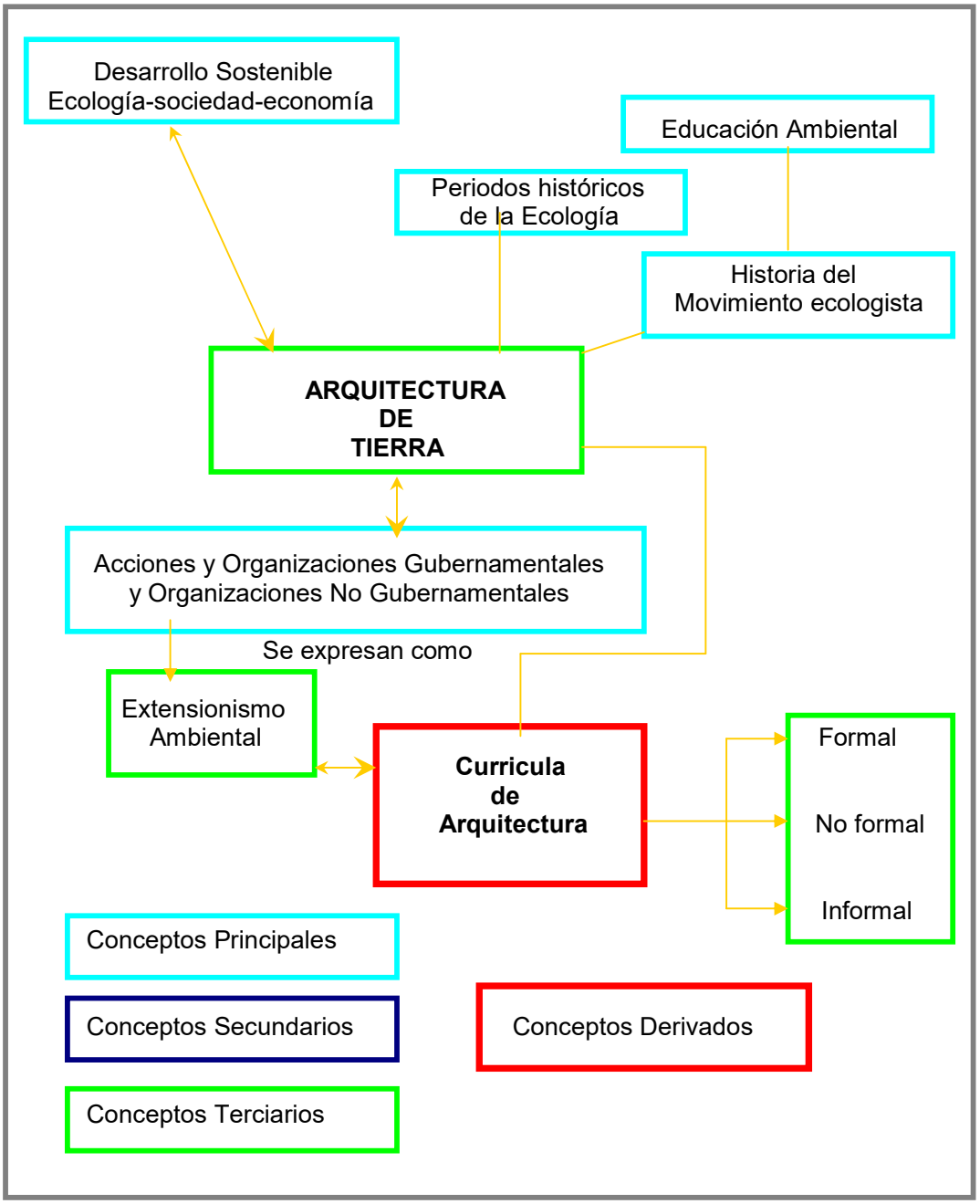


Tabla 2 Diagrama para incorporar la Arquitectura de Tierra en la Carrera de Arquitectura en México
Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.

EL MEDIO AMBIENTE

Objeto de estudio: Arquitectura de Tierra



Conceptos centrales
Y secundarios:

D. FORMACIÓN AMBIENTAL

D.1. Concepciones
D.2. Formas de abordaje
D.3. Contenidos curriculares
D.4. Formación docente
D.5. Evaluación de la formación docente



A. ENFOQUE CONCEPTUAL – METODOLÓGICO
del objeto de estudio

A.1. Debate conceptual
A.2. Abordajes metodológicos





B. ARTICULACIÓN
SER HUMANO-SOCIEDAD-NATURALEZA

B.1. La biosfera
B.2. Recursos naturales
B.3. Recursos energéticos
B.4. Manejo de desechos
B.5. Salud del ser humano

C. ARTICULACIÓN
SER HUMANO-SOCIEDAD

C.1. Eje filosófico-conceptual
C.2. Aspectos socio-políticos
C.3. Aspectos económicos
C.4. Efectos psico-sociales

Tabla 3 Componentes estructurales de la Arquitectura de Tierra en la Carrera de Arquitectura en México
Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.

La Carrera de Arquitectura debe permitir reconocer valores y conceptos con el fin de crear habilidades y actitudes necesarias para comprender y apreciar la relación natural y social entre el hombre y su medio biofísico circundante, a tiempo que le da posibilidades de crear normas y códigos de comportamiento para lograr el mejoramiento de la calidad de una Arquitectura de Tierra. Entonces los conceptos de parecen estar en igualdad de abordar temas comunes.
En México, el debate sobre la Arquitectura de Tierra, sus coincidencias y diferencias, parece acentuarse en la actualidad, ya que como se menciona, ni aún entre sus estudiosos existe un consenso al respecto.

En esta dialéctica entre el medio ambiente y la educación, la pedagogía mesológica retoma tres consideraciones:
a) La necesidad de organizar la escuela como medio ambiente educativo.
b) La adaptación del estudio regional a lo global de la Educación Superior.
c) La verificación científica de las influencias del medio ambiente.

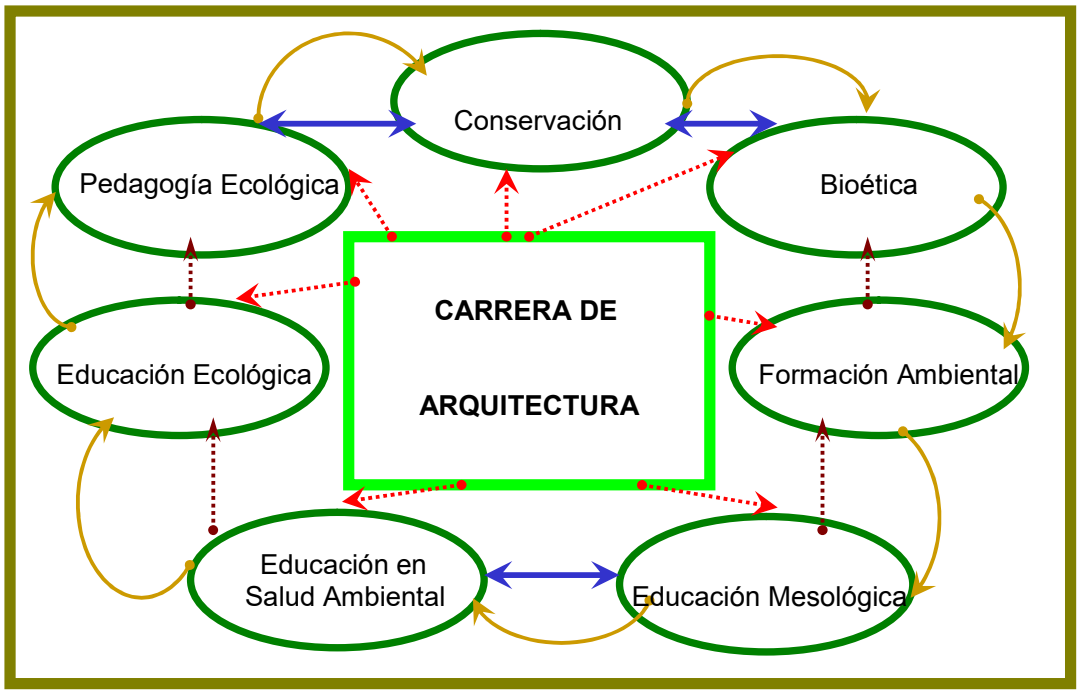


Tabla 4 Contexto de la Carrera de Arquitectura en México
Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.

La carrera de Arquitectura debe de incorporar desde el Perfil de la Carrera, Perfil del Egresado, la propia Misión y Visión de la Carrera de Arquitecto a sí como en sus Planes de Estudio todos los aspectos relacionados con una Arquitectura Sostenible e incorporarla y que se involucre en cada uno de las academias para que todas las asignaturas se impliquen directamente en todos los proyectos creativos de la Arquitectura con Tierra.

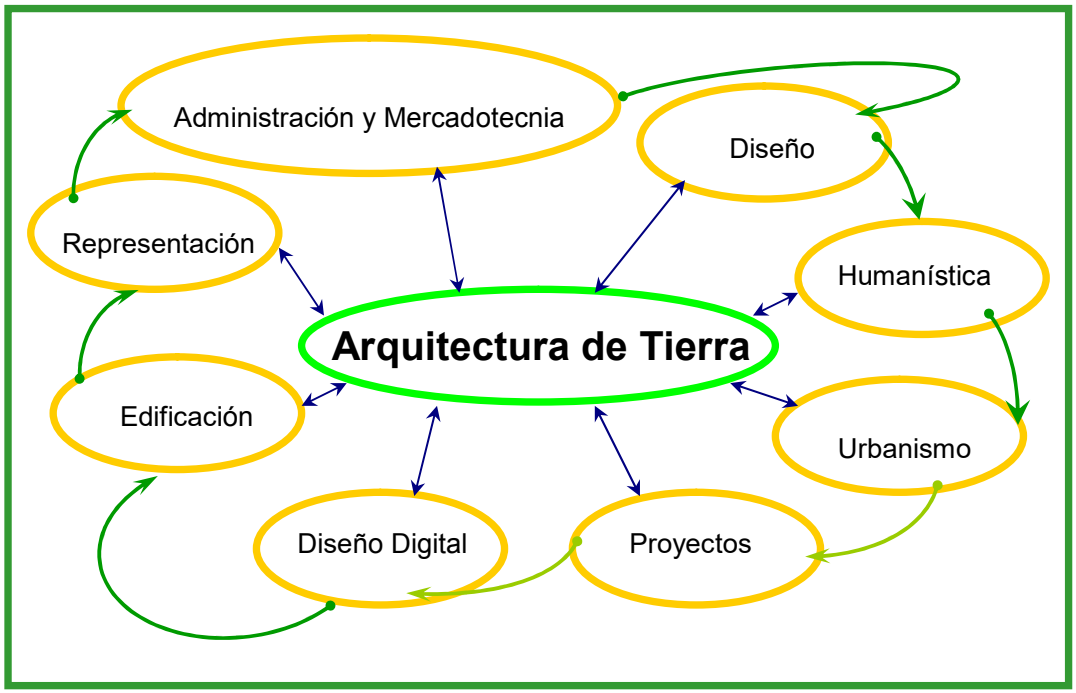


Tabla 5 Inserción de la Arquitectura de Tierra a las Academias de la Carrera de Arquitectura en México
Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.

Conclusiones

Dar a conocer a un público más amplio las aportaciones principales y lograr en él la comprensión y concientización de las bondades de una Arquitectura de Tierra, por medio de la Universidad.

Conocer, comprender, tomar conciencia y actuar; ésa debe de ser la dinámica para involucrar a la brevedad a la Educación Superior y Postgrados la Arquitectura de Tierra.

Formar una organización no gubernamental que congregue a todos los participante activos en el proceso, con el objeto de organizar a profesores y estudiantes del Sistema Educativo de México desde los niveles elementales hasta los postgrados, a todas las organizaciones civiles no gubernamentales y en fin a toda persona que responsable y organizadamente, basada en su propia experiencia o en la de los demás, desee actuar para ofrecer un proyecto alternativo y fundamentado que pueda dotar a los gobiernos de mecanismos de acción cuya propuesta emane de la sociedad civil organizada para introducir la Arquitectura de Tierra a la Educación Superior.

Esta organización debe de ser de cobertura nacional y debe de contemplar redes de intercomunicación regional, de cooperación, capacitación e intercambio, para lograr trabajar en modificaciones y reforzamientos de la Arquitectura con Tierra, curricular o no curricular.

Asimismo, debe ofrecer capacitación a través de las Escuelas de Arquitectura mediante una experiencia de formación que se realice como educación Informal, difunda y transfiera tecnologías para traspasar el saber, incentivando la tradición y cultura constructiva, proponiendo un desarrollo sostenible que incorpora los recursos locales, brinda oportunidad de crecimiento descentralizado y minimiza el impacto ambiental, ya que el público extraescolar también desea avanzar en este ámbito y existen muchos foros oficiales y no oficiales donde se pueden realizar labores de extensionismo ambiental.

Sólo con alumnos y profesores universitarios de calidad en Arquitectura de Tierra dentro y fuera de las Universidades, con un presupuesto generado e invertido en la propia actividad de la construcción, la sociedad podrá organizarse en torno a un interés común con un desarrollo sostenible.

Proponer, con base a un conocimiento científico real, a través de una sociedad promotora del cambio ambiental autónomo, libre de presiones políticas sexenales, un Plan de Acción que el Gobierno Federal impulse en el país conjuntamente con la sociedad civil, a través de la consulta sistemática y abierta de la Educación Superior, para implementar en la práctica un proyecto comunitario de Arquitectura de Tierra, que tendrá auspiciado su propio éxito, por haber surgido en forma conjunta.

La sociedad actual debe tener claridad por parte de los Universitarios en que este tipo de Arquitectura con Tierra chocará con muchos intereses económicos y políticos, por lo que sólo su conocimiento, organización y esfuerzo logrará vencer tales barreras.

Lo que se debe intentar es orientar a los alumnos de Educación Superior a investigar la realidad de la arquitectura con tierra, a encontrar la solución a problemas locales y organizar la información de las tradiciones constructivas y traspasarlas a los medios didácticos, procesando y sistematizando el conocimiento globalizado.

Los elementos como la ausencia de personal profesional y técnico capacitado en la arquitectura con tierra, el desconocimiento de las técnicas constructivas sistematizadas por parte de la Educación Superior y la persuasión serena, debe tener en un desarrollo con equidad ambiental, debe motivar a jóvenes y profesionales multisciplinarios a participar de igual forma en la arquitectura de mañana, que ha sido del siempre.

Bibliografía

*ALÍAS, Herminia M. “Ideas acerca de la Relación Eficiencia Energética - Impacto Ambiental Aplicadas a la Construcción en Madera en el NEA”. Monografía correspondiente al Módulo 8 de la Maestría en Gestión Ambiental: “Evaluación y Gestión Ambiental de Proyectos”, dictada en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-UNNE. Resistencia, Argentina. (2000).
*BOHIGAS, Oriol. (1995). “Contra una arquitectura adjetivada”. Editorial Seix Barral, S.A. Barcelona, España.
*FORRESTER, Viviane. (1997). “El horror económico”. Fondo de Cultura Económica. México D.F.
*GARCÍA Casals, Xavier. “Análisis técnico-económico y de sostenibilidad (embodied energy) del BTC como solución bioconstructiva de Madrid”. Universidad Pontificia Comillas Madrid. Madrid, España. (2003).
*GOLEMAN, Daniel. (1998). “La inteligencia emocional”. Grupo Saeta. México D.F.
*GONZÁLEZ, Fabián. (1994). “Los procesos de reforma en la universidad mexicana”. COMEP. México D.F.
*HAUSER, Gerd. “Energiebilanzierung von Gebaüden”. Wüstenrot Stiftung, Karl Krämer Verlag, Stuttgart, Alemania. (1998).
*PEARCE, David. “Das natürliche Haus”. (La casa natural). AT-Verlag. Aarau, Suiza. (1999).
*ROUX Gutiérrez, Rubén Salvador. “Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento Pórtland tipo 1 al 6% y reforzados con fibra de coco para muros de carga en Tampico”. Universidad de Sevilla. Sevilla, España. (2002).
*ZWIENER, Gerd. “Handbuch Gebäude-Schadstoffe” (Manual de las substancias tóxicas en los edificios), Rudofl Müller Verlag, Köln, Alemania. (1997).

Equipo de trabajo:

Dr. en Arq. Rubén Salvador Roux Gutiérrez
Dr. en Arq. José Adán Espuna Mújica
Arq. Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez., M.A.C.
Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.
Maestros Investigadores de la Unidad Académica De Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Miembros del cuerpo académico de Diseño y Edificación Sustentable
Maestros Investigadores de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Tampico, Tamaulipas. México.

Universidad Autónoma de Tamaulipas
Unidad Académica de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Centro Universitario, Tampico-Madero; Tampico, Tamaulipas. MÉXICO
Tel/Fax: 833 2 27 28 28. E-mail: cfuentes@uat.edu.mx

Acerca del hornero

El Hornero es un pájaro de la familia de los funáridos, conocido como el ave de los argentinos, es de color pardo rojizo por arriba y el vientre pardo claro. Es un ave simpática, que no teme a las cercanías del hombre. Siempre anda en pareja y se instala lo mismo en un poste telefónico que en la cornisa de una casa.

Sus vuelos son, generalmente alrededor del nido, para buscar materiales para su construcción o alimento para los pichones, nunca se aleja, en el suelo anda a los saltitos. Mide entre diecisiete y veintidós centímetros de largo y pesa unos setenta y cinco gramos. Sus alas son cortas y redondeadas; tiene cola larga y pico en general más largo que la cabeza; presentan un comportamiento nervioso y ligero.

La denominación de hornero (o albañil) se debe a que -durante la estación lluviosa- construye un nido voluminoso en forma de horno, con una abertura lateral. Las paredes de este nido están formadas por barro, mezclados con pajitas, ramas y pequeños guijarros. Una vez que endurecen, estos edificios son tan sólidos, que permanecen en buen estado, a pesar de hallarse a la intemperie, durante varios años; de esta forma, las parejas permanecen en el mismo nido, de una estación a otra. Comienza a construir el nido en el otoño. Durante esa época las glándulas salivales se hipertrofian, funcionan más, utilizando esa saliva para cementar los materiales utilizados: barro y paja, que transporta en el pico, en esta tarea colabora

la pareja y trabajan sin descanso durante todo el día, hasta terminar, y demuestran su alegría con chillidos y cantos. Primero amasan el material en los alrededores. Luego construyen la base y deciden la orientación del nido. Cuando el basamento está listo comienzan a levantar la pared en semicírculo. Por fin queda cerrada la bóveda, con una puerta en forma de ojiva en uno de sus lados. Por último los horneros cierran esa ojiva en espiral, hacia adentro del nido, y de ese modo queda formada una cámara interior, que será el verdadero nido y que la pareja tapizará con plumas y hojitas. Alisan las paredes interiores con el pico o con ayuda de una pajita cuando el barro aún está fresco. En ocasiones, en casos de sequía por ejemplo, los horneros abandonan su nido sin terminar. El nido se usa una única vez. Cuando los pichones lo abandonan también lo abandonan sus padres: construirán una nueva casa para la próxima nidada. La construcción la realizan de afuera hacia adentro. Un tabique o pared divide el interior en dos partes, en lo mas profundo, la hembra pone cuatro huevos que encuban entre los dos. Los pichones cuando están en condiciones de abandonar el nido permanecen dos o tres meses más en compañía de sus padres antes de hacer vida independiente. Cuando uno de estos nidos resulta abandonado por sus legítimos propietarios, existen otros, por ejemplo, las golondrinas, los jilgueros, los gorriones, los ratones y los caburés, a quienes no les importa, en absoluto, ocupar este nido elaborado por otros.


TERRA
PRO