

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: campotecnologico@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 N° 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 límites 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 N° 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. N° 24464 y la Ley provincial N° 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 N° 3411 especialmente sus Artículos N° 4 y N° 5, ha implementado la creación del Campo Tecnológico Experimental con la Resolución N° 1259 del año 2002, que operativamente depende de la Gerencia de Programas Autogestivos.

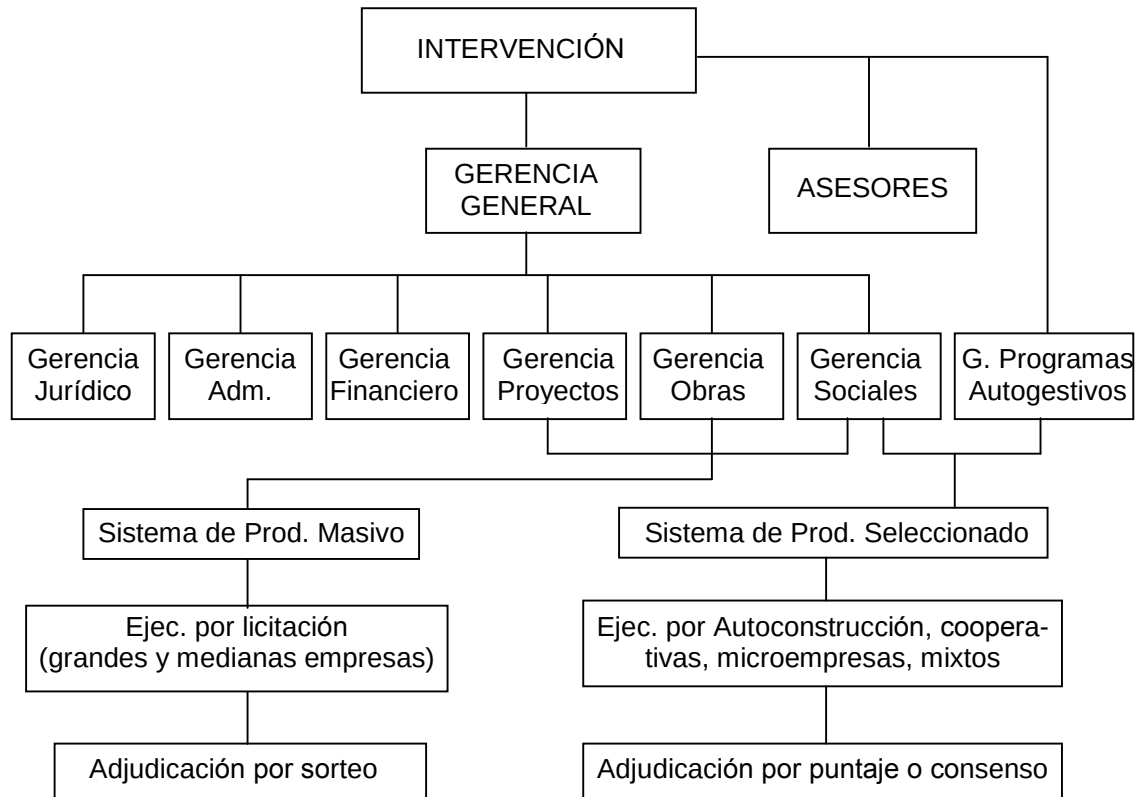
A tal fin, el IN.VI.CO. ha formalizado con un particular, un Convenio de Comodato de Uso Gratuito de un predio de aproximadamente dos hectáreas en las inmediaciones de la ciudad de Corrientes y en donde desarrolla líneas investigativas propias o de otros Centros Tecnológicos que por sus características 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 ítems 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.

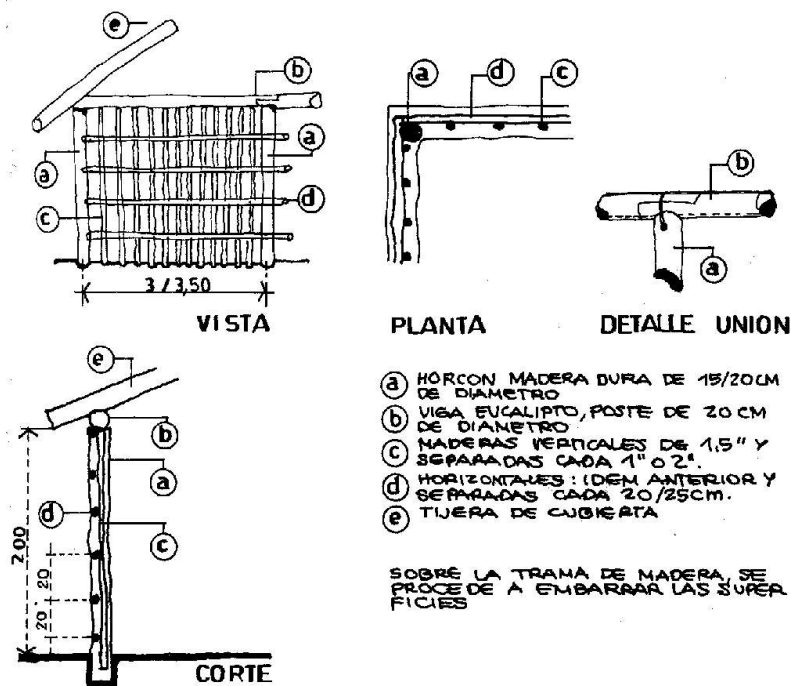


Fig. 1 – Muro de Estanteo (Salas 1990: 39)

- **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.

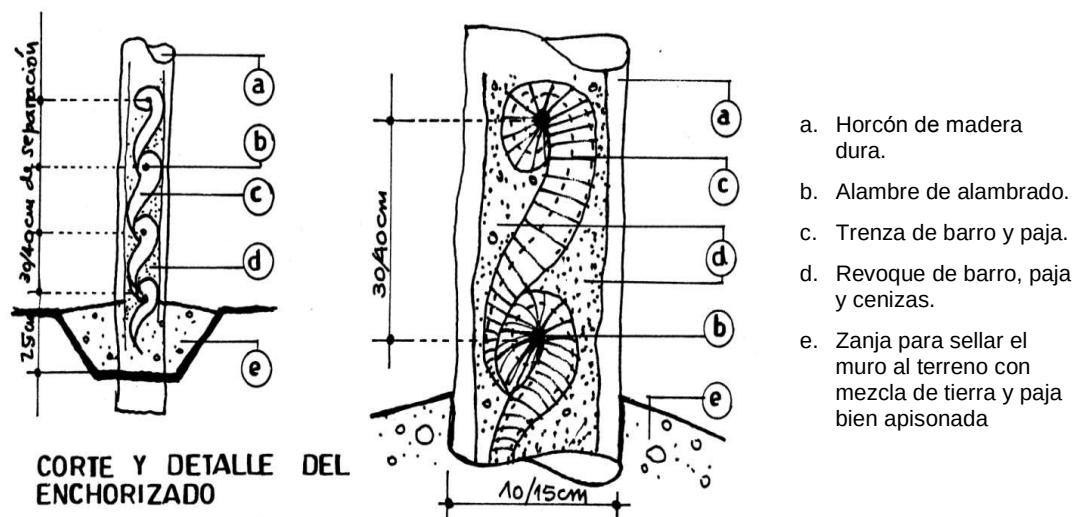


Fig. 2 – Muro con Enchorizado (Salas 1990: 42)

- 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 °C en verano y mínimas de -5 °C 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 N° 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 N° 200 y un 100% que pasan el tamiz N° 4. Debido a la imposibilidad de efectuar la determinación de los límites de consistencia sobre las porción de muestra que pasó el tamiz N° 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/cm³ 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/cm³)
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/cm²)	
	Humedad de obra	Humedad óptima
	(5 %)	(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 Brasileira 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 N° 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 H°A° de 15 x 20 cm, como elementos de sostén. Cabe aclarar 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 H°G° B.W.G. N° 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

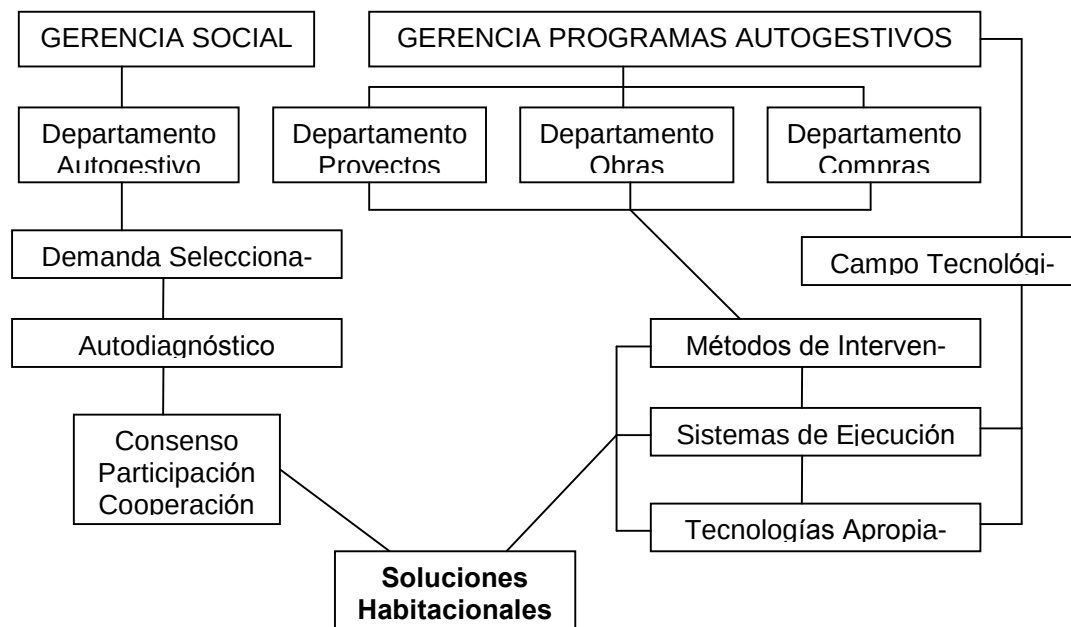
De acuerdo a lo visto en el punto 3, la población en general tiene cierto rechazo al uso de la tierra cruda en la construcción; se decidió entonces en una primera etapa, su aplicación en un programa de vivienda rural, pues el campesino por usos y costumbres (ver punto 5) no tiene una relación tan conflictiva con este material.

Paralelamente al proceso de desarrollo tecnológico descrito en el punto 6 y a partir de la Resolución N° 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:

- Plan de necesidades consensuado.
- Adecuación climática.
- Adaptación de la tecnología propuesta.
- Logística para vivienda rural dispersa. (Dispersión hasta 30 km.)
- 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.

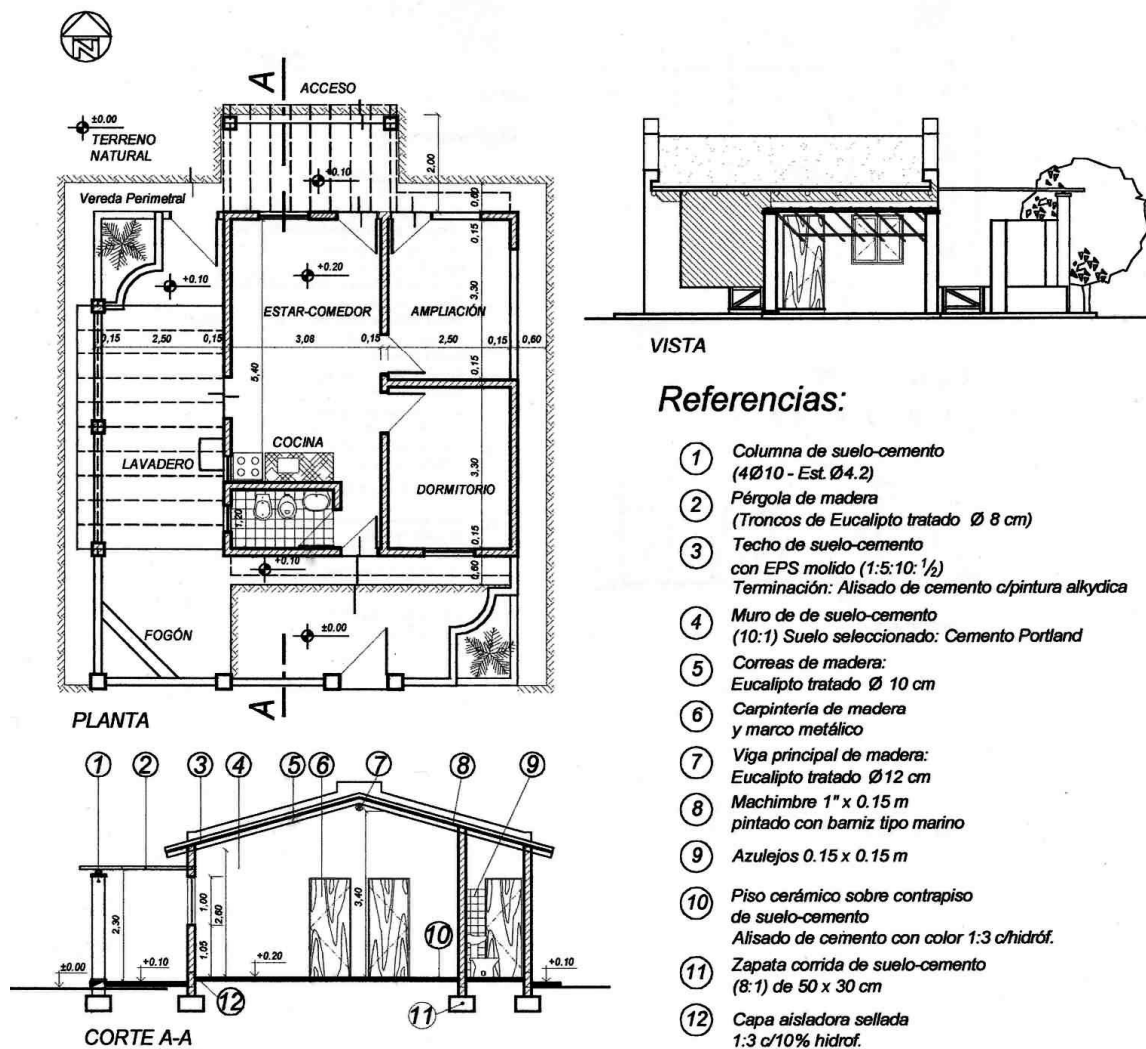


Fig. 3 – Prototipo de suelo-cemento para vivienda. (Diseño de autores)

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 Brasileira 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 N° 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 N° 1*. U.A. J. F. Kennedy. 2001
- *POPOLIZIO, Eliseo. Cap. “Corrientes, Taragüi”. En: *CORRIENTES/Argentina*. Manrique Zago. Argentina. 1995.
- *SALAS, Andrés Alberto. *Hábitat Litoraleño*. Aguadas. 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 N° 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 N° 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.