

## DIVERSAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS CON TIERRA CRUDA

Patricia A. Gramajo ; Ana María Moeykens

Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán  
[patrigramajo@arnet.com.ar](mailto:patrigramajo@arnet.com.ar) - Tel: (0381) 4346938

**Palabras clave:** construcción con tierra , ecología , sustentabilidad , medio ambiente

### RESUMEN

La tierra es uno de los materiales de construcción más antiguos que el Hombre conoce, por siglos ha usado la tierra cruda en sus distintas formas y con diferentes técnicas para construir murallas, fortificaciones, ermitas, castillos, mezquitas, graneros, molinos y viviendas.

Son conocidas las construcciones de tierra cruda en España, Irán, Marruecos, Yemen, Perú, México, Colombia, Bolivia, Ecuador y Argentina, por nombrar algunos países. Muchas edificaciones en estos países, aún hoy conservan la majestuosidad con que fueron construidas hace ya cientos de años, tan es así que Hassan Fathy en su libro *Architecture for the poor*, "resalta el gran número de edificios históricos construidos con tierra, verdaderamente impresionantes cuya calidad y creatividad no ha escapado a los especialistas en las arquitecturas orientales, exóticas o primitivas".

El "desarrollo sustentable" se encuentra en numerosos discursos políticos, pero su aplicación es muy diversa y en ocasiones nula.

La utilización de la tierra cruda como material de construcción responde en general a una cuestión ecológica y sustentable, ya que elimina los costes de transporte pues la tierra está disponible en el emplazamiento de la construcción; es excavada manualmente, usando herramientas sencillas, manteniendo el coste de producción ambiental muy bajo.

El no uso de ladrillos cocidos, cemento y acero, reduce considerablemente la energía incorporada a estos materiales y la contaminación atmosférica.

Las posibilidades de creatividad y uso de diferentes técnicas constructivas para cualquier proyecto son numerosas y variadas: adobe, tapial, cob, enchorizado, barro confinado, paneles de acabado interior, revestimientos con gran variedad de tonos y colores, revestimientos de paramentos radiantes, bloques de diferente dimensión, relleno de cerramientos exteriores y elementos de partición interiores de estructura de madera combinada con paja, viruta o chips de madera, aislamiento de celulosa o agregados livianos.

Como vemos, la variedad es muy amplia y las posibles respuestas también, sólo es necesario volver a aprender de nuestros ancestros y transmitir estas técnicas lo más cuidadosamente posible para generar edificaciones con diseños adecuados, sostenibles en el tiempo y que no degraden el ambiente natural.

Por ello, entendemos que es necesario volver a repensar la forma de construir y retomar las viejas normas de construcción tradicional con tierra.

Hoy, en el primer decenio del siglo XXI, países desarrollados como Estados Unidos de América, Alemania, Noruega, Inglaterra, etc., están incorporando la construcción con tierra cruda en algunas edificaciones, como una forma de respetar el medio ambiente.

## **1 - DESARROLLO SOSTENIBLE**

En realidad, la justificación del desarrollo sostenible proviene tanto del hecho de tener recursos naturales limitados, susceptibles de agotarse, como del hecho de que una creciente actividad económica produce, tanto a escala local como planetaria, graves problemas medioambientales que pueden llegar a ser irreversibles. El desarrollo sostenible se refiere a la totalidad de las actividades humanas. Sin embargo, los retos de la sostenibilidad, se ven de diferentes maneras para cada tipo de sector económico. Algunas de las características que debe reunir un desarrollo para que lo podamos considerar sostenible son:

- Buscar la manera de que la actividad económica mantenga o mejore el sistema ambiental.
- Asegurar que la actividad económica mejore la calidad de vida de todos, no sólo de unos pocos selectos.
- Usar los recursos eficientemente.
- Promover el máximo de reciclaje y reutilización.
- Poner su confianza en el desarrollo e implantación de tecnologías limpias.
- Restaurar los ecosistemas dañados.
- Promover la autosuficiencia regional.
- Reconoce la importancia de la naturaleza para el bienestar humano.

Por eso creemos que volver a construir con tierra en las zonas rurales puede favorecer en gran medida el desarrollo sostenible, ya que el uso de la tierra como material de construcción principal elimina los elevados costos de transporte de materiales con valor agregado, reduce la contaminación ambiental, favorece la mano de obra local, reduce costos de mano de obra especializada, etc.

## **2 - ACTUALIDAD DE LA TIERRA CRUDA**

En el primer decenio del siglo XXI, todavía podemos hablar de una fuerte presencia de construcciones de tierra cruda en las edificaciones del mundo entero, sobre todo de viviendas en China, Medio Oriente, África y América Latina.

En la actualidad hay una fuerte presencia de construcciones con tierra en países como Australia, Nueva Zelanda, Escocia, Suecia, Noruega y Dinamarca, redescubriéndose las ventajas como material de bajo o nulo costo, acompañados de una nueva filosofía de vida, como la ecología, la permacultura, etc.

En estos países industrializados, no sólo se usa la tierra cruda para recuperar edificaciones antiguas que forman parte de su patrimonio, sino, que algunas investigaciones están centrándose en el comportamiento que tienen los adobes aligerados con paja o corcho y paneles de tierra con yute y cañizo para utilizar como revestimientos de interiores, tratando de reducir el impacto ambiental que produce utilizar materiales cuya producción produce grandes consumo de energía y contaminación (cemento, aluminio, PVC, etc.)

### **2.1 – Antecedentes históricos**

Algunos de estos antecedentes constructivos en tierra cruda sirvieron como base para que algunos países industrializados quisieran recuperar estas construcciones ancestrales.

En Perú, la ciudadela de Chan Chan, es la más grande de América, (1200-1480). Este sitio arqueológico ahora, cubre un área de veinte kilómetros cuadrados aproximadamente y está formado por diez recintos amurallados y algunas pirámides solitarias. Las Huacas peruanas sobre el valle del río Rimac, datan de 3.500 años; la “ciudad” de Pachacamac, con sus plazas, templos, viviendas y depósitos se remontan a 600 a.C.

En México, Colombia, Ecuador, Bolivia, Argentina y en el sur y norte de Chile las casas de adobe son aun patrimonio de muchas familias humildes.

En España, sobre todo en Castilla y León, donde se agregó paja al barro, se conservan las típicas casas de Tierra de Campos (S. XIII). Allí, es notable la

restauración y reconstrucción de estas construcciones que dan un aspecto distintivo y curioso a las mismas.

Son famosas las arquitecturas de adobe y tapial en Irán, Yemen y Marruecos, donde encontramos construcciones abovedadas del siglo VII. Solo recordemos los ejemplos de Tobouctou en Mali (Marruecos) y Shibán (Yemen).

También es frecuente encontrar todavía viviendas “chorizo” o de “paja quinchada” en regiones de África, América Central y América del Sur.

### **3 - LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**

Las principales propiedades de la tierra como material se basan en la economía, como aspecto fundamental debido a su disponibilidad inmediata; facilidad de trabajo y moldeado; resistencia a la compresión, y su favorable confort térmico. Como contraparte de estas características tan ventajosas es ineludible considerar la protección que debe tener ante la humedad y la acción directa del agua de lluvia, así como su baja resistencia a los esfuerzos de tracción, asociado al hecho de ser un material que presenta fallas frágiles sin capacidad de trabajo en el rango elástico.

Posiblemente, la mayor dificultad de someter a simplificaciones teóricas a la tierra cruda, reside en que este material es realmente complejo frente a algunas aleaciones industriales.

La tierra, como materia orgánica para la realización de adobes, chorizos, embarrado, etc. contiene componentes complementarios como fibras, paja, crin, estiércol, etc. que le aportan mayores resistencias iniciales, es decir, que está formada por un material aglutinante y elementos de refuerzos en forma de fibras, tejidas o no. Muchas veces encontraremos compuestos con materiales aditivos naturales o plastificantes, como el agua de penca o extracto de tallos de plátanos.

Se encontrará en numerosa bibliografía las proporciones adecuadas de arena, limos, arcillas y agua que debe tener la tierra para aprovechar correctamente sus propiedades, pero es increíble ver construcciones formidables, con notable resolución técnica-construccionista y excelente creatividad en lugares alejados de la civilización, donde sus “constructores” a simple vista y tacto reconocen las mezclas apropiadas.

#### **3.1 – Ventajas e inconvenientes de la tierra como material de construcción**

##### Ventajas:

- La tierra es un material inocuo, no contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo no contaminado.
- Su obtención es respetuosa; si se extrae del propio emplazamiento, provoca un impacto apenas mayor que el que ya supone realizar la propia construcción.
- Bajo costo, ya que se obtiene localmente, evitando gastos de transporte.
- Amplia y fácil disponibilidad en cualquier lugar del mundo.
- Material de muy baja energía incorporada.
- Aptitud para ser usado en técnicas de construcción que requieren mano de obra intensiva y baja inversión de capital.
- Posibilidad de ser usado sin conocimientos muy especializados y sin equipos sofisticados.
- Existencia de una larguísima tradición en su utilización, que facilita el uso en la autoconstrucción.
- Posibilidad de preservar los importantes rasgos de la identidad cultural de los pueblos, en materia de construcción, sin por ello perder los niveles aceptables de calidad.
- Excelentes propiedades térmicas, la tierra tiene una gran capacidad de almacenar el calor y cederlo posteriormente (calidad conocida como inercia térmica).

- Propiedades de aislamiento acústico, los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una eficaz barrera contra los ruidos indeseados.

En contraposición a estas ventajas, el uso de la tierra cruda presenta algunos inconvenientes, pero no por ello irresolubles:

- Baja resistencia a la acción erosiva de las aguas.
- Baja resistencia a la flexión, por lo cual para su uso en techos se deberá recurrir a tipologías estructurales adecuadas.
- Baja resistencia a la erosión mecánica, por lo que las paredes expuestas a la acción de fuertes vientos deben ser mantenidas con revoques.

## **4 – TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS**

Existen numerosas técnicas constructivas con tierra cruda, muchas de ellas tienen sus antecedentes en las construcciones espontáneas o sin arquitectos que datan de cientos de años. Sólo mencionaremos algunas de ellas.

### **4.1 Técnica del adobe**

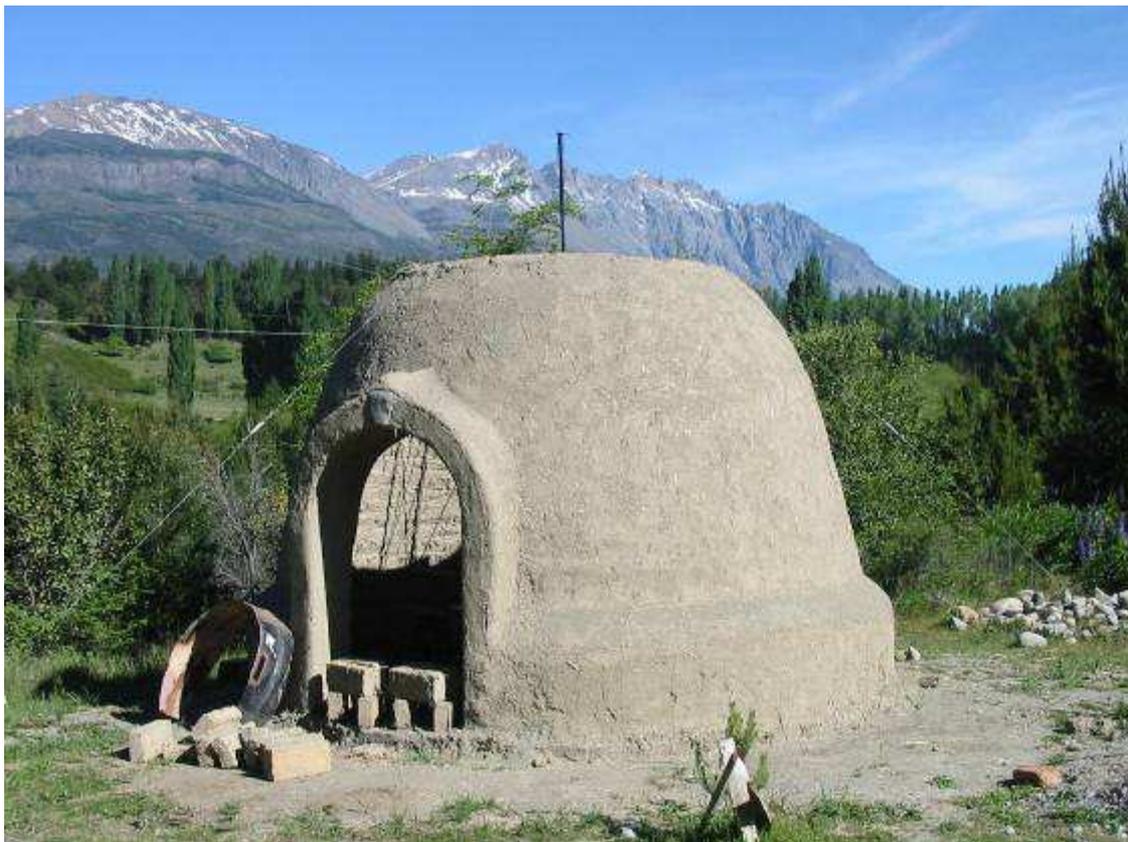
El adobe es una pieza para construcción realizada con barro (arcilla y arena) mezclada a veces con paja, crin o estiércol de caballo. Está moldeada en forma de ladrillo y secada al sol. Las dimensiones recomendables para los adobes son: 38 x 38 cm y su espesor de 8 a 12 cm. Los medios adobes son de 19 x 38 cm y del mismo espesor del adobe, aunque en algunas zonas se encuentren adobes de 6 x 15 x 30 cm.

Las fallas comunes en las construcciones con adobes pueden ser reducidas mediante el control de la tierra y los “híbridos” o material de refuerzo utilizados; el dimensionado adecuado de las piezas y los muros, el dimensionado adecuado de la estructura, tanto de la cimentación como del muro portante, o las vigas y pilares y la protección frente a la lluvia y a la humedad natural del terreno.

Antes de construir los muros, se debe estudiar su altura para evitar que éstos sean demasiado esbeltos, por eso, la altura nunca será mayor a 6 veces el espesor del muro. En caso contrario, se utilizarán contrafuertes; éstos también serán de adobe y deberán estar amarrados al muro respetando las trabas de adobes enteros.

Los vanos de puertas y ventanas deben estar centrados respecto al paño del muro correspondiente, y no ser mayores a un tercio del largo del muro, debiendo llegar hasta la cara inferior de la viga solera doble de amarre. Los adobes deben asentarse sobre un mortero de tierra de idénticas características que la los mismos.

Los cimientos tradicionalmente utilizados en la zona rural son de piedra y barro y se debe cuidar de realizar los sobre-cimientos con una altura mínima de 30 cm sobre el nivel del terreno natural y el ancho mínimo corresponde al ancho del muro, para evitar el contacto de éste con la humedad del suelo.



Construcción con adobe en Golondrinas - Chubut

#### 4.2 – Técnica del tapial

El tapial o muro de tierra apisonada (“terre pisé”) es la construcción de muros monolíticos mediante la compactación de la tierra húmeda en un encofrado o molde vertical de tablonces de madera. Una vez apisonada una capa, se eleva el molde, se añade otra capa de tierra, se apisona y se repite así la operación hasta alcanzar la altura del muro.

Los vanos de las puertas y ventanas se van realizando a medida que crece la pared.

Es imprescindible también aislar los muros de la humedad del suelo; del agua líquida de lluvia o circulante y encharcada, con sobre-cimientos de piedra.

Los muros de tierra apisonada o tapial resisten mejor la intemperie que los muros de adobe, pero no mejoran su resistencia a la tracción; en cambio se obtiene continuidad del material en la pared, al suprimir las juntas entre adobes. La densidad de la pared puede incrementarse un poco más colocando algunas capas de piedra dentro de la pared, la tierra sirve como matriz y las piedras deben estar separadas sin hacer contacto entre sí para que la masa conserve su homogeneidad. Su mayor densidad influye en que la resultante entre los esfuerzos horizontales junto con el peso de la pared se defina en ángulos más inclinados hacia abajo disminuyendo los riesgos de provocar esfuerzos de tracción en la base; esto permite construir las paredes de tapial levemente más delgadas.

El encofrado de madera del tapial tiene una longitud entre 2,00 y 3,00 m, una altura entre 1,00 y 1,30 m, y un ancho variable de 0,50 a 0,70 m, dependiendo de las alturas de las paredes o muros a construir.

La gran inercia térmica de este sistema constructivo le permite permanecer fresco durante el día, y desprender el calor acumulado durante la noche.

Como desventaja, el tapial resiste mal la tracción, por lo que es frecuente que se fisure con el tiempo.



Casa Sarmiento – Palencia - España

#### 4.3 – Técnica de bloques de tierra compactada

Los bloques de tierra compactada o prensada son ladrillos de tierra cruda con bajo contenido de agua obtenidos tras prensarlos de manera mecánica, para obtener formas regulares y de mayor resistencia.

La mezcla de tierra cruda con arena no debe contener paja, crines, raicillas, etc. como el adobe, y la diferencia principal entre ellos es que el bloque no necesita tiempo de curado y su resistencia se logra por la compresión en la prensa.

Los bloques de tierra pueden ser “inestabilizados” o “estabilizados”. Los bloques estabilizados llevan cemento incorporado, por lo que resultarán más costoso, necesitarán una poco más de agua para la hidratación del cemento lo que mejora sus propiedades mecánicas. Los bloques de tierra prensados pueden ser producidos en obra. Los bloques de tierra prensados se pueden utilizar inmediatamente después de fabricarlos, continuando el curado y ganando resistencia después que estén colocados. El tamaño de los bloques puede variar según el diseño deseado, cambiando el molde de la prensa. Para diseñar paredes estructurales utilizando cualquier tipo de bloque de tierra se ha de tener en cuenta la altura y el espesor de la pared.

Para obtener las condiciones térmicas mínimas adecuadas los bloques de tierra deben tener 30 cm como mínimo de ancho.

#### 4.4 – Técnica Cob

Es la técnica para la construcción de casas de tierra mediante una mezcla de tierra, agua y paja sin ninguna forma concreta. Es originaria de Gran Bretaña, aunque se hallan ejemplos por todo el mundo, y resulta especialmente adecuada en zonas lluviosas.

El cob es un material de construcción cuyos componentes son arcilla, arena, paja y barro común de tierra, en cierto sentido es semejante al adobe y al tapial, teniendo aproximadamente las mismas proporciones de materiales constituyentes. El proceso de fabricación permite que las construcciones realizadas no requieran ser

transformadas previamente en ladrillos, sino que, igual que en el tapial, el conjunto se construye a partir de los cimientos, en muros de un solo bloque.

Se trata de un material muy económico, ecológico, resistente a los agentes climáticos y, por su ductilidad, fácilmente trabajable y moldeable.

Como técnica constructiva es muy antigua, y se remonta a la prehistoria, en algunas poblaciones sedentarias. Edificaciones en cob se pueden encontrar en la actualidad en países tan distantes como Inglaterra, África y Estados Unidos.

En general, la construcción con tierra tipo cob es más propia de climas húmedos, mientras que la técnica del adobe y el tapial es característica de climas más secos y soleados. Esto se debe a las dificultades para secar los adobes en los climas más lluviosos.

La elevación de los muros se realiza a partir de un cimiento rocoso y sobre éste se moldean las paredes, capa por capa, ajustándose a unos pocos elementos estructurales, como jambas y dinteles, que servirán como elementos de consolidación a partir de los cuales las paredes tomarán su forma definitiva.

Aunque no es indispensable, a las paredes suele darse un acabado con revoque con el mismo material o con cal, según las costumbres o tradiciones. Se pueden realizar fácilmente relieves artísticos en las paredes, siempre y cuando estos no sean bajorrelieves muy profundos que puedan debilitar la estructura.



Construcción con cob en Golondrinas – Chubut



Construcción con cob en Golondrinas – Chubut

#### 4.5 – Técnica del bahareque

El bahareque, bajareque o pajareque, es el sistema y técnica de construcción realizada fundamentalmente en base a una trama formada con varas de palos, cañas que sirven de soporte a una mezcla de barro con paja picada, estiércol seco de ganado vacuno o equino. Esta técnica constructiva es muy antigua, ya que se la utilizó en varios países de Sudamérica en la época prehispánica.

Existen diferentes tipos de bahareque: el embutido, el esterillado y el tejido y admite la combinación con las otras técnicas constructivas de tierra cruda como el tapial y el adobe. Como todas las construcciones de tierra, necesita estar aislado de la humedad del suelo por medio de sobre-cimientos de piedra.

El sistema es tan versátil que permite el uso de una amplia variedad de especies para su estructura, como el cardón, arboloco, guadua, cañabrava o amarga, caña de castilla, chusque y maderas finas.

La construcción con bahareque comprende varias fases que determinan a su vez la secuencia de ejecución de la técnica. Estas fases denotan la actividad realizada en cada etapa, así como, la horconadura, encañado, embutido y revestimiento o empañetado.

Los techos de las construcciones admiten también diversidad de materiales naturales, como hojas de palma, hojas de yarumo, cañas, y últimamente en algunos edificios aparecieron las tejas cocidas.

Esta técnica es conocida en Perú como quencha o quincha, que significa empalizada o cañizo, cerca o cerramiento de palos y bejucos.

El bahareque es utilizado tanto en las Antillas, Caribe, Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, no sólo para construir viviendas más humildes hasta las grandes casas señoriales, pasando por edificaciones públicas, gubernamentales, asistenciales, educativas y religiosas, con delicadas y exquisitas molduras exteriores, dignas de construcciones tradicionales.



Técnica de bahareque embutido en Villa Unión – La Rioja

#### **4.6 – Técnica del entramado**

La técnica del entramado consiste en el aprovechamiento del adobe para cerrar el entramado de madera. Generalmente esta técnica es usada para realizar la planta alta de las viviendas, ya que la planta baja generalmente es una combinación de piedra y adobe.

Existen diferentes tipos de entramado, desde el más tosco, compuesto por rollizos o maderas apenas desbastados, hasta aquellos contruidos con maderas escuadradas, rellenos y terminaciones muy desarrolladas. En cualquiera de los dos casos, el empleo del entramado obedece a razones estructurales de reducir el peso en la planta alta.

La disposición de los montantes de madera es bastante próxima entre sí; algunas veces pueden aparecer algunas piezas inclinadas para formar las diagonales que rigidizarán el sistema. Los huecos o vanos así formados, son rellenos con adobes en hiladas horizontales y con menos frecuencia se realizan los aparejos en “espina de pescado” o simplemente inclinados.

Esta técnica, permite con facilidad crear los vanos correspondientes a las ventanas, por la disposición de los montantes.

El empleo del entramado no se reduce sólo a los muros exteriores, sino que permite con facilidad crear los tabiques y particiones interiores.



Vivienda con técnica de entramado en Lima - Perú

## CONCLUSIONES

El propósito de esta ponencia es demostrar que existe una gran variedad de técnicas constructivas con tierra cruda, que han sido empleadas por nuestros antepasados y seguirán siendo usadas en muchas y diversas regiones del planeta, mientras el hombre necesite una vivienda y el único material a su alcance sea la tierra.

Numerosísimas construcciones de tierra se desarrollan sin intervención de profesionales y muchas de las soluciones obtenidas son un ejemplo y evidencian una excepcional adaptación al medio natural en que se desarrollan. La apropiación de esas edificaciones por parte de sus moradores, que con tanto esfuerzo las realizaron, las hacen únicas y creativas, ya que dejan su sello o impronta.

Menospreciar las construcciones con tierra cruda es negar una realidad, el hombre necesita viviendas; más del 50 % de la población mundial no supera los índices de indigencia y pobreza, por lo tanto es imposible pretender que usen los materiales tradicionales.

## BIBLIOGRAFÍA

- BUARQUE, Sérgio. Construyendo o desenvolvimento local sustentável. Garamond. Brasil. 2002
- CASTELLAN, Ferruccio. El adobe y la quincha. Servicio Extensión Agraria. España. 1987
- CHIAPPERO, Rubén. Arquitectura en tierra cruda. Nobuko. Argentina. 2000
- FATHY, Hassan. Architecture for the poor. The University of Chicago Press. EE.UU. 1976
- GOMEZ ALVAREZ, Carlos. Viviendas en madera. Caro Hnos. S.A. Argentina. 1980
- GUIDONI, Enrico. Arquitectura primitiva. Aguilar. España. 1977

MAHLKE, Friedmann. De las Tensoestructuras a la bioarquitectura. Fin de siglo. Alemania. 2007

MINKE, Gernot. Manual de construcción con tierra. Nordan Comunidad. Uruguay. 2001

ROHMER, Erhard. Navapalos 86. Inter-Acción. España. 1986

**Patricia Gramajo:** Arquitecta. Docente-Investigador, en la Cátedra de Estructuras I de la FAU, en las materias “Estructuras I” y “Arquitectura en zona sísmica”. Especialista en “Investigación en la Enseñanza Educativa”. Integrante del equipo de Investigación del Proyecto CIUNT B/411. Integrante de la “Red Regional de Tecnología de las Facultades de Arquitectura”. E-mail: [patrigramajo@arnet.com.ar](mailto:patrigramajo@arnet.com.ar) . Tel: (0381) 4346938

**Ana María Moeykens:** Arquitecta. Docente-Investigador, en la Cátedra de Estructuras I de la FAU, en las materias “Estructuras I” y “Arquitectura en zona sísmica”. Integrante del equipo de Investigación del Proyecto CIUNT B/411. Integrante de la “Red Regional de Tecnología de las Facultades de Arquitectura”. E-mail: [adelacroix@arnet.com.ar](mailto:adelacroix@arnet.com.ar)