

### 3.8 Edificación sustentable. Asesoramiento en la construcción con tierra. Juan Carlos Patrone/Sebastián D'Andrea/Hernán Passone

Juan Carlos Patrone<sup>1</sup>, Sebastián D'Andrea, Hernán Passone

Centro de Investigación Hábitat y Energía, Secretaría de Investigaciones, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires Ciudad Universitaria, Pabellón 3, Piso 4, Ciudad de Buenos Aires, C1428BFA, Argentina Tel. (+5411) 4789-6274 arqpa@yahoo.es, seb@sdandrea.com.ar, hernan\_passone@hotmail.com

**Palabras clave:** tierra, diseño, asesoramiento, construcción, capacitación

#### Resumen

Desde el Centro de Investigación Hábitat y Energía de la Secretaría de Investigaciones de la FADU-UBA, el Grupo de Trabajo 'Construcción con tierra', abocado al estudio de la arquitectura de tierra, viene desarrollando asesoramientos a instituciones y particulares en las técnicas de construcción con tierra, y diseño arquitectónico acorde con estas tecnologías, desarrollando las potencialidades y ventajas térmicas de esta construcción. Se asesoró al equipo de desarrollo y diseño C. Uniani y Estudio Arq. G. Aldabe y colaboradores para el anteproyecto de un complejo de desarrollo turístico ecológico, posada y producción sustentable en Chapada Diamantina, Palmeiras, Bahía, Brasil, sobre diseño, definición y utilización de tecnologías apropiadas y diseño bioambiental del desarrollo arquitectónico. Se está asesorando en el proyecto de la Escuela Agrotécnica 'Quinta Esencia' en Coronel Vidal, Provincia de Buenos Aires, Argentina, sobre estudios de suelo del predio, elección de tecnologías apropiadas y técnicas constructivas, así como diseño de elementos constructivos y encofrados. También se está asesorando y elaborando conjuntamente proyectos y construcciones con los habitantes de una eco-aldea ubicada en la localidad de Ministro Rivadavia, Almirante Brown, Provincia de Buenos Aires, Argentina, espacio en el que se realizan talleres de construcción con tierra. En la costanera de Quilmes, Provincia de Buenos Aires, Argentina, coordinadamente con las autoridades del Jardín de la Aurora, de pedagogía Waldorf, se está realizando una experiencia constructiva con amplia participación de los niños y sus padres para la concreción de una casa de juegos ejecutada con quincha, para lo cual se realizan talleres de construcción con tierra con toda la comunidad escolar. Esta diversidad de valiosas experiencias en distintos ámbitos, aplicaciones y alcances, permite asistir con conocimientos técnico-científicos a necesidades edilicias concretas y difundir los aspectos ambientales más destacados de la construcción con tierra en el marco de la producción sustentable de hábitat edificado.

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro del marco de la arquitectura sustentable el grupo Construcción con Tierra<sup>1</sup> (gCT) del Centro de Investigación Hábitat y Energía de la Secretaría de Investigaciones de la FADU-UBA cumple con la función de investigar y difundir las virtudes, alcances y limitaciones de la arquitectura de tierra, realizando ensayos, auditorías térmicas (Patrone, 2006) y brindando asesoramiento tanto a instituciones como a particulares. En este trabajo se presentan asesorías de cuatro casos distintos en los cuales varía tanto el perfil del asesorado como la escala del proyecto:

**A)** Equipo de Desarrollo y Diseño C. Uniani y Estudio Arq. G. Aldabe y colaboradores, anteproyecto para un complejo de desarrollo turístico-ecológico en Chapada Diamantina, Brasil.

**B)** Escuela Agrotécnica 'Quinta Esencia', Coronel Vidal, Argentina: estudios del suelo, asesoramiento en la elección de tecnologías apropiadas y técnicas constructivas y diseño de elementos constructivos y encofrados para la construcción de su nueva sede.

**C)** Ecoaldea 'Atrapasueños', Almirante Brown, Argentina: asistencia en la organización de talleres sobre construcción con tierra y asesoramiento para la edificación de una vivienda mínima, ampliación de un depósito y de la vivienda principal.

**D)** Escuela de pedagogía Waldorf 'Jardín de la Aurora', Quilmes, Argentina: asesoramiento en la ejecución de una sala de juegos.

Con estas participaciones se promueve la calidad en la construcción con tierra, se difunden sus propiedades higrotérmicas, se estimula su uso como herramienta amigable con el medio ambiente y fundamentalmente se promueve la utilización de materiales naturales, técnicas constructivas sencillas y diseños bioambientales que permitan el mayor ahorro energético y la minimización de emisiones de gases de efecto invernadero.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 Anteproyecto para un complejo de desarrollo turístico-ecológico en Chapada Diamantina, Palmeiras, Bahía, Brasil

Se asesoró a un equipo de diseño<sup>2</sup> sobre el planteo general de la ecoposada, sobre aspectos bioambientales y constructivos, se entregaron informes sobre tratamiento de aguas, relevamiento climático y estrategias bioambientales (Evans; de Schiller, 1994). Se asistió el estudio de asoleamiento con maquetas en el heliodón del laboratorio del CIHE. En función del clima del lugar y dada la temperatura media, mínima y máxima diarias existentes en

la zona, se aconsejó construir con muros de adobe de 30 cm de espesor mínimo en el perímetro exterior de la construcción, con adobes de 30 cm x 15 cm x 10 cm (largo, ancho, espesor), que permitiese obtener muros con buena traba, intercalando fajas de sogá y punta, con suficiente aislamiento e inercia térmica para regular las temperaturas interiores. Se recomendó encadenados y sobrecimientos de piedra, material abundante en el lugar,

también se recomendó la utilización de techos verdes con estructura independiente de madera separada de los muros, incluir amplios aleros y av entanamientos de piso a dintel o, en su defecto, pequeños (Figura 1).

Se analizaron dos muestras de tierra del lugar efectuándose ensayos sensoriales los que indicaron un suelo areno-limo-arcilloso con buenas condiciones para la fabricación de adobes, recomendándose estabilizar con fibra (paja o pastos secos) cortada de 3 cm a 5 cm de largo.

Los ensayos de sedimentación arrojaron los siguientes valores aproximados:

Muestra 1 (tierra de un termitero): arcilla 12,5%, limo 17,5%, arena 70%.

Muestra 2: arcilla 17,5%, limo 25%, arena 57,5 % y contenido de materia orgánica.

En este caso, el asesoramiento brindado no sólo por el gCT, sino por todo el equipo del CIHE, permitió el encuadre del proyecto dentro de los márgenes de la

arquitectura sustentable iniciándose un proceso de rediscusión del mismo para ajustarse a los requerimientos bioambientales y constructivos.

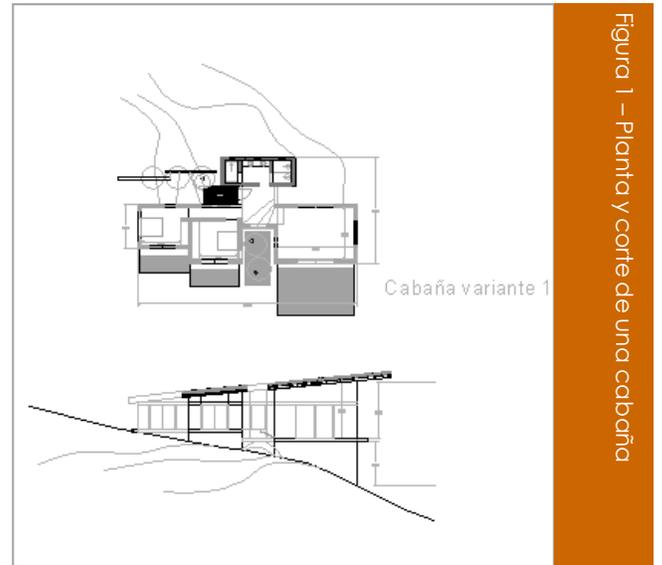


Figura 1 – Planta y corte de una cabaña

## 2.2 Escuela Agrotécnica ‘Quinta Esencia’, Coronel Vidal, provincia de Buenos Aires, Argentina

A partir del concurso de anteproyectos ganado por el equipo del Arq. Julian Evans y colaboradores, se inicia el asesoramiento para el proyecto y construcción del mismo. Inicialmente se hicieron recomendaciones técnicas genéricas sobre la construcción con tierra haciendo hincapié en la contundencia de estas construcciones con la presencia de muros de gran masa, de materia natural, sólida, presente y continua (Viñuales, 2012). También se señaló la necesidad de contar con encadenados inferiores y superiores que ligue toda la construcción y reciba la tirantería del techo. Se recomienda proyectar av entanamientos de piso a dintel o, en su defecto, que las

aberturas sean pequeñas, en caso de proyectar muros con ventanas con antepecho. Si los encadenados superiores son de madera, de vigas o rollizos, deberán anclarse firmemente a los muros. Si se utiliza estructura independiente, y suponiendo que la misma sea de madera, no es aconsejable que la misma esté contenida en la pared ni adosada a ella, ya que la adherencia entre madera y tierra no es buena. Los rev oques deben ser de características similares a los adobes, por ejemplo, tierra con bajas proporciones de cal. Se recomienda usar pintura a la cal, permeable al vapor de agua, o terminaciones similares.

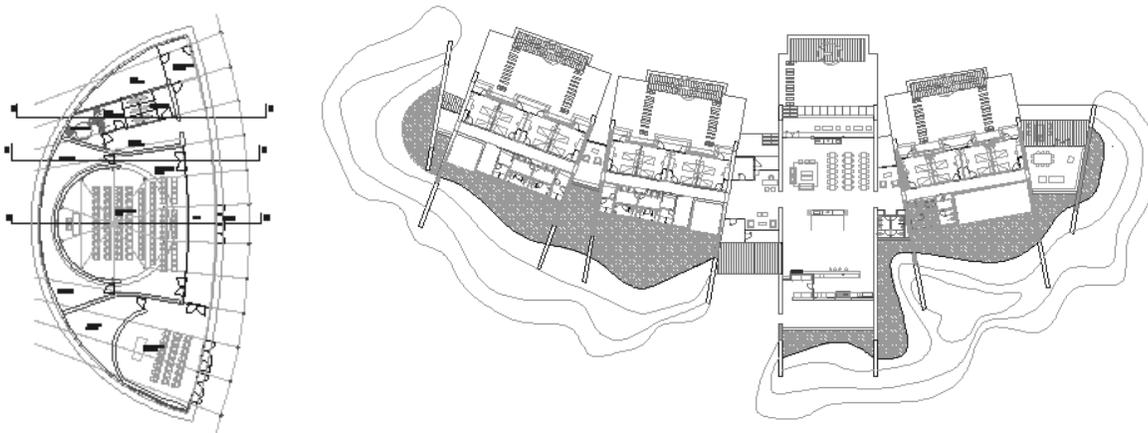


Figura 2 – Plantas del auditorio y del hotel de la escuela agrotécnica

De acuerdo a los ensayos de suelo realizados, este es: arcillo limoso hasta una profundidad de 1,50 a 2,00 metros cambiando luego a limo arcilloso, además se encontró un suelo limo arcilloso calcáreo, estas características

indujeron a adoptar como técnica constructiva la construcción con adobe. Teniendo en cuenta el requerimiento del comitente sobre la construcción con tapial, se propuso usar un suelo seleccionado con el

agregado de un 15% a 20% de arena en volumen y estabilizarse con un agregado de cemento de un 6% a 8% en volumen, igualmente se recomienda la realización de ensayos con distintas dosificaciones para verificar el comportamiento del material en pos de conseguir el suelo más apto para la técnica del tapial.

Vistos los volúmenes necesarios de arena para estabilizar el suelo, se propone solo construir algunos muros del auditorio, realizando el resto con adobes estabilizados con fibra vegetal y cal con dosificaciones a determinar según

ensayos, estos serán revocados con argamasa de suelo seleccionado y estabilizado para la obtención de la suficiente dureza y adherencia, fundamentalmente los muros en contacto con los taludes para la aplicación del revestimiento hidrófugo necesario.

Tratándose de un espacio educativo agrotécnico, la **impronta muraria materializada con suelo adquiere una connotación fundamental en la revalorización de la profunda relación del hombre con la tierra y su doble pertenencia.**

### 2.3 Ecoaldea 'Atrapasueños', Almirante Brown, provincia de Buenos Aires, Argentina

La ecoaldea es un espacio dinámico producto de un proyecto en constante evolución en la cual las construcciones van evolucionando constantemente en función de sus necesidades y de las vivencias que surgen del mismo proyecto, constituyéndose prácticamente en un organismo vivo. El CIHE entra en contacto con los habitantes de la aldea y surge la posibilidad de incluir una charla introductoria sobre reconocimiento de suelos en un

próximo taller, charla que, una vez realizada, despierta sumo interés en la concurrencia por la profundidad de los conocimientos expuestos. En posteriores talleres se amplió la transmisión de conocimiento con un panorama general sobre técnicas constructivas en tierra cruda haciendo hincapié en la técnica del adobe iniciándose la fabricación de estos (Figura 3).



Figura 3 – Aldea Atrapasueños, casa principal y otras construcciones

Cada ampliación o mejora en las construcciones se logra con la participación de otras personas, con vínculo o totalmente ajenas a la aldea, pero convocadas para eventos puntuales donde se produce un intercambio de recursos, a cambio de la mano de obra se ofrece alojamiento y conocimiento, brindado en forma de experiencia directa y con formato de talleres donde se difunde información vinculada con la tierra como productora de alimentos o como material de construcción, estas convocatorias atraen una concurrencia heterogénea dentro de una franja socio-cultural media, con amplia mayoría de personas con experiencia universitaria pero, mayormente, de áreas ajenas a la práctica constructiva.

Se trata de estudiantes universitarios o jóvenes profesionales, familias con hijos pequeños, amantes de la naturaleza, parejas jóvenes con sueños de autoconstrucción o, simplemente, personas con ganas de hacer algo distinto.

El aporte de conocimiento técnico, fue evolucionando hacia un asesoramiento proyectual y bioclimático para

una vivienda nueva a realizarse en el predio, se realizaron reuniones con los ocupantes de la aldea para delinear proyectos posibles de la vivienda y formas de organizar el taller que daría inicio a la construcción de la quinta edificación (Figura 4).

El proceso también requirió de la elaboración de una síntesis de ideas complementarias, donde fue posible encontrar una firme postura ante la naturaleza, surgida de la experiencia directa del trabajo con la tierra y de la premisa de trabajar con recursos mínimos más la necesidad de mejorar la calidad de vida incorporando el conocimiento técnico necesario para el mejor aprovechamiento de los medios disponibles. Se partió de un esquema muy simple, un espacio único con un entepiso resuelto en aproximadamente 30m<sup>2</sup> de superficie total, construido con adobes hasta el nivel del encañado superior y con técnica de quincha (la técnica que mejor se maneja en la comunidad y que permite mayor velocidad en su ejecución) hasta el enrasamiento con el techo.



Figura 4 –  
Nueva vivienda



La vivienda tiene orientación norte y un techo verde con una estructura de postes independiente del cerramiento. Las aberturas son reutilizadas, los cimientos son de cascote embolsado, el entrepiso de madera apoya sobre un encadenado de ramas que remata el muro de adobe, se considera acertada la elección del sistema constructivo, ya que es la tecnología adecuada que permite la apropiación del proyecto y comprender el comportamiento de la tierra como material de construcción.

La posibilidad de sumar los conocimientos empíricos de los integrantes de la aldea con el aporte científico y tecnológico del grupo de construcción con tierra del CIHE, posibilita el desarrollo de talleres en los cuales se profundiza el conocimiento ya que se plantea permanentemente la discusión y complementación entre el desarrollo fáctico, la causalidad, los fundamentos científicos y el saber empírico.

## 2.4 Jardín de la Aurora, Quilmes, provincia de Buenos Aires, Argentina

Este jardín de infantes de pedagogía Waldorf funciona en un predio en la costanera de Quilmes, en la zona sur del conurbano bonaerense. En estas tierras de la costa de la provincia de Buenos Aires son habituales las crecidas del río, por lo que la mayoría de las construcciones se encuentran elevadas. El edificio alberga aulas, comedor y servicios, mientras que el exterior es el espacio para el esparcimiento y para el contacto con la naturaleza.

La compatibilidad entre el legado filosófico de Rudolf Steiner y las tecnologías sustentables posibilitaron el acercamiento entre el gCT y las autoridades del jardín, quienes buscaban orientación para construir un horno de barro. Se realizó un taller de reconocimiento de suelos y de fabricación de adobes que contó con la participación de todos los integrantes del establecimiento (padres, alumnos, docentes). Posteriormente, se realizó un tapial en el cual participaron algunos de los padres. El interés que despertó el contacto con la tierra como material de construcción derivó en un nuevo proyecto. Se propuso construir una pequeña casa de juegos con la participación de padres, docentes y fundamentalmente alumnos. En el área de recreación se agregó, una estructura elevada de postes de eucaliptus sobre la que

se asentó una plataforma, también de madera para recibir un octógono cerrado con muros de quincha (Lopes, 2003) y cubierto por un techo verde. Luego de consensuar el diseño con los niños y docentes se inició la construcción encontrándose ya con la plataforma elevada y la estructura de pallets realizada, terminada la estructura del techo y la escalera de acceso, los pasos a seguir, será el embarado de la quincha a efectuarse a la finalización del invierno.

Los materiales son casi todos reutilizados o bien de descarte. Algunos de los postes para la estructura se consiguieron como donación. La madera para la plataforma provino del desarme de un deck mientras que para hacer la estructura de la quincha se consiguieron pallets sumamente robustos. Se propone como aislamiento térmico una capa de espesor variable de tierra alivianada y el aislamiento hidrófugo con envases de tetra-brick de descarte, soldados por calor. Todo esto fue realizado por padres y docentes. Algunos niños del primario participaron en las tareas accesibles a sus edades y también fueron incluidos en la toma de decisiones. La tierra a utilizar se conseguirá seguramente de una excavación de algún edificio a construir en el centro de Quilmes.

Figura 5 – Taller de adobes  
y estructura de la casita



El modesto proyecto original de realizar un horno de barro se transformó rápidamente en la construcción de una casa de juegos a ser realizada por los niños como parte

del programa educativo de la escuela, quedando esta construcción junto a las tareas en la huerta dentro del desarrollo pedagógico del Jardín.

### 3. CONCLUSIONES

- La búsqueda de alternativas sanas y naturales se está extendiendo en todos los estamentos de nuestra sociedad. Gracias al interés puesto en la sustentabilidad y en la naturaleza, ya sea desde un proyecto privado que busca rentabilidad económica como desde experiencias pedagógicas o bien pequeñas comunidades autogestionadas, se abren espacios donde se difunden las propiedades de la construcción con tierra cruda y sus ventajas como material amigable con el medio ambiente.
- El intercambio de experiencias y conocimientos con autoconstructores permite la transmisión de las causas científicas del comportamiento resistente e higro-térmico del material 'tierra' destruyendo supuestos mágicos de las 'recetas'.
- El camino iniciado por el grupo construcción con tierra del CIHE, asesorando grupos humanos de distintas disciplinas y conocimientos, redundará en beneficios para un mejor desarrollo edilicio y sustentable.
- En el ámbito de la educación no tradicional las nuevas pedagogías que prestan oído a la naturaleza, al hombre y al respeto mutuo que se deben, la difusión de tecnologías de tierra cruda acrecienta la comprensión del desarrollo sustentable para las futuras generaciones.
- Facultar las herramientas necesarias para el logro de confort ambiental con estrategias y tecnologías apropiadas, procurando soluciones de equilibrio con la naturaleza y el clima para la obtención del mayor ahorro energético y la menor emisión de gases de efecto invernadero.
- La asistencia brindada a grupos informales permite difundir conocimientos académicos en ámbitos donde no es usual que estos lleguen, esta participación aporta a la formación de mano de obra capacitada para responder a los requerimientos de una arquitectura que tienda al desarrollo sustentable.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Evans, M.; de Schiller, S (1994). Diseño bioambiental y arquitectura solar. Buenos Aires: Ediciones FADU

Patrone, J. (2006). Evaluación térmica de una vivienda en Florencio Varela. *Avances en energías renovables*. Vol. 10 Buenos Aires: ASADES. p. 05-01- 05-07

Viñuales, G. (2012) Puesta en valor de la construcción con tierra. *Construcción con Tierra 5*. Buenos Aires: CIHE. p. 123-125

Lopes, W. G. R.; Ino, A. (2003). Aspectos constructivos de la taipa de mao. In: *Técnicas mixtas de construcción con tierra*. Salvador: Proyecto XIV.6 PROTERRA; CYTED

### NOTA

<sup>1</sup> Grupo coordinado por el Arquitecto Juan Carlos Patrone

<sup>2</sup> Equipo de diseño dirigido por el Arquitecto G. Aldabe

### Reconocimientos

Al Programa de trabajo 'Arquitectura para un Futuro Sustentable', de la Unión Internacional de Arquitectos, Región 3 Las Américas, UIA-R3-AFS, por su aval al desarrollo de la temática.

Este trabajo se inscribe en el marco del proyecto Eficiencia Energética en el Hábitat Construido PAE N° 22559 / BID 1728 / OC-AR, Nodo UBA, dirigido por la Dr. Arq. Silvia de Schiller.

### AUTORES

Juan Carlos Patrone: Arquitecto FADU, UBA, con posgrado en Diseño Bioambiental, es investigador del Centro de Investigación Hábitat y Energía, y dirige el Grupo de Trabajo Construcción con Tierra. Asesora, proyecta y construye con tecnologías de tierra. Es miembro activo de la Red Iberoamericana PROTERRA y director del centro Terrabaires.

Sebastián D'Andrea: Arquitecto FADU, UBA. Asistió a cursos sobre materiales sanos en la UBA, de bioarquitectura en la SCA, talleres de construcción con tierra en Córdoba y Neuquén, y participó como voluntario en varias obras en el país y el exterior. Actualmente investiga en el CIHE.

Hernán Passone: Cursó la Carrera de Diseño Industrial en la FADU, UBA. Tomó cursos sobre materiales sanos, construcción con tierra y aplicación de energías renovables en la UBA. Trabaja con materiales y sistemas que aportan a la eficiencia energética. Actualmente investiga en el CIHE.