

/2

Construcción con tierra



Centro de Investigación Habitat y Energía, CIHE, SI, FADU, UBA



Instituto de Arte Americano, IAA, FADU, UBA

Buenos Aires, Argentina
2006

Construcción con tierra

/2

es una publicación de:



Centro de Investigación Habitat y Energía, CIHE, SI, FADU, UBA
Directores: Dra.Arq. Silvia de Schiller, Arq. John Martin Evans



Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas "Arq. M. J. Buschiazzo", FADU, UBA
Director: Dr.Arq. Alberto de Paula

AUSPICIOS

- Proyecto PIP N° 5408 CONICET, IAA, FADU, UBA
- Proyecto UBACYT A 020, CIHE, SI, FADU, UBA
- Proyecto PICT N° 13678, ANPCYT, CRIATIC, FAU, UNT

ADHESIONES

- **PROTERRA** Red Iberoamericana de Cooperación Académica y Científico-Tecnológica
- **CRIATIC** Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán
- **Programa ARCONTI** Arquitectura y Construcción con Tierra, Instituto de Arte Americano "Arq. Mario J. Buschiazzo", Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires

Editor Responsable: Centro de Investigación Habitat y Energía, CIHE, SI, FADU, UBA
Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4to piso, (1428) Buenos Aires
Tel. (011) 47896274, E-mail: cihe@fadu.uba.ar

Equipo editor: Arq. Rodolfo Rotondaro (Director Publicación), Arq. Juan Carlos Patrone,
Dra.Arq. Silvia de Schiller

Diseño y diagramación: Arq. Rodolfo Rotondaro, Arq. Juan Carlos Patrone
Imágenes de tapa: R. Etchebarne, J. Chaila, O. Albarracín

Financiación: Proyecto PIP N° 5408 CONICET (IAA, FADU, UBA)
Proyecto UBACYT A 020 (CIHE, SI, FADU, UBA)
Proyecto PICT N° 13678 ANPCYT (CRIATIC, FAU, UNT)

1ra edición: Ciudad de Buenos Aires, diciembre 2006

ISSN 1669-8932

Los artículos firmados no expresan necesariamente la opinión de la publicación.

diciembre 2006
Ciudad de Buenos Aires, Argentina

Presentación

En los dos números anteriores de “Construcción con Tierra” hemos publicado trabajos producidos por autores de varios países de la región. Los mismos se han referido a varios aspectos de la Arquitectura y la Construcción con Tierra: tendencias en la investigación, patrimonio edificado en tierra, prototipos de elementos constructivos, sistemas mixtos, sismorresistencia, capacitación y transferencia, y arquitectura contemporánea.

Este número de “Construcción con Tierra” está organizado en dos secciones: una principal, con seis artículos de divulgación, y una secundaria, con información general.

Los artículos son trabajos de autores del Uruguay, México y la Argentina, y su contenido nos permite conocer avances en cuanto a la investigación tecnológica enfocada en la producción de elementos y sistemas constructivos para la vivienda de Interés Social; a nuevos proyectos orientados a la documentación y puesta en valor del patrimonio edificado en tierra; a la aplicación de distintos modos de gestión multisectorial; a la arquitectura para zonas con riesgo sísmico; y a la reflexión general sobre la aceptación y el rechazo que existen respecto de las construcciones de tierra.

En la información general se reseñan actividades de capacitación teórico-práctica realizadas en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, en el marco del foro Académico FADU 2006, y en la Provincia de La Rioja, organizadas por organismos oficiales del gobierno provincial, la Universidad Nacional de La Rioja y la Asociación Pro-Patrimonio-La Rioja.

A través de estos primeros tres años de nuestra publicación podemos constatar que la Arquitectura y la Construcción con Tierra están teniendo, en las últimas décadas, un reconocimiento y un tratamiento en distintas esferas y ámbitos de la actividad pública y privada, como campo temático importante dentro de la arquitectura y dentro de las alternativas constructivas.

La investigación sistemática y la diversa producción de obras, sumados a la formación de recursos humanos y la promoción, están posibilitando un cambio de opinión favorable y fundamentado, que contribuye a que este modo de proyectar y hacer arquitectura ocupe el lugar que se merece en la construcción de un habitat sostenible para la región.

Rodolfo Rotondaro

INDICE

1. Proyecto Terra Uruguay. Montaje de Prototipos de vivienda a través de la utilización de tecnologías en tierra: adobe, fajina y BTC	5
Rosario Etchebarne, Gabriela Piñeiro y Juan Carlos Silva	
2. La arquitectura con tierra y su variabilidad de experiencias.....	21
José Adán Espuna Mújica, Víctor Manuel García Izaguirre, Rubén Salvador Roux Gutiérrez, Carlos Alberto Fuentes Pérez, Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez	
3. Tierra, sismo y vivienda social.....	28
Osvaldo Albarracín, A. Pereyra, N. Merino, A. Dubos, A. Pringues, A. Scognamillo, M. Flores, M. Saldivar, J.L. Bustos	
4. Proyecto Camino del Adobe. Valle del Bermejo, Prov. de La Rioja	34
Luís Orecchia y Silvia Fernández	
5. Identidad local. Estrategias de ampliación de “La ruta del adobe”. Catamarca, Argentina.....	39
Josefina chaila y María Fernanda Carrizo	
6. Diseño de pisos y revoques con empleo de tierra tosca estabilizada. Buenos Aires, Argentina	45
Rodolfo Rotondaro, Juan Carlos Patrone y Alex Schicht	
7. El suelo-cemento, un recurso tecnológico para la construcción de Edificios	56
Carlos E. Alderete, Lucía E. Arias, Stella M. Latina, Rafael F. Mellace, Mirta E. Sosa, Irene C. Ferreyra	
Información general	65
* V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra-I Seminario Arg. de Arquitectura y Construcción con Tierra, Mendoza, Argentina	
* Seminario-taller en La Rioja, Argentina	
* Seminarios 2006 en la FADU, UBA, Ciudad de Buenos Aires	
* ISES – ASADES 2006	

PROYECTO TERRA URUGUAY. MONTAJE DE PROTOTIPOS DE VIVIENDA A TRAVÉS DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN TIERRA: ADOBE, FAJINA Y BTC.

Rosario Etchebarne*, Gabriela Piñeiro y Juan Carlos Silva

Resumen

En este trabajo se presenta una síntesis de los trabajos realizados en el Uruguay en el campo de la vivienda construida con técnicas de fajina y bloques de tierra comprimida, BTC. Se describen la experiencia con los BTC en la Facultad de Arquitectura Regional Norte, Salto, y el prototipo con fajina realizado con la Cooperativa de viviendas Vaimaca. Se detallan los procesos de selección de tierras, los ensayos físico-mecánicos, y se mencionan las ventajas de los sistemas aplicados. Se describen además las características de la técnica tradicional de la fajina en Uruguay, así como también generalidades del bloque de tierra comprimida, BTC.

Palabras clave: prototipos de vivienda, fajina, bloque de tierra comprimida

FAJINA

Introducción

La fajina se ubica en el sinóptico de la geo-construcción dentro del grupo de las técnicas mixtas de construcción con tierra procesada, con estructuras portantes diversas y con osamentas que sostienen un relleno a base de tierra. Este grupo comprende varias técnicas constructivas muy difundidas en América Latina. La técnica de fajina se ha constituido en la actualidad en una importante y viable alternativa constructiva. Dentro de los objetivos del PDT se encuentra la capacitación y transferencia del conocimiento y experiencia adquiridos en esta técnica, respondiendo a los recursos y potencialidades técnicas y económicas de la comunidad desarrollando las capacidades de sus integrantes. El proyecto PDT 16/15, construye un prototipo de 50 m² en Villa Teresa, CCZ 14 en la ciudad de Montevideo, en acuerdo de trabajo con la Intendencia Municipal de ese departamento.



Montevideo – Construcción Prototipo en Fajina – año 2005

* Arquitecta, Unidad del Hábitat, Programa de Desarrollo Tecnológico, Proyecto 16/15, Universidad de la República, Facultad de Arquitectura – Regional Norte. E-mail: ruetche@adinet.com.uy

La **Fajina** es una técnica constructiva artesanal basada en la utilización de materiales naturales, conocida con nombres varios: encañizado, quincha o bahareque. El término bahareque es una voz que proviene de Guatemala y Honduras, el sinónimo más antiguo es quincha que proviene de la voz quichua “quinzha” que significa seto de varas de madera, barrera o cerca. En Latinoamérica se ha utilizado desde tiempos precolombinos (600 D.C.), en construcciones rurales y urbanas incorporando luego algunas técnicas traídas por los conquistadores; y se sigue empleando hoy día como un sistema constructivo que resuelve técnicamente la necesidad de vivienda tanto de sectores de bajos ingresos económicos que autoconstruyen sus viviendas, como sectores de clase media y alta, asistidos técnicamente por profesionales especializados en el tema.

En nuestro país la fajina fue utilizada de manera generalizada en construcciones rurales aunque también en áreas urbanas en asociación a otras técnicas, siendo las paredes externas construidas en adobe y las internas en esta técnica. Aún se mantienen viviendas rurales construidas con fajina en algunas zonas del país.



Tacuarembó



Rivera

Paneles de Fajina

Este sistema consiste en prefabricar juegos de paneles modulares generalmente autoportantes y que, uniéndose entre sí, permiten armar muros con los vanos deseados. Esto posibilita preparar paneles para muchas casas a la vez.

Se puede diseñar para los muros exteriores y divisiones internas diversos tipos de paneles como por ejemplo :

- paneles ciegos (de cerramiento)
- paneles de ventanas
- paneles de puertas
- paneles específicos, etc.

Los paneles están generalmente previstos para ser fabricados, manipulados y montados por dos hombres (o a veces por uno solo) sin la necesidad de grúas y maquinaria pesada. El prefabricado de paneles modulares da la posibilidad de producir paneles con diversos grados de mecanización, desde la producción artesanal en pequeños talleres (con mucho trabajo manual, pocas herramientas y poca capacidad de almacenamiento), talleres semi-industriales con un nivel relativo de mecanización, racionalización, capacidad de almacenamiento y transporte adecuado, hasta industrias con infraestructura, personal y maquinaria sofisticada para una alta producción. El **Panel de fajina** consiste en una estructura de madera que recibe una trama de cañas o listones, a la cual se aplica un relleno de barro estabilizado en estado plástico.

La Estructura

Conformada por una estructura principal independiente cuyos componentes son piezas de madera natural (rolos o varejones) o aserradas (escuadrías), verticales y horizontales. Se habla de estructura independiente porque se construyen paneles individuales que unidos a otros iguales conforman una habitación.

La Trama

Enrejado o trama de cañas, listones o ramas, atadas o clavadas, dispuestas generalmente en dos sentidos: "horizontal y vertical" o "diagonal y diagonal". Esta trama también puede estar constituida por mallas metálicas del tipo usado para gallinero o de descarte de tapas de botellas.

El Relleno

Los espacios de la trama se rellenan con una mezcla de tierra trabajada en estado plástico, con adición de estabilizantes, recubriendo la trama en sucesivas capas por una o ambas caras.



Estructura del panel

Trama

Relleno

Lo ideal es poder utilizar la tierra del lugar, pero para ello es imprescindible conocer las características de la tierra disponible para determinar si es necesario estabilizarla y definir las dosificaciones más adecuadas a utilizar.

Ventajas de la Fajina

1. La idea de diseñar un sistema constructivo a partir de paneles de fajina, se basa en una experiencia de investigación y experimentación tecnológica desarrollada con la finalidad de obtener procedimientos en base a tierra – madera, que permitan ofrecer alternativas constructivas eficientes.
2. Es una alternativa de racionalización, donde se simplifica el trabajo artesanal en obra a partir de la prefabricación de paneles. Esto permite configurar una estructura articulada e independiente, priorizando el uso de materiales locales de bajo costo y mano de obra no especializada. Se requiere un proceso de capacitación en la técnica.
3. Economía, durabilidad y eficiencia (control higrotérmico y acústico).
 - Economía: es un sistema apto para sustituir la escasez de recursos económicos por recursos humanos. Con el dimensionado adecuado y estrictamente necesario de los componentes, el sistema propuesto utiliza secciones mínimas de material, de fácil obtención y traslado, de fácil fabricación dentro de la comunidad.

- Estabilidad: se obtiene a través de una estructura articulada de paneles y diseño de sus puntos críticos:
 - unión a la cimentación
 - impermeabilización (capilaridad – condensación - pluviales)
 - interfases barro – madera
 - unión cerramiento superior, aberturas
 - acondicionamientos (sanitario y eléctrico)
 - Eficiencia: Utiliza, aprovecha, potencia los recursos materiales de la zona, minimizando gastos de traslado.
Revaloriza el uso de maderas y cañas en la trama.
Por sus cualidades termofísicas, el barro facilita la amortización térmica entre interior y exterior.
4. Intervención del propio usuario en el proceso de diseño y construcción. Las técnicas empleadas son de fácil apropiación por las personas de una comunidad a partir de una mínima capacitación.
Por su simplicidad permite la participación de hombres, mujeres y niños.
El sistema propuesto puede ser desarrollado en procesos de autoconstrucción o en programas de construcción de conjuntos de viviendas, porque se puede prescindir de mano de obra especializada así como de maquinaria pesada, herramientas y equipos sofisticados.
Utiliza técnicas apropiadas y eficientes que permiten sistematizar los procesos constructivos, posibilitando la flexibilidad y el crecimiento.
Permite la prefabricación de componentes, ya sea in situ o en talleres, reduciendo así el trabajo artesanal de obra.
Por sus características modulares, permite la sustitución de componentes, o de su totalidad con un mínimo desperdicio de material en el caso de no ser estructura portante.

La experiencia de la Facultad de Arquitectura Regional Norte - Salto

VAIMACA – MODELO DE GESTION Y MODELO DE TRANSFERENCIA

Este prototipo se monta enmarcado en las actividades del PDT: PROGRAMA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO N° S/C/OP/16/15, en el predio municipal en custodia de la Cooperativa de viviendas Vaimaca, en el CCZ 14 – Villa Teresa, Montevideo.

Técnica: Fajina

Institución Ejecutora: Facultad de Arquitectura Regional Norte

Responsable Científico: Arq. Rosario Etchebarne

Investigadora: Arq. Gabriela Piñeiro

Director de Obra: Arq. Héctor Dupuy

Duración prevista de la Obra: 3 meses

Duración real de la obra: 3 meses (existieron interrupciones)

Fecha de inicio: mayo de 2005 Fecha de finalización: abril de 2006

Objetivo general del PDT s/c/op/16/15: mejorar los actuales procesos de gestión, diseño y construcción con tierra en el Uruguay.

Objetivos que se han logrado con la construcción del prototipo:

1. Se diseña (anteproyecto, proyecto y proyecto ejecutivo) y construye el prototipo Vaimaca utilizando tecnología de fajina, con un modelo de gestión y transferencia tecnológica tendientes a mejorar los existentes en nuestro país actualmente. La idea de diseñar un sistema constructivo a partir de paneles de fajina, se basa en la

experiencia de investigación y experimentación tecnológica desarrollada con la finalidad de obtener alternativas constructivas eficientes. Es uno de los objetivos del PDT la capacitación y transferencia del conocimiento y experiencia adquiridos en esta técnica, respondiendo a los recursos y potencialidades técnicas y económicas de la comunidad, desarrollando las capacidades de sus integrantes.

*Este objetivo se cumple con el montaje de este prototipo ya que se realiza con mano de obra de los cooperativistas, posibilitando la intervención de los mismos en el proceso de diseño y construcción, prescindiendo de mano de obra especializada así como de maquinaria pesada, herramientas y equipos sofisticados. Esta técnica es de fácil apropiación por las personas de la comunidad a partir de **instancias de capacitación programadas** donde se transfiere la tecnología a hombres, mujeres y niños, constituyéndose en una importante y viable alternativa constructiva, que promueve el desarrollo de aptitudes y posibilidades laborales.*

Incentiva el compromiso de los participantes en la construcción de su propio hábitat, y se logra capacitar a un grupo para repetir esta experiencia. Por encima de la expresión material del proyecto queda la satisfacción de un grupo de personas que con sus propias manos levantaron el prototipo, fruto de su organización lo que posibilitó un trabajo compartido y de ayuda mutua. La capacitación recibida los habilita para construir y afrontar nuevos emprendimientos donde encaren tareas de construcción.

2. Se da confiabilidad al sistema constructivo en Tierra, respetando las condicionantes de diseño, a través del dimensionado adecuado de los componentes y cuidando el diseño de puntos críticos: unión a la cimentación, impermeabilización (capilaridad – condensación - pluviales), interfases barro – madera, unión cerramiento superior, aberturas, acondicionamientos (sanitario y eléctrico), garantizando las condiciones de habitabilidad de los locales. Este prototipo salva exitosamente el tornado ocurrido en el mes de agosto de 2005 en Montevideo.

3. Los costos de construcción que se obtienen son de U\$S 4.000 = UR 330 correspondientes a materiales para 55m²., adquiriendo los materiales en “ la barraca del barrio” y para una sola casa. Si se construyen 20 casas y se utilizan materiales del lugar, en el caso de la vivienda rural el monto de materiales es de 250UR. La mano de obra es aportada por los cooperativistas.

La Dirección de obra, la capacitación y la transferencia tecnológica está a cargo de arquitectos integrantes del equipo de investigadores del PDT. Es un sistema apto para sustituir la escasez de recursos económicos por recursos humanos, utilizar y potenciar recursos materiales naturales renovables de la zona minimizando gastos de traslado y revalorizar el uso de la madera y la caña. Este modelo de gestión conduce a una solución concreta, viable, con bajos niveles de financiamiento, contribuye a crear fuentes de trabajo y revertir el proceso de marginación.

4. Se sistematizan procesos de montaje con la prefabricación de componentes en taller, reduciendo el trabajo artesanal de obra. Permite flexibilidad por la sustitución de componentes con un mínimo desperdicio de material. Para el caso de la vivienda rural, un grupo se capacita en confeccionar los paneles y otro en realizar el montaje, luego de colocado el techo. Se presenta este prototipo ante el PIAI, MEVIR, Intendencias, MIDES. Como resultado concreto se construirá un prototipo Vaimaca +2 (de 110 m².) en la ciudad de Rivera, Asentamiento La Arenera, en acuerdo de trabajo con el PIAI y la Intendencia Municipal de Rivera y un prototipo en BTC y fajina en la ciudad de Artigas en acuerdo de trabajo con la IMA.

Galería de fotos

<p>Planificación del Cronograma de obra con los cooperativistas – abril 2005</p>	<p>Replanteo de obra – mayo 2005</p>	<p>Excavaciones</p>
<p>Encofrado viga cimentación</p>	<p>Posicionado de pilares</p>	<p>Cimiento, sobrecimiento y pilares</p>
<p>Llenado de sobrecimiento</p>	<p>Ganchos para recibir paneles de fajina</p>	<p>Contrapiso</p>
<p>Confección de paneles de fajina por grupo de mujeres en un Taller de Carpintería</p>	<p>Posicionado de paneles</p>	<p>Losetas aislación térmica techo</p>
<p>Posicionado vigas horizontales</p>	<p>Estructura del techo y paneles – junio 2005</p>	<p>Techo de chapas galvanizadas</p>

Paneles interiores – instalación eléctrica por cielorraso	Preparación y pisado del barro	Primer embarado exterior – 25 de agosto 2005
		
Embarado exterior – octubre 2005	Paneles interiores e instalación eléctrica por paneles.	Primer embarado interior. Segundo embarado exterior
 	 	 
Preparación de superficie para revocar – y revoque interior	Barro y paja para sellado de fisuras	Sellado de fisuras e imperfecciones

BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA

Introducción

La tecnología del bloque comprimido de tierra estabilizada se ha constituido en la actualidad en una importante y viable alternativa constructiva. El rigor científico y técnico aplicado en las investigaciones realizadas a nivel internacional, permiten hoy garantizar la calidad de esta técnica constructiva. Dentro de los objetivos del PDT se encuentra la capacitación y transferencia del conocimiento y experiencia adquiridos en esta técnica, respondiendo a los recursos y potencialidades técnicas y económicas de la comunidad desarrollando las capacidades de sus integrantes.

El proyecto PDT 16/15, prevé la construcción de un prototipo de dos dormitorios (50 m²) en la localidad de Cerro del Ejido, al sur de la ciudad de Artigas, teniendo como Institución asociada a la Intersectorial de Artigas.



Australia – Construcción en BTC

Bloques de Tierra Comprimida

Es el producto resultante de la mezcla de tierra, agua y eventualmente cemento en proporciones adecuadas, que se somete a compresión en una máquina con el fin de obtener altas densidades, y que luego es sometido a un proceso de curado para que

se produzca su endurecimiento efectivo. La prensa puede ser accionada de forma manual o mecánica.

Tierra + Cemento + Agua + Compresión = BLOQUE

La compresión se realiza con una máquina llamada prensa o bloquera. Una de las prensas que ha sido más utilizada es la Prensa CINVA – RAM. Las dimensiones y forma del bloque dependerán de las medidas de la caja de la máquina y de las placas que permitirán formar bloques huecos. La prensa construida para la Facultad en Salto permite confeccionar bloques de 10 x 14 x 29 cm. Los bloques huecos permiten aliviar el bloque y alojar armaduras de hierro o caña.



Prensa nueva



Prensa vieja



Prensa en España

Los bloques de tierra comprimida permiten construir edificaciones de dos pisos y podrían alcanzar inclusive un tercer nivel. Lo ideal es poder utilizar la tierra del lugar, dado que de ese modo se abaratan los costos, pero para ello es imprescindible conocer las características de la tierra disponible para determinar si es necesario estabilizarla y definir las dosificaciones más adecuadas a utilizar.

Tierra

Es el material básico que interviene en mayor proporción en la conformación del bloque. ¿Qué tierra utilizamos entonces? El suelo debería tener una constitución tal que requiera el menor contenido de cemento. Debemos desechar la capa superficial que posee restos orgánicos. Es preferible la capa que está por debajo de 30 a 60 cm según el terreno.

Los componentes de la tierra son: arena (grano grueso sin cohesión), limo (grano fino sin cohesión) y arcilla (grano fino con gran cohesión). Las arcillas son el aglutinante natural de las partículas más grandes, y los limos y las arenas conforman el esqueleto resistente que soportan las cargas y evitan la fisuración. Si tenemos exceso de arena el bloque puede deshacerse al desmoldarlo. Si el porcentaje de arcilla es excesivo el bloque se pega al molde y al tratar de desmoldarlo se desprenden pedazos de las caras del bloque o incluso puede llegar a romperse. Esto mismo sucede cuando hay un exceso de humedad en la mezcla. La proporción óptima de cada uno de ellos podríamos establecerla en:

Arcilla	5 a 35 %
Limo	0 a 20 %
Arena	40 a 80 %



Tierra utilizada en Artigas

La granulometría debería ser:

Tamiz	Porcentaje que pasa
Nº 4 (4,8 mm)	100
Nº 40 (0,42 mm)	70-15
Nº 200 (0,075 mm)	50-10

Límite líquido < 45 %

Índice de plasticidad < 18 %

IP < 15 – 20 %

PH del suelo < 5,4

Porcentaje de materia orgánica < 2 %

Luego de realizados los ensayos para conocer qué tipo de suelo tenemos, procedemos a determinar el porcentaje de cemento.

Ver Anexo: Ensayos de Suelos.

Cemento

Los efectos del cemento en el suelo son:

- disminuye el peso específico seco
- aumenta la resistencia a la compresión
- disminuye la sensibilidad a la acción del agua
- disminuye la retracción por secado
- aumenta la resistencia a la erosión

La cantidad de cemento a agregar dependerá del tipo de suelo disponible. En general se trabaja con un porcentaje del 8 al 12 % en peso. Cuando trabajamos en volúmenes se utilizan de 8 a 12 volúmenes de tierra por cada uno de cemento. Las dosificaciones recomendadas son las de 1 a 8 y 1 a 9. No se emplearán contenidos de cemento inferiores a 5 % en peso (puede llegar a ser incluso contraproducente) y no se recomienda superar el 12 % (por una razón económica). Para determinar la cantidad de cemento es aconsejable preparar tres mezclas de prueba con los siguientes contenidos de cemento en peso: 5, 8 y 12 %. Con cada una de estas mezclas se fabricarán 15 bloques, los que se someterán a ensayos de compresión y absorción.

El cemento actuará principalmente sobre las arenas y las gravillas, como en el hormigón, y los mejores resultados se obtendrán con las tierras arenosas. De hecho es inútil, casi nefasto, utilizarlo en tierras muy arcillosas (>20%). Por eso el índice de plasticidad debe ser bajo: de 15 a 20%.

Para tierras arcillosas (20 a 40% y hasta 70% con IP de 18 a 30%) el estabilizante adecuado es la cal aérea. A modo de referencia diremos que:

- dosificaciones de 20:1 (arena / cemento) en volumen corresponden a un 4,5 % de cemento en peso
- dosificaciones de 14:1 (arena / cemento) en volumen corresponden a un 8% de cemento en peso
- dosificaciones de 8:1 corresponden a un 11,1 % de cemento en peso

Agua

La cantidad de agua a agregar a la mezcla dependerá del contenido natural de humedad que posea la tierra utilizada. Lo correcto es guiarnos por el Contenido de Agua Óptimo (CAO), que es determinado por la prueba de Proctor, que nos indica la humedad óptima de compactación de un suelo, aquella que nos permite alcanzar la densidad más elevada, es decir, los bloques más pesados. De una manera práctica podemos determinar la humedad óptima mediante la Prueba de la Bola. Se toma una porción de tierra mezclada con agua y se amasa una pelota de 5 cm de diámetro, se la deja caer de una altura de 1,2 m. Si se disgrega completamente significa que necesita más agua. Si se aplasta sin desarmarse, la mezcla tiene más agua de la necesaria. Si se desarma en pocas partes (3 o 4) la mezcla tendrá la humedad óptima. La mezcla deberá ser siempre húmeda, no pastosa ni diluida; en general la humedad óptima anda en el entorno del 12 %. Una forma práctica de ir ajustando la humedad de la mezcla es, nuevamente, por ensayos sucesivos, pesando los bloques a medida que se van confeccionando. Por ejemplo, se confeccionan 10 bloques con una cierta dosificación de agua y se obtiene su peso medio. Posteriormente se fabrica una segunda partida con un contenido de agua mayor pesándose nuevamente.

Si el peso medio de esta partida es superior al de la anterior se procede a una nueva mezcla agregando más agua, y así sucesivamente hasta que el peso disminuya. Si el peso medio de la segunda partida fuera menor, se procede a disminuir el contenido de agua, probando hasta que el peso comience a disminuir. En resumen, la humedad óptima de la mezcla será aquella que nos permita obtener los bloques más pesados, es decir, los más densos.

Fabricación

Extraída la tierra (estando seca o con muy poca humedad) se procede al zarandeo para romper los terrones que puedan haber. Se recomienda que la tierra se encuentre lo más seca posible ya que ello permite el correcto mezclado de la tierra con el cemento. De lo contrario el cemento formará grumos y perjudicará la homogeneidad de la mezcla. La zaranda que se usa es de abertura de malla de 4 a 5 mm. Se agrega el cemento al suelo de acuerdo a las proporciones establecidas. Se mezcla a pala tantas veces como sea necesario hasta lograr un color uniforme de la mezcla.



Tamizado



Adición de cemento



Adición del agua

Se abre el montón al centro y con una regadera se vierte el agua en forma uniforme y de a pequeñas cantidades, tratando de esparcirla. Se mezcla hasta formar una pasta homogénea, desarmando los grumos que se pudieran formar. Se efectúa la prueba de la bola. Una vez que determinemos que la humedad es la correcta estamos prontos para pasar a la etapa del prensado.

Prensado

Hoy en día existen numerosos tipos de prensas pero una de las más conocidas es la denominada CINVA – RAM, diseñada en 1956 por el Ing. chileno Raúl Ramírez, del Centro Interamericano de Vivienda (CINVA), Bogotá, Colombia.



Australia - Prensa mecánica

Esta máquina consiste en una caja metálica de acero, con un pistón operado manualmente por medio de un brazo de compresión que al hacer palanca eleva la plataforma inferior comprimiendo el bloque contra la tapa. Produce un bloque por vez y alcanza una productividad de unos 40 a 60 bloques por hora. Al fondo del molde se le pueden atornillar matrices de madera con lo cual se conforman distintos tipos de bloques huecos. Como la compactación, en este caso, se hace sobre una sola cara la altura máxima del bloque compactado será de 100 mm (10 cm).

El prensado implica varias tareas:

- Aceitar la caja, colocar la tierra y correr la tapa. No se debe presionar la tierra con las manos antes de prensar. Solo se presiona ligeramente las esquinas del molde.
- Mover la palanca de modo de sacar la traba
- Mover la palanca para proceder al prensado
- Regresar la palanca a la posición inicial
- Correr la tapa y mover la palanca
- Retirar el bloque y acopiar



El bloque acopiado se cubre con plástico o paja para mantener la humedad. Hay que mantenerlos protegidos del sol y del viento. Después de 4 a 6 horas de fabricados se inicia el proceso de curado. Para ello se riega de 2 a 3 veces por día durante una semana como mínimo. La edad mínima recomendada para el empleo de los bloques en la construcción es de 21 días, luego que ha ocurrido la mayor parte de la retracción del material. Una vez utilizada, la máquina puede limpiarse con kerosen o aceite usado de motor, que ayuda a evitar la oxidación.



Características de los Bloques

Los bloques deberán presentar caras lo más planas posibles, sin oquedades y con una distribución pareja de los granos; si las superficies recibirán revoques podrán presentar cierta rugosidad, pero si no se revocarán deberán ser lisas y la tolerancia será de 1 mm. Los bloques deberán cumplir, a los 7 días, con las siguientes especificaciones mínimas:

Característica	Promedio	Valores individuales
Resistencia a compresión	> 2 MPa (20 kg/cm ²)	> 1,7 MPa (17 kg/cm ²)
Absorción	< 20 %	< 22 %

Se deberán controlar las dimensiones resultantes de los bloques. Las tolerancias son de +1, -3 mm en el ancho, +1, -2 mm en el largo, y +2, -1 mm en el alto. El peso mínimo seco del bloque debe ser 6,32 kg, lo que supone una densidad de 1700 kg/m³. El peso seco aconsejado sería de 7,43 kg por bloque que se corresponde a una densidad de 2000 kg/m³. Al momento de desmoldar los bloques el peso mínimo será de 6,95 kg (1870 kg/m³) siendo lo aconsejado un peso de 8,18 kg (2200 kg/m³).

En lo que hace a sus aspectos térmicos los bloques presentan una transmitancia térmica que oscila entre 1,7 y 2,2 W/m²°C. En este sentido lo que interesa destacar es su capacidad térmica que les otorga una buena inercia térmica.

Para el levantamiento de los muros se utiliza en las juntas de asiento de los bloques la misma tierra con un porcentaje de cemento a determinar. Este mortero debe tener una trabajabilidad similar a la de cualquier otro usado en albañilería. Como regla general su contenido de cemento debe ser un 4 % mayor al usado para fabricar los bloques, con un contenido mínimo que deberá ser del 10 %. Las juntas de mortero deberán tener entre 10 y 15 mm de espesor. Los bloques se deben humedecer antes de su colocación para evitar la absorción del agua de mortero y mejorar la adherencia. No se deberá levantar muros de más de 1,20 m de altura por día.

Rendimiento

Los datos que se ofrecen a continuación son a modo de orientación y responden a determinados parámetros, por lo que en función de las condicionantes de cada situación los mismos pueden variar sensiblemente.

Materiales

Para un bloque macizo de 10 x 14 x 29 cm y con una proporción de 1:10 (cemento – tierra)

Tierra	1 m ³ = 160 bloques
Cemento	1 bolsa de 50 Kg = 100 bloques
Mampostería	1 m ² = 30 bloques

Producción

Se considera una jornada de 8 hs por día de 2 personas sin experiencia previa

Bloques por día	250 unidades
Mampostería por día	16 m ²

Ventajas del Bloque de Tierra Comprimida

Los bloques de tierra comprimida presentan las siguientes ventajas:

Los bloques presentan una forma regular y aristas vivas. La elevación de densidad por compactación mejora la resistencia a la compresión, a la erosión y a la acción nefasta del agua.

El costo del material tierra es nulo y no requiere gastos de flete o energía para su fabricación.

La fabricación de los bloques se puede realizar en el mismo lugar en donde se construirá la vivienda, sea en el medio rural o urbano, no requiere mano de obra especializada por lo que pueden ser realizados por los propios interesados, generando como consecuencia mayor economía. La posibilidad de escalonar la producción en un largo período de tiempo.

Disminución de fisuras en el muro ya que la contracción se efectúa durante el secado en cada bloque.

Mayor flexibilidad en el diseño arquitectónico y en la construcción.

La terminación superficial lisa de los bloques y de la mampostería resultante no hacen necesario la ejecución de revocos lo que implica menores costos.

Pueden aplicarse pinturas directamente sobre la superficie no revocada.

El costo de la mampostería de tierra cemento es un 50 % menos que la de ladrillo cerámico o bloques de hormigón, sin considerar los gastos de fletes.

La resistencia o aislamiento térmico de un muro de tierra cemento comprimido es mayor que la del ladrillo cerámico y más aún que la del bloque de hormigón.

Respecto a los adobes los bloques tienen las siguientes ventajas:

- Mayor posibilidad de inmediato almacenamiento
- Area de fabricación y de secado más pequeña y con cubierta
- Piezas más regulares
- Posibilidad de fabricar bloques de formas especiales (con huecos, etc)
- Limitar la estabilización a la superficie del bloque
- Mayor resistencia a la compresión
- Mejor acabado

La experiencia de la Facultad de Arquitectura en Salto

El Proyecto 16/15 del PDT comprende diversos objetivos, entre ellos la construcción de un prototipo en BTC. Con ese fin se realizaron distintas actividades de capacitación y experimentación, tanto para los integrantes del equipo como para diversos sectores de público interesado. En la Facultad de Arquitectura en Salto, se desarrollaron jornadas de fabricación de bloques con los estudiantes como manera de permitir un acercamiento a esta técnica de construcción.

La experiencia fue demostrando que a lo largo de las prácticas los estudiantes fueron mejorando sensiblemente su desempeño, logrando bloques sin roturas en las esquinas, ni aristas deterioradas. El manejo de la prensa CINVA-RAM mostró que no requiere personal calificado para su manejo y con la práctica se mejora notablemente la eficiencia en la producción de BTC logrando en menos tiempo mayor cantidad de unidades. Las mismas conclusiones surgen de las jornadas realizadas con estudiantes de UTU, integrantes de comisiones vecinales y público en general.



Estudiantes de Facultad

Vecinos de diferentes barrios

Estudiantes de UTU

Del mismo modo también resultó fácil la operación de las máquinas rompebloques que permitió un mayor acercamiento (aunque no sea de gran precisión) al conocimiento de las características de los mismos. Los bloques fabricados, a través de los ensayos, mostraron buenos valores de resistencia a la compresión y de absorción de agua, según las recomendaciones internacionales (CYTED).

En Artigas se realizaron varias jornadas de producción de BTC con estudiantes de UTU, ladrilleros y público en general. Allí también se pudo comprobar que se trata de una técnica fácilmente aprensible por los usuarios. Los ladrilleros apreciaron las ventajas del BTC en cuanto a su fabricación, ya que insume menos tiempo, menos mano de obra, menos insumos y requiere menos cuidado que el ladrillo. Se pudo verificar también la importancia de que la tierra esté seca porque se hicieron experiencias con tierras húmedas con malos resultados.



Máquina rompebloques de madera



Jornada en Artigas

Los bloques fabricados han resultado piezas con superficies homogéneas, sin oquedades, lisas, con aristas vivas, bien definidas. Los valores de resistencia a la compresión rondan los 40 kg/cm², lo que es considerado aceptable ya que son muy superiores a los mampuestos tradicionales.

Galería de fotos



Bibliografía

- Pfenniger, F. y Sologuren, M.: *“Autoconstrucción con madera y barro.”*, Ed. CETAL; Chile; 1993.
- Viñuales, G. y Neves, C.: *“Arquitecturas de Tierra en Iberoamérica.”*, Ed. Sudamérica; Argentina; 1994.
- Andrade Delgado, R.: *“Bahareque.”*, Ed. Litotac; Venezuela; 1996.
- Doat, Hays, Houben, Matuk y Vitoux: *“Construir con Tierra.”*, Ed. CRAterre; Grenoble, Francia; 1990.
- Stulz, R.: *“Construyendo con materiales de bajo costo.”*, Ed. CETAL; Chile.
- Ing. Hernández Ruiz, L. E. y Arq. Márquez Luna, J. A.: *“Cartilla de pruebas de campo para selección de tierras en la fabricación de adobes.”*, Ed. CONESCAL; México; 1983.
- ITDG: *“Construyamos con quincha mejorada.”*, Ed. ITDG; Perú; 1993.
- Salas, J.: *“La Tierra, material de construcción.”*, Ed. ; España; 1987.
- Basauri, V.: *“Tabiquería con tierra.”*, Ed. ; Chile; .
- Proterra – Proyecto XIV.6: *“Técnicas mixtas de construcción con tierra.”*, Ed.; Brasil; 2003.
- Houben,H. Y Dota,P.: *“Construir en Tierra.”*, Ed. CRAterre; Francia; 1982.
- Blocs de Terre Comprimée. Volume I. Manuel de Production. Vincent Rigassi. CRAterre – EAG. Escuela de Arquitectura de Grenoble. Francia. 1995.
- Fabricación de Bloques de Tierra – Cemento. Cartilla Técnica. Taller de Capacitación. Arq. Mirta Sosa, Ing. Carlos Alderete. Grupo Tierra Tucumán; Facultad de Arquitectura y Urbanismo; Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Máquina Bloquera para fabricar bloques de suelo – cemento. Serie Documentos Técnicos N° 2. Organización de Estados Americanos. Centro de Tecnología Apropriada; Facultad de Ciencias y Tecnología; Universidad Católica de Asunción; Paraguay. 1999.
- Construir con Tierra. Doat, Hays, Houben, Matuk y Vitoux. CRAterre, Grenoble, Francia. 1996.
- Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda. Etapas I y II. Rotondaro, Mellace, Latina, Arias, Alderete y Sosa. Grupo Tierra Tucumán; Facultad de Arquitectura y Urbanismo; Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. 2003.
- Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos y bloques de suelo cemento. Red HABITERRA, CYTED. Bolivia. 1995.
- Seminario Materiales de Construcción Alternativos y Hábitat Rural. OEA. Centro de Tecnología Apropriada – Facultad de Ciencias y Tecnología de la UC de Asunción. Mayo de 1994.
- Cartilla de pruebas de campo para selección de tierras en la fabricación de adobes. Mexico – 1983. Ing. Luis Enrique Hernández Ruiz – Arq. José Antonio Márquez Luna.

Esta bibliografía se encuentra disponible en la Biblioteca de la Unidad Regional de Estudios y Gestión del Hábitat – Facultad de Arquitectura – Regional Norte - Salto.

LA ARQUITECTURA CON TIERRA Y SU VARIABILIDAD DE EXPERIENCIAS.

José Adán Espuna Mújica*, Víctor Manuel García Izaguirre*, Rubén Salvador Roux Gutiérrez*, Carlos Alberto Fuentes Pérez*, Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez*

Resumen

El presente trabajo tiene como propósito hacer una comparación de los diferentes sistemas constructivos de la arquitectura con tierra, así como los favores de cada uno, con la finalidad de manifestar sus propias cualidades y negaciones que existen de la misma, y razonablemente la variabilidad de experiencias del prejuicio impuesto por la dictadura de los materiales de construcción tradicionales.

Palabras clave: arquitectura con tierra, variabilidad, tecnología, pobreza

1. Algunos datos del rezago habitacional y de pobreza extrema en México

Se entiende por necesidad de vivienda el número de las mismas que debido al incremento demográfico y el deterioro natural de las existentes son requeridas para evitar que aumente el rezago habitacional (Ver Gráfica N° 1). Según datos del censo 2000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) México cuenta con una población de 97,483 con tendencia al 2003 de 104,800 millones de habitantes y se cuentan 130 millones de mexicanos para el 2030, de los cuales en cifras recientes del Banco Mundial, los mayores niveles de pobreza extrema se encuentran en el sector indígena, de acuerdo al Censo 2000, 44% de los grupos indígenas están en el 20% más bajo de la distribución total del ingreso, y 80% se ubica dentro del 50% más bajo.

2. Arquitectura con Tierra como alternativa

En Europa la utilización de la Arquitectura con Tierra resulta muy antigua, son muy conocidos sus empleos como lo es el caso de la Prehelénica civil, religiosa y militar. “También se conoce que en los países Árabes y en los africanos, el empleo de este material es tradicional, como muy característicos de ellos se encuentra en los países de Egipto, Yemen del Norte y Costa de Marfil, en donde se ha desarrollado una arquitectura de adobe tradicional” (Bardou, 1981: 83). En América, el uso de la Arquitectura con Tierra se extiende desde EE.UU. hasta la América Central, es una técnica que existe hasta la zona precordillerana del sur argentino y chileno, todo el centro, oeste y norte argentinos tienen arquitecturas originarias de adobe, el altiplano de Chile, Argentina, Bolivia y Perú, y parte de Ecuador. Muestra de lo que es la Arquitectura con Tierra en México se localiza en los Estados de Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, Tlaxcala, Morelos, Yucatán; en todos ellos se ha difundido ampliamente el uso de este material para la fabricación de viviendas campesinas y populares en centros urbanos, de acuerdo con el libro “Tecnología de tierra y su aplicación en la construcción de espacios educativos” (CONESCAL, 1982: 47).

* Miembros del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable Catedráticos de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Choapas # 303 Col. Petrolera - Tampico, Tamaulipas - C.P. 89110 Tel: (833) 224 77 03 - Cel: (833) 209 86 91 cfuentes@uat.edu.mx, fuenper@prodigy.net.mx, fuenper@hotmail.com

3. Técnicas de Construcción con tierra

3.1. Tapial

Las civilizaciones que se desarrollan principalmente al norte de México y al sur de los Estados Unidos, utilizan esta técnica, se piensa debido a la falta de vegetación que les permitiera otras técnicas realizadas por otras culturas también influye el clima tan extremo de en esa zona, ya que estos habitantes construyen viviendas con un confort similar al que tienen en las cuevas. Así fue como, poco a poco, se fue realizando viviendas con materiales de fácil manejo y abundantes en la región.

La técnica a emplear, es que las paredes monolíticas son fabricadas por medio del apisonado de material suelto, para formar de esta manera el muro, debiendo contar para ello con una cimbra total o parcial. Por sus características de construcción el espesor logrado en los muros fluctúa entre 0.30 y 0.40 m, por lo que las dimensiones del elemento deben ser muy grandes, lo que ha limitado esta técnica al uso rural, ya que en las zonas urbanas con la problemática de reservas territoriales para la edificación de viviendas es difícil su utilización. Uno de los principales problemas de la técnica se encuentra en la terminación del muro y el inicio de los techos, por lo que es necesario recurrir a técnicas mixtas.

3.2. Bajareque

Esta técnica data desde la sedentarización del hombre, hecho acontecido hace ya siete mil años. En el momento que el hombre tiene que permanecer en un sitio ya sea para cuidar los cultivos o los animales que domestica, se hace necesaria la construcción de un hábitat mejor que las cuevas. El primer paso fue embarrar un material vegetal, mejorando con esto la hermeticidad de los muros y naciendo de esta manera la técnica que hoy se conoce como bajareque.

Esta técnica tiene diferentes nombres en el continente Americano, en el sur se le conoce como quincha, en Brasil como taipa y en el resto del continente como bahareque. Se clasifica como un sistema constructivo artesanal debido a que la totalidad de los materiales utilizados son no procesados, ya se utilicen en forma individual o combinadamente.

La técnica se basa en la fabricación de una estructura a base de piezas de madera natural o procesada, bambú u otates: de diámetros adecuados que son utilizados para rigidizar los marcos de las paredes. Estos marcos son complementados con un tejido más fino a base de ramas de menor diámetro, cañas o bambúes, amarradas con fibra vegetal o por medio de clavo. Posteriormente, los espacios que quedan son llenados con tierra, especialmente arcillas. Como medida de estabilización se le incorporan materiales pétreos o naturales como pueden ser piedra o concha de coco. Por último se protege por medio de la aplicación de una capa de cal en forma de pintura.

3.3. Ladrillo

Esta técnica tiene sus orígenes en la cultura Egipcia, de hecho el término adobe, proviene del egipcio thobe, que fue traducido al árabe como ottob, esta técnica fue llevada al mediterráneo por los Romanos y fue ampliamente difundida durante la invasión musulmana a Europa.

"Los inicios de la arquitectura en Mesoamérica se remontan hasta el llamado período preclásico (1200-800 A.C.) con los grandes centros Olmecas de San Lorenzo y la Venta, cuyas características habrán de influir no solo en la ulterior arquitectura, sino en la misma urbanística de Mesoamérica." (Guerrero, 1994: 68).

La construcción con ladrillo es familiar para los nativos de México y esta técnica se continúa hasta la época de la Colonia. Esta técnica utiliza la mezcla del barro con paja, más sin embargo no existen evidencias de que esto fuera común en épocas antiguas, ya que este procedimiento es habitual en sociedades agrícolas y la utilización de otras fibras como el maguey, no han sido encontradas en los adobes existentes.

El uso de los ladrillos de adobe es utilizado no solo en el centro de México sino también en las regiones montañosas, tropicales y toso esto debido a la falta de piedra y a la escasez de trabajo. "La construcción de adobe también se practicó en la costa del Golfo. La primera ciudad de Veracruz fue construida con adobe y resulto varias veces destruida por las inundaciones" (Guerrero, 2005: 52).

Existen dos formas de fabricar los ladrillos de adobe: una es haciendo una pasta con tierra muy plástica, la cual se coloca en moldes para formar los ladrillos, y la otra es la utilización de tierra húmeda adecuada para posteriormente compactarla por medios semi-mecánicos o mecánicos. Actualmente es esta última la técnica más difundida y la que más aportaciones tecnológicas ha tenido. La forma tradicional se sigue utilizando principalmente en las zonas rurales, mientras que en las zonas urbanas se han desarrollado tecnologías que utilizan máquinas de prensado hidráulico o semimecánicos denominadas cinva-ram, así como adiciones de materiales que mejoren la característica de durabilidad.

3.4. Terrón

Se denomina terrón, al mampuesto en sí, trozo de tierra con pasto, y a la técnica constructiva que implica apilar los mampuestos unos sobre otros en el muro. La construcción con terrón, es una técnica tradicional ancestral. Por su facilidad de ejecución, puede ser utilizado por mano de obra no especializada. Se realiza con las manos y una herramienta simple: pala chata y afilada.

Las construcciones de terrón más antiguas se hallan en Rusia y Polonia desde el S. V hasta el S. XV; en los Países Escandinavos herencia de los Vikingos, desde el S. VIII, en Dinamarca, donde existe la fortaleza de Solving del S. XIV; en Suecia, Noruega, Holanda, Alemania y el Reino Unido: Inglaterra, en Devon existen construcciones bien conservadas, Escocia, en 1980 se realiza la construcción del Museo Folklórico Kingussie, según la tradición del S. XVIII de construcción con terrón, en Islandia S. XVIII y S. XIX, existe una construcción reciclada en Museo; en Asia y en otros Países de Europa Mediterránea Portugal, España y Francia.

Los colonizadores e inmigrantes europeos transmitieron la técnica de construcción con terrón por el mundo a Australia, Nueva Zelanda, India (bóvedas y cúpulas), África: Libia y Burkina, Estados Unidos, Estados de Missouri y Nebraska, México, Nicaragua, Salvador, Honduras, Colombia, Argentina y Uruguay.

Existen diferencias en cuanto a la denominación de la técnica y a la forma de colocar los terrones en el muro.

En Escocia se le denomina Turf, y viene a ser un trozo de tierra con pasto que se usa para levantar muros en hiladas sucesivas, colocando pasto con pasto y tierra con tierra. Existe la tradición de cortar los terrones en primavera, para que el pasto crezca dentro del muro y se refuerce con las raíces.

Para el Arq. Rodolfo Rotondaro se le conoce en América del Sur como Terrón en el Uruguay, Champa en el noroeste de Argentina, y Tepe en Bolivia y viene a ser un trozo de tierra con pasto, que se extrae directamente del suelo y se usa como mampuesto para la construcción de muros. Se colocan sin mortero, con el pasto hacia abajo.

En México en las Zonas de Clima Tropical, se le denomina Tepetate, que es un mampuesto de tierra laterítica, tierra roja con óxido de hierro, que se extrae de hasta 0.05 m. de profundidad.

4. Negaciones de la Arquitectura con Tierra

Las negaciones se dividen en dos grandes grupos: Las formales son tratados en los textos de lógica-matemática y tiene todo un tratamiento metódico y sus propias leyes. Pero se estudian en el presente escrito científico las negaciones no formales, errores de razonamientos en los cuales se puede caer por inadvertencia o falta de atención al tema. Es por lo tanto entender como negaciones de la Arquitectura con Tierra a las siguientes:

1a Negación

4.1. La Arquitectura con Tierra es para gente de escasos recursos o que vive en pobreza extrema.

La Arquitectura con Tierra permite involucrar a las personas o grupos interesados a una producción directa y con mucha mayor independencia respecto a los centralismos burocráticos e industriales. La tierra es un material natural disponible en abundancia. Como tal, casi nunca requiere compras, ni transportes caros, ni desperdicio o transformaciones de carácter industrial. Permite en consecuencia eludir los obstáculos de un mercado o de un monopolio comercial, sin eliminar por ello la posibilidad de una producción no contaminante en serie descentralizada.

2a Negación

4.2. En climas húmedos o tropicales no se puede construir con tierra.

Existe una fórmula que se ha ido pasando de generación en generación, cuyo principal objetivo es impermeabilizar, para brindar protección a las techumbres de adobe contra el agua y a la vez permitirles respirar para que el agua no se quede contenida en ellas, estudiosos de la conservación de monumentos y Arquitectura con Tierra como el Dr. Guerrero Baca, han dictado talleres al respecto, donde recomiendan utilizar los siguientes materiales en las siguientes proporciones:

Alumbre 1 Kg, jabón de pan en hojuelas 1 Kg y hervir 13 Lts. de agua

Primero se agrega el jabón, hasta que se desbarata, sin hervir, y se recomienda al día siguiente agregar el alumbre. Una vez obtenida una mezcla homogénea se procede a aplicar sobre la losa con trapeador o mechudo.

3a Negación

4.3. En la zona de Tamaulipas y la Huasteca no se utiliza el adobe en vivienda rural.

“En los municipios del Estado de Tamaulipas en México como Jaumave, Miquihuana, Palmilla, Bustamante y Tula, presentan la tipología constructiva que a continuación se describe”: (Roux, 2005: 46).

Muros de adobe para el cual se utilizan piezas de 0.12 x 0.14 x 0.28 m, fabricados de forma tradicional, utilizando tierra de la región, mezclada con fibras vegetales y estiércol de ganado, se dejan secar al sol durante 10 días y una vez secos se procede a fabricar los muros, los cuales son de 0.28 m de espesor. Se utiliza rajuela de piedra para el nivelado y cimientos de piedra azul, y en el ejido: Nuevo Centro de Población Ramón Corona ubicado a 20 Km. de Aldama por el antiguo camino a Paraíso, muros de bahareque donde el sistema es a base de la utilización de puntales o varas verticales denominados horcones de barreto, haciendo una cesta con varas de carrizo más delgadas, para posteriormente recubrirlo con una mezcla de adobe con paja.

5. Variabilidad de Experiencias de la Arquitectura con Tierra

La variabilidad de experiencias de la Arquitectura con Tierra tiene su eje en la producción de objetos arquitectónicos y urbanísticos, físicos y palpables, de alta sofisticación y con el acento puesto sobre la belleza visual y el confort de sus usuarios.

1ra Variabilidad de Experiencias

5.1. La Arquitectura con Tierra, viene a ser una tecnología alternativa de construcción.

Regresa con fuerza la Arquitectura con Tierra, por ello se pone en consideración una propuesta para quien desee construir una vivienda funcional y con estilo propio, donde la tierra es el centro de la arquitectura. Con un diseño funcional y en armonía con la naturaleza.

2da Variabilidad de Experiencias

5.2. La Arquitectura con Tierra, como magnífico elemento de construcción no tóxico y reciclable totalmente.

La Arquitectura con Tierra es lo 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 los Estados prestan 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.

3ra Variabilidad de Experiencias

5.3. La Arquitectura con Tierra y sus excelentes propiedades

La Arquitectura con Tierra cuenta con excelentes propiedades de aislamiento, de bajo costo energético, con un clima interior balanceado, mantiene confortable la temperatura superficial de los materiales. Se logra con la tierra texturas y colores naturalmente cálidos, es de muy fácil mantenimiento, es un material agradable para

trabajar, lo más importante es que puede ser construido personalmente por el usuario, y lo principal es su gran potencialidad para la creatividad personal.

Conclusiones

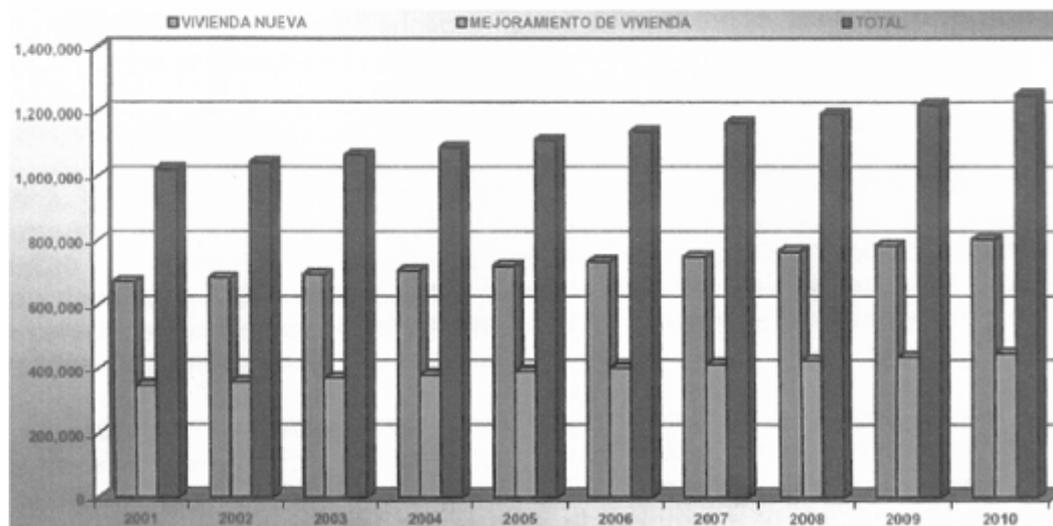
Una construcción sustentable utiliza los recursos que el sitio ofrece, optimiza el consumo de energía reduce el impacto de sus desechos en el medio y considera las variables culturales y económicas que la rodean.

El aporte de la Arquitectura con Tierra es invaluable en cuanto a la evaluación de todos los aspectos de la técnica, dando como resultado una mejora constante, no solo en la resolución de los detalles técnicos-constructivos-estéticos, sino también en la gestión de calidad de todo el complejo proceso que implica la materialización de una obra.

BIBLIOGRAFIA

- BARDOU, Patrick, y ARZOUMAINIAN, Varoujan (1981). **Tecnología y Arquitectura, Arquitectura de adobe**. Barcelona: Gustavo Gilli.
- BOLTVINIK Julio (2002). Economía Moral, **Pobreza externa de espacio habitacional 1960 – 2000**, La Jornada1 (1), pp. 21-23.
- CONESCAL A.C. (1982). **Tecnología de tierra y su aplicación en la construcción de espacios educativos**. México: Conescal.
- DIRECCIÓN General para la Vivienda y la Arquitectura, MOPT. (1992). **Bases para el diseño y construcción con tapial**. Madrid: Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica Ministerios de Obras Públicas y Transporte.
- GUERRERO B., Luis Fernando (1994). **Arquitectura de Tierra**. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- GUERRERO B., Luis Fernando, ROUX Rubén, ESPUNA Adán (2005). **Patrimonio construido en tierra. Tipología y documentación**. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

GRÁFICA N° 1: Necesidades de Vivienda 2001–2010 en México



FUENTE: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2004). Anuario Estadístico. México, D.F. México.

ARQUITECTURA CON TIERRA, CON TÉCNICA DE TERRÓN EN EL URUGUAY



Corte y Extracción de Terrones



Traslado de Terrones en Parihuela



Basamento de Piedra



Emparejando el Plomo y Nivel con Pala



Techumbre v Muro de Terrón



Vivienda de Terrón

FOTOGRAFÍAS: Arq. Rosario Etchebarne Scandroglio. (Universidad de la República-Uruguay)

TIERRA, SISMO Y VIVIENDA SOCIAL.

Oswaldo Albarracín*, A. Pereyra, N. Merino, A. Dubos, A. Pringues,
A. Scognamillo, M. Flores, M. Saldivar, J.L. Bustos

RESUMEN

La reducción de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de los sectores populares supone generalmente una inversión económica no siempre contemplada por las políticas de corto y mediano plazo en las gestiones gubernamentales de los países menos desarrollados. La falta de recursos parece influir de manera tal, que en la búsqueda de soluciones inmediatas a los problemas más acuciantes se postergan decisiones relativas a problemáticas de carácter potencial, como resultan ser las derivadas de un evento sísmico de tipo destructivo. Cuya ocurrencia, por otra parte, casi nunca se asume como inminente. San Juan está caracterizado como la región de mayor peligrosidad sísmica de la Argentina. Su superficie se desarrolla en zonas definidas como 3 y 4, en una escala creciente que va de 0 a 4, según la clasificación del INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica). Como en otras regiones, la fuerza de las circunstancias ha hecho que, a lo largo del tiempo los sectores sociales de mayor vulnerabilidad socioeconómica 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 pero con serias deficiencias en cuanto sus aptitudes sismorresistentes (fig. 1). El trabajo que aquí se presenta documenta la búsqueda de soluciones de orden tecnológico que resulten aptas para la construcción de viviendas para sectores sociales con necesidades básicas insatisfechas del área rural. Su objetivo consiste en realizar aportaciones para la reducción de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de los pobladores no comprendidos en los planes de vivienda estatales.

Palabras Claves: Sismo, construcción con tierra, tecnologías apropiadas

INTRODUCCIÓN

En regiones de alta sismicidad, como lo es la provincia de San Juan, la construcción con tierra ha dado lugar a profundos debates sobre las reales posibilidades de ser considerada un recurso apto en la materialización de edificios. La argumentación sostenida por quienes descalifican a la tierra cruda como alternativa constructiva se apoya fuertemente en los efectos producidos por el sismo del año 1944 en los edificios de adobes y su secuela de víctimas. A decir verdad no puede desconocerse que en la oportunidad de la ocurrencia del terremoto mencionado casi todos los edificios de la ciudad eran de adobes y casi todos colapsaron produciendo un número estimado en 10.000 muertos. De esta manera se verifica una vez más aquella afirmación que dice "lo que mata no es el sismo, sino los edificios". Ante la contundencia de los hechos señalados, las prácticas sociales ligadas a la construcción con tierra, sus ventajas económicas y las cualidades no contaminantes del material, ven relativizado su valor

* Arquitecto, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.
E-mail: oalbarra@farqui.unsj.edu.ar

al conferírseles, a los edificios construidos con tierra, el carácter de peligrosos.

Si las normas INPRES-CIRSOC sintetizan la conclusión del debate técnico sobre la construcción con tierra cruda, puede afirmarse que sus defensores han perdido definitivamente la confrontación. Las normas prácticamente no dejan lugar a la posibilidad de su uso en la construcción de edificios considerados “sismorresistentes” destinados al hábitat humano. Tampoco está contemplada la construcción con tierra en los códigos de edificación de las provincias con riesgo cierto de ocurrencia de sismos severos.

No obstante, si bien es cierto que en general los modos tradicionales de empleo de la tierra cruda no resuelven satisfactoriamente requerimientos de orden estructural, también es cierto e innegable que en la región un alto porcentaje de la población, el sector social de mayor vulnerabilidad continúa construyendo sus viviendas con tierra cruda, sin asistencia técnica, financiera, ni control por parte de los organismos estatales pertinentes. Asociando de este modo la vulnerabilidad social a la física.

DESARROLLO

Cuando del hábitat de los sectores con necesidades básicas insatisfechas se trata, es frecuente que se imponga la tendencia, por parte de los tecnólogos, de circunscribir el debate a los aspectos meramente tecnológicos. Tal recorte constituye un verdadero reduccionismo en una problemática particularmente compleja.

Por otra parte, resulta igualmente insostenible aquel discurso, que en una reivindicación acrítica de las prácticas constructivas espontáneas, termina por atribuirles propiedades no siempre verificables científicamente. Aquellos investigadores preocupados por el déficit habitacional de los sectores carenciados no podemos dejar de considerar el hecho de que la tierra es sin duda el material de mayor abundancia sobre la corteza terrestre, y por razones económicas resulta muy difícil no recurrir a ella cuando los elementos para la materialización del hábitat son escasos.

También como un recurso aparece la autoconstrucción. Quizás la única modalidad constructiva a la que recurrir cuando se trata de población dispersa, sin incidencia considerable en los procesos político-sociales y por ello excluida de planes y programas de vivienda oficiales. Ligada a la autoconstrucción, la tierra vuelve a aparecer como una alternativa a la que recurrir cuando existe familiaridad por parte de un grupo social determinado con las modalidades constructivas propias de su empleo en la construcción de viviendas.

Lo expresado sirve como justificación de los intentos por parte de grupos de investigadores de lograr contribuciones al mejoramiento de las condiciones del hábitat popular que incorpora en forma espontánea a la tierra en su materialización. Resulta imprescindible incorporar dimensiones culturales, sociales, económicas y aún políticas en la búsqueda de soluciones tecnológicas, aunque más no sea a los efectos de establecer un marco de referencia que circunscriba los desarrollos, so pena de que estos no resulten en verdaderas contribuciones a la solución de la problemática.

En Área de Tecnología de IRPHa se han venido desarrollando en los últimos años actividades de investigación que tienen por objetivo la generación de alternativas tecnológicas, aptas para la autoconstrucción y destinadas al sector rural de la región. En la realización de las mencionadas actividades se asume que criterios relativos a la sustentabilidad tecnológica inducen a la incorporación del máximo de materiales del sitio en la materialización de la propia vivienda. De la aplicación del concepto resulta entonces que la tierra estabilizada aparece como el material cuyo uso resulta poco menos que insoslayable.

La gran difusión del adobe en la construcción de viviendas rurales de carácter espontáneo habla de la valoración del mismo por parte de sus usuarios. En particular por su bajo costo y propiedades como aislante térmico no obstante su baja capacidad de respuesta al sismo, al menos en las modalidades de uso más difundidas. Pero es la familiaridad de los autoconstructores con las técnicas propias de este material lo que permitió suponer que la fabricación de bloques de suelo-cemento y su empleo en mamposterías de elevación guardarían alguna relación con aquellas y posibilitarían la recuperación de técnicas constructivas en modalidades no confrontativas con los conocimientos incorporados al acervo cultural del sector.

Puede decirse que los atributos de sustentabilidad de la tecnología adoptada radican en las ventajas comparativas ofrecidas, respecto de soluciones constructivas con mayores niveles de industrialización en los materiales utilizados, mayores requerimientos de capacitación de la mano de obra y mayores costos de traslado. Lo que en definitiva hace entrever como posible la implementación de planes de vivienda por autoconstrucción para un sector con imposibilidad manifiesta de acceder a planes de de vivienda “llave en mano”

VERIFICACION EMPIRICA

Innovaciones tecnológicas como la presente, aun tratándose de reelaboraciones de modos constructivos conocidos, requieren la constatación empírica de sus propiedades en relación con la problemática que se proponen atender y los aspectos contextuales. En este caso en particular la verificación de los desarrollos debiera hacerse al menos en dos aspectos de relevancia:

- 1- *Su capacidad de respuesta en relación al sismo*
- 2- *Sus aptitudes para la autoconstrucción*

En relación al sismo

Se han realizado ensayos de mampuestos, conforme a lo determinado por las normas INPRES_CIRSOC, con variaciones de dosajes de cemento y granulometrías de los suelos empleados. Los ensayos, de carácter destructivo) han consistido en someter a pilas y muretes a esfuerzos de compresión axial y diagonal a los efectos de determinar la resistencia característica de las diferentes alternativas. Se ha sometido a esfuerzos pseudo dinámicos hasta su colapso en los laboratorios del Instituto de Investigaciones antisísmicas (IDIA) a un muro construido a escala natural, con mampostería de suelocemento armada y contrafuertes (fig. 2). 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 debido al peso de la estructura liviana,

se aplicó una carga controlada constante de compresión de 2t mediante dos actuadores hidráulicos verticales. Luego se aplicaron desplazamientos laterales cíclicos de amplitud variable mediante un actuador horizontal. Estos desplazamientos se miden y se controlan con el sensor LVDT1 ubicado en la misma dirección. Durante el ensayo se incrementó sucesivamente el valor de desplazamiento máximo impuesto en 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.

Los resultados obtenidos permiten el desarrollo de hipótesis de cálculo para la verificación estructural de los modelos de viviendas y determinar los límites de aplicación del sistema constructivo.

En relación a la autoconstrucción

La búsqueda por simplificar procedimientos constructivos indujo a inclinarse por la mampostería armada verticalmente eliminando el uso de columnas de encadenado en encuentros de muros y reemplazando estas por contrafuertes. La necesidad de contar con mampuestos de dimensiones tales que posibiliten el uso de aparejos sencillos y fácil resolución de encuentros de muros y configuración de contrafuertes, indujo al rediseño de una prensa, que basada en la CINVA RAM, permitiera la fabricación de bloques cuadrados (fig. 3).

Los inconvenientes relativos a la rotura de bloques al momento del desmolde típicos de la prensa original se resolvieron con la incorporación de matrices que facilitan el desmolde y traslado “en fresco” al tiempo que posibilitan la incorporación de huecos para las armaduras verticales y bajo relieves que mejoran la adherencia con el mortero de asiento (fig. 4).

Se han realizado experiencias de campo que incluyen mano de obra con distinto grado de calificación, con resultados aceptables. En coordinación con el Programa Social Agropecuario se han dictado cursos de capacitación, para pequeños productores de ganado caprino, destinados al aprendizaje de los procesos de fabricación de mampuestos y ejecución de mamposterías aplicadas al mejoramiento de corrales (fig. 5).

Por otra parte, en convenio con la Subsecretaría de Cultura de San Juan y con personal de mediana capacitación provisto por la Dirección de Arquitectura, se ha construido una vivienda taller, de carácter experimental en el dpto. 25 de Mayo, destinada a una prestigiada artesana de la región (fig. 6). En la localidad de Baldes de Leyes, Dpto. Caucete, se ha iniciado la construcción de un salón comunitario cuya ejecución corre por cuenta de sus destinatarios.

De las observaciones realizadas por la dirección técnica de las distintas experiencias de empleo de la mampostería de suelocemento armada vertical y horizontalmente, y los testimonios de quienes participaron en forma directa en las obras se concluye que en general el sistema se presenta sin inconvenientes para la ejecución de pequeñas obras ejecutadas por constructores de bajo nivel de calificación. Los mayores grados de dificultad se presentan en la materialización de la viga de encadenado superior.

Las experiencias señaladas han dado lugar a la realización de ajustes en equipos, y procedimientos aportando al mejoramiento del sistema en sus aspectos operativos. También han producido un efecto de demostración, contribuyendo a la difusión del sistema en la región del secano sanjuanino, particularmente entre los productores de ganado.

BIBLIOGRAFIA

AMARILLA B.: "Aspectos Económicos de las Tecnologías Apropriadas". Anales

BERRETA H. 1987: "**Vivienda y Promoción para las Mayorías**", Humanitas, Bs.As.

GIULIANI H.: "**Diseño de Estructuras Sismo-Resistentes**"

MEMORIAS del 1º,2º,3º 4ºy 5º SIACOT - **Seminarios Iberoamericanos de Construcción con Tierra Cruda** (La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat)

PELLI V. S.: "**Autoconstrucción**": El Camino hacia la Gestión Participativa y Concertada del Hábitat" IIDVi-CoHa, sin fecha

VIÑUALES G. y otros 1994: "**Habiterrra, Arquitectura de Tierra en Iberoamérica**". Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Impresiones Sudamérica, Buenos Aires, Argentina

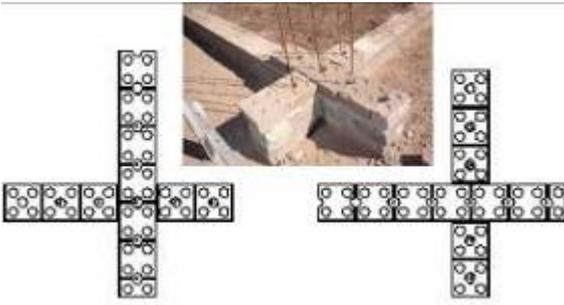
VIVAS F.: "**Áreas de Actividad y Logros**" Apuntes de la asignatura Materialización Arquitectónica" – Doctorado en Arquitectura U.M.



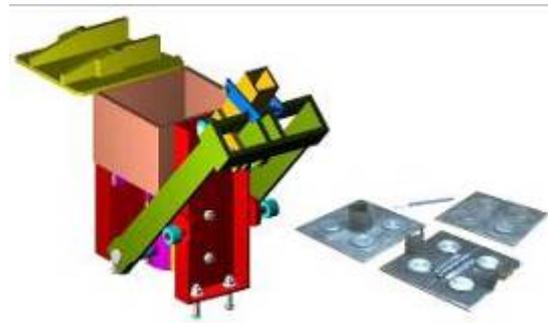
(fig. 1).



(fig. 2).



(fig. 3)



(fig. 4)



(fig. 5)



(fig. 6)



PROYECTO CAMINO DEL ADOBE. VALLE DEL BERMEJO, LA RIOJA .

Luís Orecchia y Silvia Fernández

RESUMEN

El proyecto de investigación y desarrollo “Camino del adobe” es realizado en el valle ínter montano del río de Bermejo o Vinchina en la provincia de La Rioja, Argentina. Ha sido plantado por el arquitecto Luís Orecchia, involucrando en él a un grupo interdisciplinario que abordarán distintos aspectos del problema con una perspectiva regional, en la cual tiene vital importancia el análisis de la distribución de los bienes patrimoniales, culturales y regionales de la zona y su implicancia cultural y social en relación a posibles riesgos de desaparición de aquellos. En el mismo se asume que el estilo de desarrollo de la región se manifiesta en el territorio como resultado de la integración de la aptitud natural del medio físico, con la calidad y el tipo de asentamiento humano. Bajo esta perspectiva, el medio físico natural se comporta como un factor de la localización de actividades económicas, como un componente de la calidad de vida de los pobladores y como un elemento de desarrollo y competitividad en las regiones, entre otras razones, por ser fuente de recursos naturales y culturales. Estas funciones son la base para entender, valorar, aceptar y rechazar las intervenciones como impactos culturales negativos ocasionados por las actividades humanas y para definir las condiciones técnicas de la integración cultural de dichas actividades así como su sustentabilidad.

Palabras clave: patrimonio, turismo cultural

INTRODUCCION:

El patrimonio arquitectónico regional

La Rioja, del mismo modo que muchas otras provincias posee un rico patrimonio arquitectónico construido en tierra cruda, especialmente con la técnica de mampuestos de adobe. Se mantienen en uso edificios religiosos realizados con tierra, en particular capillas de pequeños poblados, muchas de las cuales han sido declaradas Monumentos Históricos Nacionales o Bienes Culturales Provinciales. También numerosas viviendas construidas en tierra se mantienen en pie. Pero, como también ocurre en otras regiones, las técnicas tradicionales de construcción se han ido perdiendo en la mayor parte de los departamentos de nuestra provincia. Tampoco existe en la dirigencia política, religiosa o social de la Provincia la conciencia de la importancia que reviste el patrimonio existente, por lo cual todos los bienes arquitectónicos corren el **riesgo de desaparecer**.

* Arquitecto UBA, Ejerce la docencia en la UNdeC de Chilecito y en el Profesorado de Arte Alberto Crulcich de La Rioja. Miembro de la RED PROTIERRA. Dirección de e-mail: orecchialuis@gmail.com

** Arquitecta egresada de la UNC-FAUDI. Dirección de e-mail: sildelcar@hotmail.com

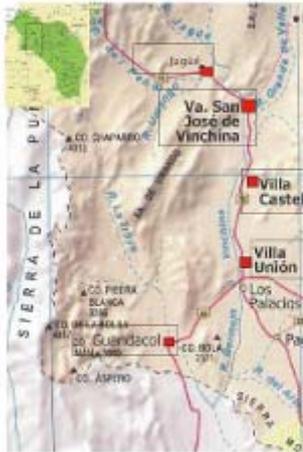


FIGURA 1: localización de la zona del proyecto.

Un ejemplo reciente es Lo ocurrido con la iglesia de Aimogasta declarada Monumento Cultural Provincial y que fue demolida sin que la Cámara de Diputados la desafectara de su condición de bien cultural. Por ello resulta particularmente interesante encontrar que en los departamentos del oeste riojano, ubicados a lo largo del Valle del Bermejo subsisten en buen estado de conservación y de uso, numerosas viviendas construidas en tierra y que en la población de la zona perviven los conocimientos tradicionales de construcción en tierra. Ese rico patrimonio, tanto tangible como intangible, nos mueve a buscar su conservación, su rehabilitación y enriquecimiento, en la convicción de que la arquitectura en tierra puede brindar soluciones aceptables para la vivienda rural y

a los pequeños asentamientos del oeste provinciano. (Figura 2)

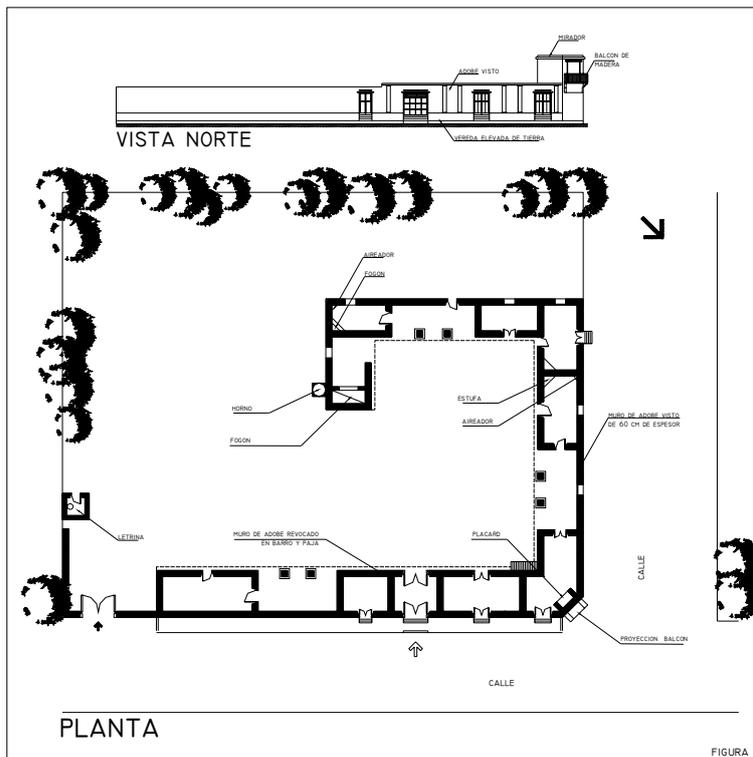


FIGURA 2

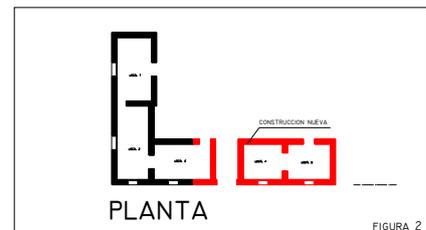


FIGURA 2

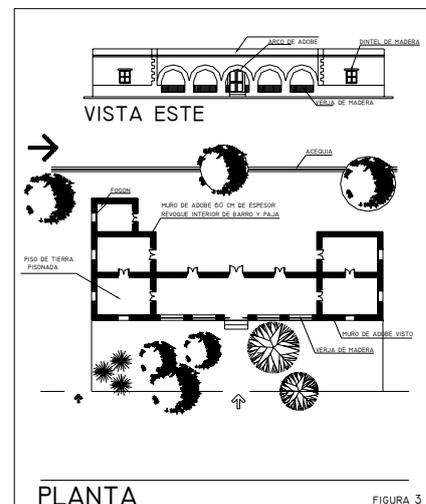


FIGURA 3

En la **Figura 1** se muestra la propiedad de Leonino Martínez, ubicada en Vinchina - Distrito El Horno- La Rioja. En la **Figura 2** Propiedad de Felipe Varela en Guandacol, y en la **Figura 3** la casa Pasos ubicada en Vinchina –Distrito Pueblo- La Rioja.

La historia de la región

Al considerar la región que abarcará el proyecto constatamos que ha sido escenario de una larga historia, que por otra parte han sido estudiados por arqueólogos e historiadores. A grandes rasgos la podemos resumir en los puntos siguientes:

- En la zona florecieron, durante milenios, diversas culturas autóctonas, con riquísimas manifestaciones artísticas, y que tuvieron su punto relevante hacia el año 1000 de nuestra era en la cultura Aguada. Los pueblos de la región fueron luego dominados e integrados al imperio incaico hacia fines del siglo XV.
- Existen numerosos **sitios arqueológicos** tanto del periodo *inca*, como de las culturas anteriores, razón por la que La Rioja es una de las siete provincias que integran el Proyecto del Camino Principal Andino, CAPAQ ÑAN, junto con regiones de otros cinco países del arco andino.
- Los **asentamientos hispanos** durante la Colonia, constituido por mercedes y poblados de indios sobre los cuales se ha ido conformando nuestra identidad provinciana.
- En el siglo XIX los pasos cordilleranos de la zona han sido testigos de acontecimientos de importancia en la lucha por la Independencia, ya que por allí ha pasado **la Expedición Auxiliar del Ejército de Los Andes** comandada por los coroneles Zelada y Dávila, con el objeto de tomar la zona de Copiapó, dentro del plan sanmartiniano de liberación de Chile. En la segunda mitad del siglo, asistieron a las luchas y vieron pasar al exilio al Chacho, a Felipe Varela y a muchos otros luchadores de nuestra provincia.
- La primera mitad del **siglo XX** fue un período de **crecimiento económico y social** gracias al comercio de ganado en pie a Chile a través de los citados pasos cordilleranos, lo que permitió el *desarrollo agrícola de la región*, con la implantación de alfalfares, trigales y viñedos y algunos emprendimientos industriales para la molienda del trigo y la producción vinícola.
- Todo este auge económico se vio **interrumpido en la segunda mitad del siglo** que acaba de pasar al establecer la Nación convenios comerciales con Chile, contemplando principalmente la provisión de carne faenada, lo que llevó a la desaparición del suministro de ganado en pie.
- Desde entonces toda **la región decayó**, con la consiguiente disminución de la población, reducida en algunos casos a ancianos y niños ya que los habitantes económicamente activos **emigraron** y aún siguen emigrando, en busca de trabajo, a otras regiones de la provincia o del país.

La coyuntura actual

Hoy se da la posibilidad de encarar un resurgimiento de la zona, al conjugarse varias circunstancias que estimamos propicias:

1. El citado proyecto del CAPAQ ÑAN, que permite **integrar la zona** en un circuito de turismo cultural, en tanto el desarrollo de la zona contemple los intereses de sus pobladores, de la **conservación** patrimonial y de un **fortalecimiento** cultural local, frente a la avalancha de inversiones turísticas que en general se encuadran en miras meramente económicas, sin respeto por lo existente.
2. La **apertura del camino a Chile** por el paso de Pircas Negras, que permitirá un aumento del flujo turístico a la zona, que se potenciará con los avances del proyecto del CAPAQ ÑAN.
3. Se han ido generando expectativas en los habitantes de la región, que ya han comenzado a **desarrollar algunas actividades económicas**, en pequeña escala. Entre ellas podemos citar que se ha retomado el cultivo de alfalfa, si bien no ya para alimentar ganado sino para la producción de semilla libre de plagas dadas las características fitosanitarias locales, y

4. se han restaurado molinos antiguos que sirven para proveer de harina a la población local. Y en algunos pueblos y ciudades se han construido hoteles y otros servicios afines. (Figura 3)

Metodología del proyecto

Lo visto en el inciso anterior nos permite vislumbrar como altamente oportuno **desarrollar un proyecto integral de turismo cultural** que abarque los tres departamentos del Valle del Bermejo. Este proyecto deberá cubrir todos los aspectos que interesen a la población local. La tarea del equipo director del proyecto sólo puede llegar a buen término si cuenta con el interés genuino de las comunidades involucradas y su participación activa pues sólo de ellos depende su futuro. Se irá tomando cada uno de los centros urbanos en los distintos departamentos y se trabajará capacitando y orientando a núcleos de gestión locales para ir integrándolos al proyecto regional, sin perder de vista la vinculación que este corredor turístico tendrá con otras regiones de la provincia de La Rioja, con las provincias de Catamarca y San Juan, y con el vecino país de Chile. (Figura 4)



FIGURA 4

DEFINICIÓN DE LAS ESCALAS DE TRABAJO

En el presente trabajo se definieron tres escalas diferentes, a fin de lograr una real integración del mismo, permitir definir y contemplar intereses económicos y sociales de las distintas localidades y lograr una adecuada definición en las intervenciones puntuales.

Escala regional

En la escala macro, que denominamos regional, se encara el proyecto integral del Camino del Adobe, con la determinación de los centros urbanos que lo integran y el área de influencia de cada una de las poblaciones involucradas. Además se considerarán las relaciones internas entre dichos centros y los vínculos que deberán potenciarse con otras regiones de la Provincia y con las vecinas provincias de Catamarca y San Juan, como así también con Chile. Esta tarea debe ser llevada a cabo por el equipo interdisciplinario que elaborará el proyecto, con la participación de algunos referentes sociales de la región. Se deberán elaborar normas de crecimiento urbano a fin de que futuros emprendimientos turísticos no integrados a este proyecto no invaliden o destruyan los valores patrimoniales que se busca proteger.

Escala local

En el territorio, o zona de influencia, de cada centro urbano considerado se determinarán los puntos de interés turístico tanto a nivel paisajístico como arqueológico, histórico, artístico y religioso. Se estudiarán las posibilidades de micro emprendimientos vinculados con las artesanías, los productos regionales y otras

actividades de interés. Se rescatará la historia local en base a trabajos de historiadores de la región, a historias de vida y a la memoria de personas mayores que puedan considerarse “patrimonio viviente”. Finalmente se elegirán aquellos edificios que puedan ser restaurados y reciclados para ser usados como “museos de sitio”, “mercados artesanales y de productos regionales”, “centros culturales”, “bibliotecas” y para ser destinados a alojamiento turístico, o servicios afines.

Todo este trabajo debe ser realizado con la participación amplia de las comunidades locales, y en particular con aportes de los docentes y alumnos de los establecimientos educativos. En aquellos lugares en que existan agrupaciones o emprendimientos con finalidades similares o concurrentes con las abarcadas por este proyecto deberá procurarse su integración al esfuerzo común, respetando sus características y modos de acción. Además de lo dicho, en cada localidad se hará un estudio de los conocimientos que perviven en la zona en construcción tradicional, se organizarán cursos de capacitación en construcción en tierra para profesionales y obreros, y se llevará un registro de la mano de obra disponible para realizar las tareas de consolidación y restauración de los edificios seleccionados. Se procurará generar microempresas o equipos de trabajo especializados en construcción en tierra que puedan convertirse en fuentes económicas de trabajo genuino para la población local, promoviendo la construcción en tierra, dentro de normas técnicas adecuadas, como solución de bajo costo.

Intervenciones puntuales

Una vez definidos en cada localidad los bienes patrimoniales a intervenir para integrarlos al Camino del Adobe, se **elaborarán expedientes** de cada uno de ellos, con los correspondientes relevamientos, el estudio de su estado de conservación y las intervenciones de consolidación y restauración necesarias, un proyecto de reciclaje para adaptarlos a la finalidad propuesta para cada uno de ellos, normas de mantenimiento y eventualmente de ampliación futura, y se determinará el modo de gerenciamiento particular de cada inmueble. Esta tarea será realizada por un equipo de arquitectos especializados en la construcción en tierra cruda y en las tareas de conservación y restauración de bienes patrimoniales. En el caso de los edificios destinados a Museos de Sitio, se elaborará un **proyecto del material a exponer**, con el asesoramiento de especialistas en historia, museística, arquitectura y comunicación social. Para los mercados artesanales y de productos regionales se **elaborará un reglamento común** para todos los de la zona, **unificando el diseño** de exhibidores y de la cartelería respectiva. También se **elaborarán normas** para dar en concesión los edificios destinados a alojamiento turístico, para restaurantes y para otros servicios afines, y se diseñará la cartelería y los elementos de mobiliario a fin de **brindar una imagen unitaria al proyecto total**.

Equipo profesional

El equipo para este trabajo estará dirigido por el Arq. Luis Orecchia, y estará integrado por: Arq. Carlos Davil, Arq. Silvia Fernández, Lic.Hist. Víctor Robledo, Lic.Tur. Gustavo Agüero, Lic.Ec.María Fernanda Madero. Oportunamente se incorporarán otros especialistas a medida que lo requiera el trabajo.

Bibliografía Consultada:

Viviendas Tradicionales en la zona árida:La Rioja. Canepuccia,P.,Castro,H.,Ocvirk,M.A., Ostropolsky,E.B.,1976, IADIZA, Estudio de la Vivienda económica en zonas áridas Argentinas.

IDENTIDAD LOCAL. ESTRATEGIAS DE AMPLIACIÓN DE “LA RUTA DEL ADOBE”. CATAMARCA, ARGENTINA.

Josefina Chaila* y María Fernanda Carrizo**

Resumen

La búsqueda de lo propio se contrapone al actual paradigma cultural global. La coexistencia de tiempos y formas de vida interrelacionados en un medio convulsionado nos lleva a valorar lo autóctono como una reliquia y recuerdo de lo que nos identifica. El proceso de globalización en el que estamos inmersos tiende a la homogeneización, esto provoca reacciones adversas tendientes a la búsqueda de lo local. Las herramientas que nos brinda el turismo para tomar contacto y dar a conocer lo autóctono, nos lleva a buscar estrategias que posibiliten el conocimiento y la valoración de los pueblos, sus costumbres, su organización social, la configuración y disposición de la arquitectura civil y doméstica. La “ruta del adobe”, es un recorrido turístico conformado por viviendas vernáculas construidas con materiales y técnicas tradicionales. La propuesta de ampliación parte de los siete iconos de arquitectura religioso-civil y se expande tomando elementos de la arquitectura doméstica que configura el territorio. A lo largo del recorrido se evidencia la estrecha relación de la arquitectura vernácula con el entorno. Las construcciones tradicionales a lo largo del camino, son el testimonio de la historia local y de las costumbres populares. El trabajo presenta estrategias para mantener los rasgos que caracterizan la identidad local a lo largo del camino del adobe en la provincia de Catamarca, ampliando el recorrido y potencializando los beneficios turísticos derivados de esta acción. Conservar, preservar y fortalecer los elementos que lo conforman y sus características, tienden a la sustentabilidad de la identidad local.

Palabras claves: ruta del adobe- circuito turístico-construcción con tierra

Introducción

El recorrido actual de la ruta del adobe nos lleva por iconos aislados de gran valor patrimonial. La ampliación de este circuito hacia la arquitectura doméstica y ciertas configuraciones espaciales, como pueblos fantasmasⁱ, trata de reflejar lo local, la forma de vida del pueblo catamarqueño y permite llevar a cabo un recorrido turístico directo, llenando los vacíos entre iconos con las construcciones vernáculas de tierra que se suceden a lo largo del recorrido. A través del turismo se redescubren las construcciones de tierra y su valor como patrimonio modestoⁱⁱ, como así también se toma contacto con los valores culturales propios de cada comunidad. El turismo se convierte en este caso en la herramienta capaz de rescatar los poblados que mantienen su identidad y relación con el entorno.

* Arquitecta. Becaria Doctoral CONICET. Doctoranda Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño-Universidad de Mendoza. Investigadora del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda-Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Nacional de Tucumán. (CRIATIC/FAU/UNT).Av. Roca 1800, CP: 4000. Tucumán-Argentina. E-mail: josefinachaila@gmail.com

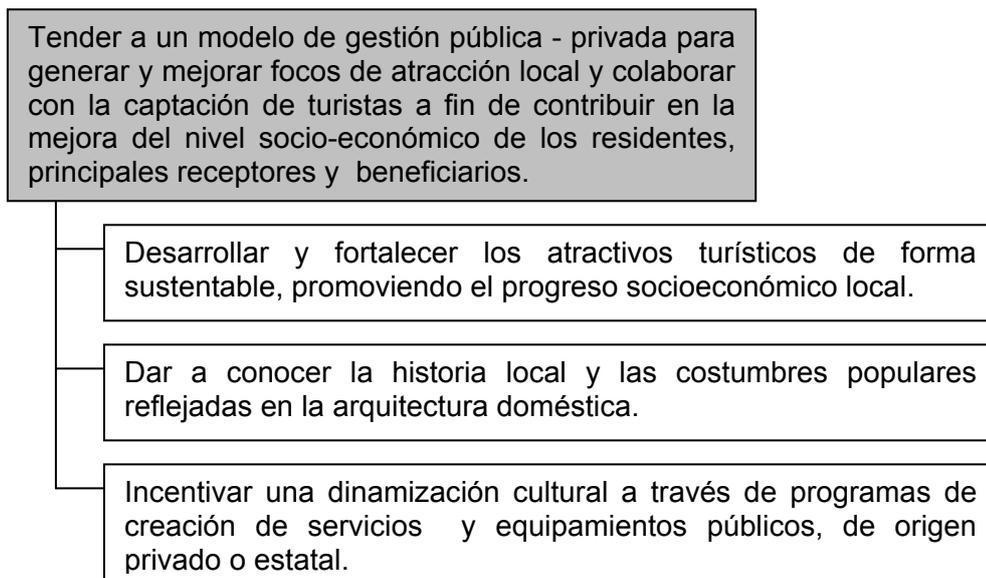
** Arquitecta. Universidad Católica de La Plata, Buenos Aires. Integrante del Programa ARCONTI (FADU, UBA) y de *terrabaires.*, Buenos Aires. E-mail:carrizo.mariafernanda@gmail.com

Objetivos

Con este trabajo se pretende promover la ampliación de la ruta del adobe. A partir de la cual, se busca incorporar la arquitectura doméstica de tierra al recorrido existente promoviendo su valor patrimonial. También es el propósito de este trabajo:

-Promover la necesidad de rehabilitar, reconvertir o preservar las construcciones vernáculas de tierra de tal manera de generar polos de atracción e incrementar sustentablemente la creación de divisa procedente de la actividad turística.

-Contribuir con la optimización de los puntos de interés turísticos que conforman el circuito para atraer, retener, y satisfacer al turista posicionando a Catamarca en condiciones de captar visitas nacionales e internacionales.



Circuito existente

El actual circuito “La Ruta del adobe” comprende desde el recorrido de San Fernando del Valle de Catamarca, siete iconos. Comienza en la ciudad de Tinogasta y finaliza en Fiambalá.

En Tinogasta:

Icono 1-La “Casa de la cultura”, antigua dependencia de Sanidad Militar y mucho antes propiedad de la familia riojana Bazán. Se encuentra en las calles Constitución y Eva Perón (fig 1)

Icono 2-“Casa Grande” es una casona tradicional cuyo origen se remonta a 1897, fecha en que se instaló allí el comando del batallón “Cazadores de los andes” con motivo de las diferencias limítrofes con Chile, En el año 1904 fue adquirida por Rodolfo Orella.

Saliendo de Tinogasta está El Puesto, pueblo rodeado de viñedos y olivos (donde se elabora el vino San Diego)

Icono 3-el Oratorio de Los Orquera, capilla privada construida por esa tradicional familia en 1747. En su interior se encuentra la imagen de la Virgen de Nuestra Señora del Rosario, procedente de Chuquisaca (Bolivia) (fig 2).

Desde allí la Ruta del Adobe continúa hacia Anillaco, vieja población de Catamarca que fue baluarte del proceso colonizador de la región.

Icono 4-la iglesia de Anillaco, declarada Monumento Histórico Provincial en 1993. Recién en el año 2002, cuando ya la Ruta del Adobe dejaba de ser un proyecto para comenzar a ser una realidad, llegaron los recursos económicos y humanos para recuperar ese lugar santo.

Icono 5-Las Ruinas de Watungasta o Batungastaⁱⁱⁱ asentamiento aborigen cuyas ruinas fueron recorridas y descritas por muchos arqueólogos argentinos.. Alberto Rex González y Rodolfo Raffino, entre otros, estudiaron y determinaron su importancia como centro poblacional en el corazón del Valle de Abaucan. Otros estudios parecen indicar que Batungasta fue un asentamiento anterior a la llegada de los Incas, en 1470, y que, además, es uno de los 10 sitios sobresalientes entre las 138 instalaciones que los Incas dejaron en el noroeste argentino.

Finalmente, la Ruta del Adobe llega a Fiambalá

Icono 6-Iglesia de San Pedro, construcción de adobe que levantó el Capitán Domingo Carrizo en 1770, donde entronizó una talla de origen cuzqueño hecha de madera y óleos, traídos de Bolivia. (fig 3)

Icono 7-El Mayorazgo de Fiambala, de La Comandancia, un lugar que cobijaba a los devotos del santo. (fig 4)

Ampliación del circuito “Ruta del adobe”

Los sitios que conforman el recorrido de la ruta del adobe son representativos de la arquitectura y cultura de Catamarca. Tinogasta, en quechua significa "reunión de pueblos", departamento de la provincia de Catamarca, situado a 306 Km de la capital provincial, se llega a él por la ruta N 38 hasta el km 461 desde donde se dobla en dirección NO por la ruta 9 hasta Aimogasta, recorriendo 120 km.

Al comenzar el recorrido de la ruta del adobe, aparece la primera localidad, el pueblo de *Cerro Negro “Los Balverdi”* (fig 5), de origen ferroviario, hoy abandonado. Su estación y las pocas casas que lo conforman dan testimonio de los pujantes proyectos que auguraban para Catamarca un futuro promisorio. En la década del 20, comenzó a funcionar el ferrocarril en Catamarca, vinculando la provincia hacia el Norte, con Salta, Jujuy, Tucumán y Santiago del Estero y hacia el Sur con La Rioja, Córdoba, San Juan y Mendoza. La finalidad de este proyecto era integrar, a Catamarca y su región con Chile, aprovechando el conocido camino indígena y colonial “Paso de San Francisco”. Este ferrocarril trasandino quedó trunco en 1906 por la oposición manejada por fuertes intereses económicos del Puerto de Buenos Aires. El pueblo de Cerro Negro “Los Balverdi”, formaba parte del paisaje ferroviario, las viviendas construidas con tierra se encuentran firmes y presentan un estado aceptable a pesar del abandono de años.

Continuando el camino del adobe, la ruta se convierte en zona de badenes, y encontramos la localidad de Copacabana (fig. 6), un pequeño pueblo con construcciones derruidas y viviendas de pequeñas dimensiones, sin patio, compactas y construidas sobre la línea de edificación. Siguiendo el circuito aparece la localidad “La Puntilla” (fig 7) poblado con numerosas viviendas abandonadas y derruidas, a pesar de ello, los detalles que se mantienen en las construcciones evidencian un estilo de arquitectura que identifica un barrio de residentes de alto poder adquisitivo, según los detalles de las construcciones.

Estrategias de ampliación

Las líneas estratégicas sugeridas a fin de guiar e impulsar un recorrido de interés turístico-social se pueden sintetizar en:

- 1- Valoración de patrimonio cultural arquitectónico
- 2- Promoción de un desarrollo equilibrado del circuito turístico

1-VALORACION DEL PATRIMONIO ARQUITECTONICO

El circuito brinda un panorama donde se esfuma el emplazamiento y las construcciones de tierra. El 90% de las construcciones es de tierra cruda y la mayoría de ellas presenta buen estado de conservación y rasgos de importante valor patrimonial. Esta visión estratégica selecciona los iconos existentes y potenciales recursos en el área de valor arquitectónico, buscando diferenciarse de las demás ofertas turísticas de manera innovadora y representativa de la identidad local.

2- PROMOCIÓN DE UN DESARROLLO EQUILIBRADO DEL CIRCUITO TURÍSTICO

El circuito existente con los siete puntos de arquitectura religiosa/civil no presenta relación con las localidades. Los turistas recorren muchos kilómetros entre punto y punto, en los que no se aprecia las localidades de paso. Esto lleva a considerar esta estrategia de ampliación como una forma viable de relacionar los existentes y generar nuevos puntos turísticos de alto valor patrimonial conectados en red. Ampliar a diez los puntos de interés construidos con tierra cruda y convertir las localidades intermedias en socias de los beneficios se lograría unificar el recorrido turístico, lo que incentivaría a un desarrollo equilibrado si se contempla la búsqueda de la complementariedad entre los puntos y las localidades. De esta forma se busca estimular los roles existentes de cada localidad o pueblo valorando las singularidades que las distinguen.

Propuesta de los ejes estratégicos:

Se busca revalorizar el patrimonio modesto del circuito mediante acciones basadas en la promoción de la identidad local, de elementos distintivos de la comunidad tomándolos como potencial capital inicial. Para ello se propone pautas de diseño en las distintas áreas identificadas, en las cuales se establecen distintos grados de intervención según sus características. Se procede al relevamiento y registro de las construcciones con tierra y a la propuesta de creación de un programa educativo que integre educación y valoración de lo local, acrecentando un fortalecimiento institucional y arraigo por parte de los residentes: a) Poniendo énfasis en la protección del patrimonio modesto construido, como ser las viviendas y la arquitectura civil/religiosa a lo largo de la ruta del adobe; b) Poniendo en valor los recursos arquitectónicos como oportunidad para el desarrollo local.

Valorizar las construcciones con tierra cruda rescatando la sostenibilidad de la tecnología constructiva tradicional, para lo cual se recomienda en base al relevamiento y registro llevado a cabo precedentemente:

- Reciclar las construcciones existentes como símbolo de permanencia del uso de la alterativa constructiva con tierra cruda.
- Recuperar las construcciones desocupadas y deterioradas, incorporando nuevas actividades promotoras del turismo.

Adecuar la estructura resistente de las edificaciones mediante refuerzos estructurales según normas sismorresistentes. Implementar un sistema normalizado de control y mantenimiento de construcciones de tierra cruda a fin de conservarlas en calidad y como imagen de identificación del sitio.

Consideraciones finales

A partir de la revalorización de “lo propio” es posible fomentar un desarrollo equilibrado empleando el turismo como motor impulsor de progreso y generador de fuente de trabajo y mejoramiento para la calidad de vida de los residentes locales. Se propone incentivar el rol de cada pueblo a partir de la arquitectura relevante que en él se localice, mejorar la accesibilidad al lugar permitiendo un eficiente recorrido, provisión de recursos en red y valorizar la identidad local.

Conformar una red a partir de las construcciones de tierra cruda destacadas y los poblados intermedios, permite configurar un circuito que refleja la identidad del pueblo catamarqueño. La ruta del adobe representa las tradiciones, costumbres pasadas y presentes conjugadas en paisajes donde afloran viviendas y capillas de tierra recortadas en un horizonte en el que se mimetizan.



Fig.1 Casa de la Cultura



Fig.2 Oratorio de los Orquera



Fig.3 Iglesia de San Pedro-Fiambalá



Fig.4 Mayorazgo de Fiambalá



Fig.5 Localidad de Cerro Negro

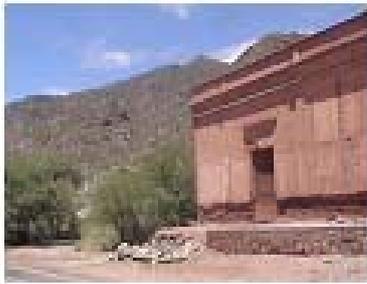


Fig.6 Localidad de Copacabana

Fig.7 Localidad de La Puntilla

Bibliografía

- MITCHEL, J. 2004. **Propuesta metodológica en el diseño de un asentamiento humano en una zona rural del centro oeste de la República Argentina.** Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - INCIHUSA - CONICET- CRICYT. Mendoza. Argentina.
- PEREZ, O.; TERK, V.; HERNANDEZ, M. 2002. **Patrimonio cultural: su potencialidad turística.** V Jornadas Nacionales de Investigación-Acción en Turismo. Centro de investigaciones turísticas. Facultad de Ciencias económicas y sociales. Universidad Nacional de Mar del Plata. Buenos Aires. Argentina.
- RISCO FERNANDEZ, G. 1991. **Cultura y región.** Centro de estudios regionales. Instituto Internacional Jacques Maritain. U.N.T. Tucumán. Argentina.
- ROTONDARO, R.; MELLACE, R. F.; LATINA, S. M. 1999. **Gestión y transferencia de componentes arquitectónicos en el hábitat rural del Noroeste argentino** en Memoria de ATYDA 99, Tecnología del Nuevo Milenio-X Reunión de Directores y/o Responsables del Área Tecnológica y Disciplinas Afines. FAU UNT. Tucumán. Argentina.
- VIÑUALES, G. 2002. **El tratamiento del patrimonio, nuevo campo profesional.** Livraria virtual Vitruvius. Revista digital Arquitectos nº 024. Texto especial 132.

Notas

¹El término “pueblo fantasma” se emplea para aludir a los poblados que sufrieron la pérdida de la principal fuente de trabajos e ingresos y el consecuente abandono de sus pobladores. El cese de los ferrocarriles en Argentina dejó numerosos pueblos aislados, los que paulatinamente se fueron convirtiendo en pueblos fantasmas.

¹ Graciela Viñuales en “El tratamiento del patrimonio, nuevo campo profesional”, habla del patrimonio modesto o de acompañamiento como aquel patrimonio que no está constituido por un único edificio destacado y de importancia individual sino al entorno, al entorno como tal y no a la suma de elementos que lo conforman. La presencia de este tipo de patrimonio es la que motiva la elección de un barrio o área de interés e intervención patrimonial.

¹ Batungasta, vocablo que se traduce como pueblo de los grandes hechiceros.

DISEÑO DE PISOS Y REVOQUES CON EMPLEO DE TIERRA TOSCA ESTABILIZADA. BUENOS AIRES, ARGENTINA.

Rodolfo Rotondaro*, Juan Carlos Patrone* y Alex Schicht*

Resumen

En este trabajo se resumen avances de la investigación sobre componentes básicos y elementos constructivos para pisos, revoques y terminaciones de superficie que se lleva a cabo en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, con apoyo de dos lugares de experimentación de campo ubicados en el Gran Buenos Aires (en el barrio Bancalari, y en la localidad de Florencio Varela). Su objetivo principal es la producción de prototipos alternativos de pisos, revoques y terminaciones de superficie con empleo de tierras estabilizadas, para transferir a la población bajo la Línea de Pobreza en el área metropolitana de Buenos Aires. Se sintetiza información sobre los materiales empleados, las características técnicas en los prototipos (contrapisos, carpetas, baldosas y revoques), los ensayos de resistencia a la flexión de series de baldosas, y el procedimiento constructivo empleado para fabricar baldosas y revoques. Se brinda también información sobre el dispositivo de ensayo basado en la Norma IRAM N° 1522. El material base empleado es la tierra denominada "tosca", obtenida en una tosquera de Brandsen, en el Gran Buenos Aires. Se presentan conclusiones preliminares a partir de las observaciones sobre los ensayos realizados y las resistencias obtenidas, y de la evaluación de las técnicas constructivas, así como también se enuncian consideraciones generales sobre la posible aceptación social de los prototipos.

Palabras clave: habitat social, tecnología de tierra cruda, elementos constructivos

Introducción

Los resultados obtenidos mediante el ensayo de prototipos de pisos y revoques brindan información parcial interesante desde el punto de vista de la resistencia de algunos de los materiales en ensayo, a base de tosca estabilizada, así como también en cuanto a las técnicas que exigen los prototipos, comparadas con las del mercado convencional de la construcción. La técnica del contrapiso de suelo-cemento apisonado, así como la del baldosín fabricado con la bloquera del tipo CINVA-RAM presentan algunas complejidades de producción que habrá que analizar en forma comparativa y contrastada en costos con las similares que ofrece el mercado. En el caso de los revoques monocapa y bicapa con tosca estabilizada, aplicados sobre sustratos de BTC y de tapial, presentan resultados importantes tanto en Florencio Varela como en Bancalari, en cuanto a durabilidad, adherencia y fisuración.

* Arquitectos. Programa ARCONTI, Instituto de Arte Americano, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, FADU, UBA. Proyecto PIP 5408 CONICET. Pabellón III, 4to piso. (1428), Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Tel. (54.11) 4789 6270 E-mail: rotondarq@telecentro.com.ar

Los dispositivos de ensayo diseñados que se están empleando han producido información sobre resistencias de dureza y a flexión importante para la evaluación entre prototipos y materiales fabricados por el proyecto, restando aún su evaluación comparativa con las resistencias exigidas por la normativa vigente.

La participación de mano de obra local y de un centro vecinal (en Bancalari) permiten una aproximación a contextos socioeconómicos significativos para la investigación, inclusive en las prácticas de construcción de prototipos y la expectativa que éstos generan en la población de cada barrio.

Esta investigación 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* (Rotondaro et al,2004,2005,2006;Schicht et al,2004,2005). El Proyecto es dirigido por uno de los autores (Rotondaro) y tiene sede en el Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas “Arq. Mario J. Buschiazso”, de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (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.

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 posible transferencia y desarrollo en el ámbito de la vivienda de la población bajo la Línea de Pobreza. El objetivo específico es 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.

Se puso en práctica una estrategia de gestión interinstitucional con el fin de permitir la vinculación del sistema científico-tecnológico oficial (CONICET y FADU UBA) con una organización barrial de base (el centro vecinal de Bancalari) y con un municipio de la zona Sur del Gran Buenos Aires (Florencio Varela), estos últimos representativos de sectores poblacionales bajo la Línea de Pobreza del Gran Buenos Aires. Este modo de gestión apunta a posibilitar la transferencia de resultados en dichos ámbitos poblacionales, con la participación de organismos intermedios y de población beneficiaria directa. Se fabricaron diferentes materiales y se diseñaron y construyeron series de prototipos de componentes básicos, sobre sustratos tapial de suelo-cemento y de BTC tipo CINVA-RAM de suelo-cemento. Se realizaron ensayos de resistencia a la rotura por flexión de varias series de baldosines y baldosas en laboratorio de la FADU-UBA, y el monitoreo técnico del comportamiento físico-mecánico de los revoques construidos en Bancalari y en Florencio Varela, que aún continúa. La mano de obra incluye a los investigadores y a albañiles y ayudantes locales que fueron contratados para el trabajo específico.

Materiales y técnicas.

Para los prototipos se emplea una tierra denominada *tosca*, que es adquirida en una tosquera de Brandsen en actividad; arena fina de corralón; cemento tipo Pórtland; cal hidratada y agua de red. La tosca se tamizó con tamices de 5 mm y de 1,5 mm de abertura de malla y las herramientas y equipos utilizados son los tradicionales de la construcción civil, salvo la bloquera del tipo CINVA-RAM. Los prototipos incluyen a componentes básicos: y elementos constructivos: baldosas, balsosines, paño de contrapiso, paño de carpeta, paño de piso (contrapiso y carpeta de terminación), paño de revoque y paño de terminación superficial sobre pared de tierra. En el Anexo I se resumen las características en cuanto a materiales, espesores, dimensiones principales y técnica constructiva (tablas 1 a 4). En los cuadros siguientes se reseña en forma gráfica el procedimiento constructivo básico para fabricar las baldosas y los revoques, de acuerdo con los prototipos construidos en la FADU UBA, en Bancalari y en Florencio Varela.

Cuadro 1: Secuencia constructiva de las baldosas de 25x25x2 cm (Florencio Varela)

 <p>Preparación de la tierra y las mezclas</p>	 <p>Relleno en molde de 5 baldosas</p>
 <p>1ra capa alisada a regla</p>	 <p>Relleno de capa final a cuchara</p>
 <p>Alisado a cuchara</p>	 <p>Terminación con llana metálica</p>

Cuadro 2: Secuencia constructiva de revocos bicapa en Bancalari



Cuadro 3: Secuencia constructiva de los revoques bicapa en Florencio Varela



En cuanto a los componentes básicos prefabricados (de suelo-cemento comprimido en bloquera y colado en moldes, en dos capas de material diferente), se han construido series de baldosines y baldosas, variando materiales, espesores y técnica constructiva, con fines comparativos entre sí y para buscar su correlato con las resistencias exigidas por norma. Estas series se están ensayando para evaluar sus aspectos dimensionales y de resistencias mecánicas, entre ellas la de flexión (cuadro 4) siguiendo las especificaciones de la Norma IRAM 1522.

Cuadro 4: Ensayo a rotura por flexión de baldosas y baldosines (FADU UBA)

 <p>Baldosín bicapa de 14x29x2,4 cm con cuerpo de s-cemento</p>	 <p>Baldosa bicapa de 30x30x4,5 cm con cuerpo de s-cemento y s-cemento-cal</p>
 <p>Aplicación de carga</p>	 <p>Ensayo terminado</p>
 <p>Baldosín ensayado</p>	 <p>Ensayo de 12 piezas por prototipo</p>
 <p>Baldosa bicapa de 25x25x2,4 cm</p>	 <p>Ensayo de 12 piezas por prototipo</p>

Conclusiones preliminares.

Observaciones sobre los ensayos y las resistencias obtenidas.

Los resultados heterogéneos obtenidos a través de los ensayos de Rotura por Flexión, y en menor medida los de Impacto por Choque y Desgaste por Abrasión, indican que las resistencias características de los Prototipos son insuficientes aún con respecto a las normas nacionales, y también alertan sobre la necesidad de un número mayor de probetas ensayadas (más de doce por material o prototipo).

La carencia de equipos apropiados para realizar los ensayos según protocolos establecidos por normas oficiales, dificulta la obtención de información totalmente confiable, y restringe estos datos a la eficacia limitada lograda con los dispositivos caseros fabricados en la universidad. De todos modos, orienta en forma satisfactoria sobre las limitaciones de estos dispositivos y si vale la pena optimizarlos, y genera información básica comparativa entre materiales, que es valiosa en esta etapa del trabajo.

Los resultados generales sobre las resistencias físico-mecánicas de los prototipos de carpetas (CA 01 y 02) son mejores en comparación con las de los baldosines comprimidos (BCR 01, 02 y 03). Los Baldosines tienden a ser elementos frágiles que deben ser manipulados con cuidado para evitar rotura de vértices y aristas, además de que con frecuencia sus bordes se desgranán con facilidad.

En los baldosines el aumento en la cantidad de cemento en la mezcla utilizada para la Capa de Desgaste produce mejoras significativas en la resistencia al desgaste por abrasión; sin embargo un incremento similar de cemento en la mezcla utilizada para el Cuerpo de los baldosines no produce mejoras tan evidentes en la resistencia a la flexión y a la rotura por choque. La heterogeneidad en los resultados obtenidos por los ensayos de Flexión, y en menor medida los de Choque y Abrasión, parecería deberse a la falta de homogeneidad propia de la tosca utilizada, y no a una falta de cuidado en la elaboración de las probetas o en la ejecución de los ensayos, ya que los mismos se hicieron siempre de igual forma y por la misma persona, y las probetas fueron construidas con la misma mezcla y por la misma persona.

A pesar de que los prototipos aún se hallan en una fase experimental, en el caso de las carpetas se han obtenido buenas terminaciones, con bordes firmes que no se desgranán. La terminación superficial es lisa y pareja, y su resistencia al Desgaste por Abrasión es bastante homogénea. Para los baldosines los resultados son aún prematuros, pero la terminación de la superficie es lisa y estéticamente agradable; resta por mejorarse la calidad de las aristas, ya que aunque no tienden a desgranarse sí tienden a romperse al momento del desmolde. También resta asegurar una homogeneidad en el espesor de los baldosines, que aunque es aceptable, eventualmente presenta diferencias de espesores y alabeos en el cuerpo de los mismos. Si se comparan los resultados de los ensayos realizados a los Baldosines con la norma IRAM 1522 se puede concluir lo siguiente:

a) Para el ensayo de Desgaste por Abrasión no es posible establecer comparaciones con la norma IRAM, ya que no hay seguridad en poder homologar el dispositivo de ensayo empleado.

b) Para el ensayo de Flexión los resultados están por debajo de las exigencias de la norma (valores mínimos establecidos para baldosas calcáreas 25 daN/cm² y para baldosas graníticas 35 daN/cm²) ya que los valores para la resistencia media β cm están comprendidos desde 3.33 daN/cm² a 6.51 daN/cm², y los valores para la resistencia media β cm obtenidos están comprendidos desde 0.60 daN/cm² a 3.51 daN/cm².

c) Para el ensayo de Rotura por Choque también los resultados están por debajo de las exigencias de la Norma IRAM, que establece que las probetas no deben romper a una altura menor a 70cm, y los resultados de los ensayos realizados a los Baldosines rompieron a alturas comprendidas entre 30 y 40cm.

Evaluación de las técnicas constructivas.

La técnica del compactado manual con pisón, en dos capas, empleada para construir el contrapiso (P CCom), exige mayor trabajo que la técnica de colado utilizada en el sistema de construcción tradicional. A esto se suma el incremento de tiempo en el zarandeo de la tosca, y la complicación en el preparado de la mezcla, ya que la misma no puede realizarse mecánicamente con una mezcladora tradicional (“trompito” o “perita”) y la incorporación de agua a la misma debe hacerse cuidadosamente de manera más lenta y uniforme.

Aunque la técnica constructiva de las Carpetas de Suelo-cemento aún debe mejorarse, es más sencilla que la de los Baldosines de Suelo-cemento, exige menor cuidado y es similar a la de una carpea tradicional de cemento alisada. La técnica constructiva de los Baldosines es más compleja debido a que:

- la técnica en general requiere de una mayor cantidad de horas-hombre por metro cuadrado y de un mayor cuidado, debido a esto la mano de obra debe ser mínimamente calificada.
- el empleo de dos mezclas con diferente dosificación (una para la capa de desgaste y otra para el cuerpo del baldosín) requiere de mayor trabajo, ya que no solamente agrega complejidad a la construcción del elemento sino también a la de la preparación de las mezclas (por que es necesario disponer simultáneamente de dos mezclas diferentes).
- todavía quedan por resolverse problemas que ocurren en el momento del desmolde, ya que muchas veces la capa de desgaste tiende a pegarse al contra-molde.
- al ser un elemento frágil, exige mucho cuidado en el desmolde, traslado y almacenamiento, 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 de baja productividad.

Reflexiones sobre la aceptación social de los prototipos.

Para todos los prototipos, los resultados obtenidos por los ensayos como así también las particularidades constructivas, son estrictamente dependientes para el tipo de suelo utilizado en las mezclas y los mismos deberían ser ajustados de acuerdo a la disponibilidad del suelo que se utilice.

Ya que los prototipos tienden a tener mayor complejidad constructiva, y que esto implica un aumento en las horas-hombre necesarias para su construcción, podría concluirse que el ámbito más adecuado para la transferencia tendría que ser aquél en el cual se disponga de mano de obra de muy bajo costo, ya sea porque se ejecuten por un sistema de autoconstrucción o por disponer de mano de obra desocupada. Así como es conveniente tener en cuenta la posibilidad de disponer de bajos costos de la mano de obra empleada, también es posible la obtención de la tosca sin costo en otros ámbitos, ya sea porque su obtención es gratuita, proveniente de alguna excavación, o porque se la extrae directamente a pie de obra.

En el caso de los Baldosines, además de la complejidad constructiva, la mano de obra necesita ser mínimamente calificada y cuidadosa en la ejecución. Se requiere de controles en obra. También hay que tener en cuenta que la inversión inicial necesaria para la compra de la prensa tipo Cinva-Ram justifica la misma en el caso de tratarse de una producción importante, o bien en centros vecinales, cooperativas o programas de ayuda donde ya se disponga de una prensa. Particularmente, el costo del contramolde de chapa plegada para el fondo de la caja de la prensa es bajo (dólares u\$ 8.- aproximadamente) y lo puede fabricar un herrero mínimamente calificado.

Reconocimientos.

El trabajo es financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICET, y cuenta con el apoyo institucional y material de la FADU UBA; de la Asociación Civil El Nuevo Progreso, de Don Torcuato; y de la Municipalidad de Florencio Varela, organismos de actuación en el Gran Buenos Aires.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BERRETTA, Horacio. Vivienda y promoción para las mayorías. Ed. Humanytas. Buenos Aires, Rep. Argentina. 1987.
- CASTAGNINO, Raúl; BRANDER, Claudio; y otros. Introducción a la Construcción. Buenos Aires, Rep. Argentina. Ed. El Politécnico. 1994.
- ENTEICHE G., Augusto. Suelo-cemento. Su aplicación en la edificación. Bogotá, Colombia. Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento. 1963.
- HERNANDEZ RUIZ, Luis; MARQUEZ LUNA, José. Cartilla de pruebas de campo para la selección de tierras en la fabricación de adobes. México D.F., México. Oficinas Editoriales Conescal. 1983
- ICPA, Instituto del Cemento Pórtland Argentino. Suelo-cemento. Un material con muchas aplicaciones. Boletín ICPA N° 139. 1991.
- IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma N° 1522. Baldosas aglomeradas con cemento con cara vista plana. Buenos Aires, Rep. Argentina. 1971.
- KRUK, Walter; DI PAULA, Jorge. La transferencia tecnológica. Revista Vivienda Popular 6:4-10. Montevideo, Uruguay. 2000.
- MARTINEZ CORBELLA, Carlos. Algunas teorías sobre la Vivienda de Interés Social. Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile. 2002.
- ROTONDARO, Rodolfo; SCHICHT, Alex. Muros y pisos de suelo-cemento para mejorar la vivienda social. Zonas urbanas del Gran Buenos Aires, Argentina. En: TERRA em Seminario.IV Seminario Ibero-Americano de Construcao com Terra:43-45. Monsaraz, Portugal. 2005.
- SCHICHT, Alex; PATRONE, Juan C; ROTONDARO, Rodolfo. Pisos y solados con tierra estabilizada, Prototipos para la vivienda de bajo costo. En: Memoria del 3° SIACOT:205-213. Tucumán, Rep. Argentina. Proyecto XIV.6 Proterra. CYTED-HABYTED. 2004.
- SOSA, Mirta. Procedimiento de Identificación de la tierra. Pruebas preliminares y análisis de laboratorio. Tucumán, Rep. Argentina. Publicaciones LEME/CRIATIC, FAU-UNT. 2001.

ANEXO I

Tabla 1: Prototipos de contrapisos

NOMBRE	DOSIFICACIÓN (partes en volumen)											ESPESOR (cm)	DIMENSIÓN (cm)	DESCRIPCIÓN
	SUSTRATO							CAPA DESGASTE						
	CEMENTO	CAL	ARENA	TAMIZAD	EN TERROR	CASCOTE	PIEDRA PARTIDA	CEMENTO	CAL	ARENA	TAMIZAD			
P C ap 001	1		2	4								10 a 15	110x180	Contrapiso compactado a mano con pisón, en dos capas.
P C co 101	1/4	1	3		10		2					12		Contrapiso de suelo-cal y cemento colado y regleado sobre un film de nylon
P C co 102		1			10							12		Contrapiso de suelo-cal colado y regleado sobre un film de nylon
P C co 103	1/8	1	3	7			2					12		Contrapiso de suelo-cal y cemento colado y regleado sobre un film de nylon
P C ap 101	1			11								12		Contrapiso de suelo-cemento apisonado en dos capas construido sobre tosca apisonada
P C co 002 *	1/4	1	4				8					12	100x200	Objetivo: Contrapiso tradicional. Evaluar como Patron de comparacion con los Prototipos del proyecto.
P C co 003	1/4	1	2	2	8							12	100x200	Objetivo: Evaluar compartivamente (resistencia y costo) con el contrapiso tradiciona en igual dosificacion de aridos y aglomerante

Tabla 2: Prototipos de carpetas de terminación

NOMBRE	DOSIFICACIÓN (partes en volumen)											ESPESOR (cm)	DIMENSIÓN (cm)	DESCRIPCIÓN
	SUSTRATO							CAPA DESGASTE						
	CEMENTO	CAL	ARENA	TAMIZAD	EN TERROR	CASCOTE	PIEDRA PARTIDA	CEMENTO	CAL	ARENA	TAMIZAD			
P CA 001	1		1½	1½				1				3 - 4	120x140	Carpeta de suelo-cemento alisada a la llana con una lechada cementicia.
P CA 002	1		2	4				1				3,0	110x180	IDEM
	1		2	2										
P CA 101	1	1	3	1				1	1/2			5,2		Carpeta de suelo-cemento alisada a la llana
P CA 102	1	1	1 1/3	1 1/3			2 2/3	1	1	2½	1	5		IDEM
P CA 103	1	1	2½	1/2				1½	1	3½	1/2	3,5		IDEM
P CA 003	1		3					1				3-4	100x200	Objetivo: Carpeta tradicional. Evaluar como Patron de comparacion con los Prototipos del proyecto.
P CA 004	1		1	2				1				3-4	100x200	Objetivo: Evaluar comparativamente (resistencia y costo) con el P CA 003 al reemplazar arena por tosca
P CA 005	1		2	4				1				3-4	100x200	Objetivo: Obtener un prototipo de bajo costo, tecnica constructiva sencilla y resistencia aceptable.

Tabla 3: Prototipos de baldosines bicapa de tierra comprimida (bloquera CINVA-RAM)

NOMBRE	DOSIFICACIÓN (partes en volumen)								ESPE-SOR (cm)	DIMEN-SIÓN (cm)	DESCRIPCIÓN			
	SUSTRATO				CAPA DESGASTE									
	CEMENTO	CAL	ARENA	TOSCA TAMIZADA	TOSCA EN TERRONE S	CASCOTE	PIEDRA PARTIDA	CEMENTO				CAL	ARENA	TOSCA TAMIZADA
P BCR 001	1		2	4				1		1		2,3	14x29 x2,4	Baldosín comprimido en prensa CINVA-RAM con contramolde de chapa plegada. Primero se coloca el mortero de la capa de desgaste en el fondo de la caja.
P BCR 002	1		3	3				1		1/2		1,8	14x29 X2,4	IDEM
P BCR 003	1		2	4				1		1		2,5	14x29 X2,4	IDEM
P BCR 004	1		2	8				1		2		3,5	14x29 X2,4	IDEM
P BCR 005	1		1/2	3				1		1		3,5	14x29 X2,4	IDEM
P BCR 006	1		2	5				1		1		3,5	14x29 X2,4	IDEM
P BCR 007	1		2	4				1		1		3,5	14x29 X2,4	Objetivo: Prototipo que apruebe IRAM1522 Rotura por Impacto y sea económico.

Tabla 4: Prototipos de baldosas bicapa de tierra colada (25x25 y 30x30 cm)

NOMBRE	DOSIFICACIÓN (partes en volumen)								ESPE-SOR (cm)	Espesor Desgaste	DIMEN-SIÓN (cm)	DESCRIPCIÓN	
	SUSTRATO				C/ DESGASTE								
	CEMENTO	CAL	ARENA	TOSCA TAMIZADA	TOSCA EN TERRONE	CEMENTO	CAL	ARENA					TOSCA TAMIZADA
P Ba 101	1	1	3	1		1				3,5		30x30	Baldosa colada de suelo-cal y cemento. Cemento y derrite de terminación.
P Ba 102	1	1	3	1		1	1/2	2		3,5		30x30	IDEM + biselado con cuchillo
P Ba 103	1½	1	2	2	2	1	½	2½	½	3,6	0.5	30x30	Baldosa colada de suelo-cemento-cal. Capa de desgaste llaneada, esp. aprox. = 5mm
P Ba 104	1	2	4	4	4	1	½	2½	½	3,5	0.5	30x30	Baldosa colada de suelo-cemento-cal. Capa de desgaste llaneada, arena y cemento 1 y 1 esp. aprox. = 5mm
P Ba 105	1	2	4	4	4	1	½	2½	½	3,5	0.5	30x30	IDEM terminación:1 cemento, 1arena
P Ba 106	1	2	4	4	4	2	½	2	¼	3,5	0.5	30x30	IDEM con capa de desgaste de 5mm
P Ba 107	1	2	4	4	4	1	½	2½	½	3,5	0.5	30x30	Idem 104
P Ba 108	½	4	8	8	8	1	½	2	¼	3	0.5	30x30	Idem 104
P Ba 109	1	2	3	3	3	2	1	3½	1	2,3	0.5	25x25	Idem 104
P Ba 110	1	2	4	2	4	1	1/2	2½	1/2	1,8	0.5	25x25	Idem 104
P Ba 111	1	2	3	3	3	1	1/2	2½	1/2	1,8	0.5	25x25	Idem 104
P Ba 112	1	1	2½	½	2	1	1/2	3	1/2	1,8	0.5	25x25	Idem 104

EL SUELO-CEMENTO, UN RECURSO TECNOLÓGICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

Carlos E. Alderete - Lucía E. Arias** - Stella M. Latina*** - Rafael F. Mellace******

Mirta E. Sosa*** - Irene C. Ferreyra*******

*Centro Regional de Investigación en Tierra Cruda, Facultad de Arquitectura y Urbanismo,
Universidad Nacional de Tucumán- Av. Roca 1800, + 54 381 4364093 int.7919,
criatic@herrera.unt.edu.ar*

RESUMEN

Las técnicas de construcción con tierra, profusamente utilizadas desde los comienzos de la civilización, representan un claro ejemplo del uso racional de recursos naturales en una completa armonía entre el hombre y la naturaleza. En la actualidad, impulsadas por constantes investigaciones en el ámbito mundial, se registran interesantes innovaciones tecnológicas caracterizadas por: simplicidad, eficiencia, economía y bajo impacto ambiental. Entre ellas, el suelo-cemento como insumo básico, destaca una de las posibilidades del uso de la tierra para la construcción de edificios. Su aplicación según diferentes técnicas constructivas permiten la resolución de la envolvente (muros, pisos y techos) conformando elementos monolíticos, mampostería de bloques o de ladrillos prensados y entramados. En la Argentina, el bloque de suelo cemento (BSC) como componente básico ha sido utilizado desde hace décadas aunque sin continuidad ni seguimiento respecto de su desempeño constructivo-estructural. En el Centro de Investigaciones sobre Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) se desarrollan diferentes alternativas para la ejecución de muros y de techos que se aplican en la construcción de su edificio sede como prototipo arquitectónico y constructivo. En el trabajo se sintetizan los resultados logrados con la aplicación de distintas técnicas, se analizan la incidencia de las propiedades físicas y mecánicas de los BSC utilizados, tipo y características de los morteros empleados y sus dosificaciones apropiadas a fin de verificar simultáneamente requerimientos estructurales y máxima economía. En resumen, se presenta la evolución constructiva del proyecto CRIATiC concebido como un conjunto de edificaciones, cada uno de los cuales se resuelve acorde a su propia función con una técnica constructiva particular.

* Alderete, Carlos E: Ingeniero Civil. Docente de Construcciones 1 y Arquitectura de Tierra Cruda – FAU-UNT. Director del Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME) - FAU – UNT - Integrante del CRIATiC y de equipos de investigación en proyectos del CIUNT y de la ANPCyT. - ce: calderete18@hotmail.com

**Arias, Lucía E: Ingeniero Civil. Docente de Construcciones 1 y Arquitectura de Tierra Cruda - FAU - UNT Integrante del CRIATiC y de equipos de investigación en proyectos del CIUNT y de la ANPCyT. - ce: arias-alderete@arnet.com.ar

***Latina, Stella M.: Arquitecta. Docente Construcciones 1 y Arquitectura de Tierra Cruda - FAU - UNT - Integrante del CRIATiC y de equipos de investigación en proyectos del CIUNT y de la ANPCyT. - ce: smlatina05@hotmail.com

****Mellace, Rafael F: Arquitecto. Profesor Titular Construcciones 1, Arquitectura de Tierra Cruda y Diseño y Construcción con Madera - FAU - UNT - Director Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) - FAU - UNT - Director Proyectos de investigación del CIUNT y de la ANPCyT - ce: rfmellace@arnet.com.ar

*****Sosa, Mirta E: Arquitecta. Docente Construcciones 1 y Arquitectura de Tierra Cruda - FAU - UNT - Integrante del CRIATiC y de equipos de investigación en proyectos del CIUNT y de la ANPCyT. ce: mirta_sosa@hotmail.com

*****Ferreyra, Irene C : Arquitecta. Docente Construcciones I - FAU - UNT. Integrante del CRIATiC y de equipos de investigación en proyectos del CIUNT y de la ANPCyT. – ce: icferreyra@hotmail.com

El proyecto se materializa a partir de una gestión interinstitucional, en la que intervienen organismos de Ciencia y Técnica de la Nación (CIUNT, ANPCYT, UNT), la Municipalidad de San Miguel de Tucumán y los beneficiarios de planes sociales para personas desocupadas (Jefas y Jefes de Hogar).

I. INTRODUCCION

Desde los primeros asentamientos humanos hace 10.000 años, prácticamente todas las civilizaciones desarrolladas alrededor del mundo han empleado la tierra -soporte y sustento de la vida- para levantar viviendas y ciudades: murallas, palacios, iglesias, mezquitas, modestas casas de una planta y elegantes edificios en altura se erigieron usándola como principal material de construcción. Importantes testimonios arqueológicos, hoy declarados patrimonio histórico de la Humanidad, perduran desde hace siglos en los cinco continentes confirmando que, bajo ciertas condiciones, las construcciones con tierra cruda conservan al resguardo del tiempo sus cualidades físicas, mecánicas y ambientales. Prueba de ello son las centenarias ciudades de Shibam o Sanná en Yemen, de Paquimé o Casas Grandes en México, Chan-Chan en Perú, o de Tulum en Chile.

En nuestro continente, la construcción con tierra cruda fue el sistema dominante en las ciudades Iberoamericanas durante el período colonial alcanzando su máximo desarrollo tecnológico a fines del siglo XIX hasta las primeras décadas del presente siglo. Luego, la aparición de otros materiales impulsados por el avance de la industrialización y el crecimiento del consumo marcaron un lento y largo período de declinación, llegándose a cuestionar su aceptabilidad social y reduciendo su aplicación casi exclusivamente al medio rural como un fenómeno marginal, sinónimo de precariedad y pobreza. Sin embargo lejos de desaparecer, las construcciones con tierra cruda son hoy en día un hecho innegable y, en muchos países una solución irremplazable. Tanto es así, que según estimaciones de la ONU, un tercio de la población mundial vive actualmente en casas de tierra.

En la Argentina se sigue construyendo con tierra en forma espontánea prácticamente en todo el país y, con pequeñas mejoras técnico-ambientales y económicas en viviendas y edificios públicos en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, a pesar de la iniciativa de algunos organismos estatales (Institutos de la Vivienda, Dirección de Arquitectura) y básicamente en Centros de Investigaciones Autónomas de las Universidades Nacionales, el apoyo oficial en el tema es muy débil.

En el resto del mundo, el creciente interés por el estudio de las “*geoarquitecturas*” (A. Hays. 1993) que se manifiesta desde la década de los años 80, favorece el desarrollo de un nuevo rigor técnico-constructivo a partir de la revalorización de este material de aparente y de relativa fragilidad. Organismos internacionales como UNESCO, ICOMOS, ICCROM; GETTY INSTITUTE (USA); Fundaciones, Universidades y ONGs. han impulsado en todo el mundo (Europa Central; Norte de África; Tailandia; Madagascar; USA; México, Nicaragua, Perú, Chile, Brasil, Argentina) la producción de importantes investigaciones y de obras destinadas a: viviendas, hospitales, iglesias, escuelas y otros edificios del hábitat social. La construcción con tierra representa hoy un gran potencial de desarrollo, especialmente en la producción de viviendas de interés social, por lo que resulta relevante actualizar, perfeccionar y proponer nuevos desarrollos en esta tecnología vernácula, aparentemente humilde, pero a la vez compleja y de gran interés por su innegable dimensión social, económica y política.

Desde esta perspectiva, el uso de la tierra -materia prima abundante, económica y reciclable como ninguna otra- constituye en nuestro país, una alternativa eficaz para proveer de viviendas dignas a amplios sectores de nuestra población, hoy carentes de techo. El uso del suelo-cemento como insumo básico, destaca una de las posibilidades de la construcción con tierra para la producción de edificios.

II. MATERIAL: SUELO CEMENTO

a) Definición

Se define como el material resultante de la mezcla de: suelo, cemento y agua que dosificada convenientemente confiere al producto resultante propiedades físicas y mecánicas determinadas. Cuando el material es compactado en su proceso de fabricación se conoce como suelo cemento comprimido.

b) Composición

• Tierra

Si bien la tierra como material de construcción se encuentra disponible en cualquier lugar del mundo (salvo en los casquetes polares), no todas son adecuadas para su directa utilización, por lo que frecuentemente resulta necesario modificar las proporciones naturales de sus componentes para obtener un comportamiento más apropiado en función del sistema constructivo y de la técnica de ejecución a utilizarse. Para construir con tierra cruda es de suma importancia procurar la utilización del material disponible en el lugar de la obra. Sin embargo, no siempre aquella tierra es la más adecuada ni la de mejor calidad; En tal caso, resulta necesario mejorar sus características mediante procesos de estabilización.

• Cemento

La incorporación de cemento, modifica las propiedades de la tierra por reacción fisico-química entre sus partículas y el producto estabilizante (cemento), creando un esqueleto inerte o formando ligamentos químicos estables. Incorpora en la estructura granular de la tierra una matriz tridimensional que produce una consolidación por cementación, impidiéndole posteriores movimientos.

c) Compactación

Es un método de estabilización mecánica mediante el cual se incrementa la densidad de la tierra reduciendo la porosidad y la permeabilidad; aumentando la compacidad, la resistencia mecánica y la durabilidad del producto resultante.

III. PROPIEDADES DEL MATERIAL SUELO CEMENTO

La determinación de las aptitudes de un material para ser empleado en la construcción de edificios, sólo es posible a partir del conocimiento de sus propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas. Por ello, el suelo cemento comprimido fue sometido al protocolo de ensayos que establecen la normas, a fin de definir su uso más adecuado. Los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el CRIATiC permiten concluir que a diferencia de otros materiales denominados “tradicionales”, utilizados en la resolución constructiva de la envolvente, el suelo cemento comprimido puede ser diseñado y fabricado en función de las necesidades y/o requerimientos arquitectónico, estructural, ambiental y tecnológico definido para cada situación particular. Se trata de un formáceo, ejecutado insitu que adopta la forma del molde donde es comprimido.

Por lo tanto, sus propiedades físicas serán función de la forma, de la textura y de las dimensiones asignadas al molde; la compactación, la porosidad y el peso unitario dependerán de la tasa de compresión efectuada sobre el material.

La respuesta a la acción de las fuerzas exteriores será función del sistema de compactación y de las dosificaciones (suelo/cemento) más adecuadas definidas previamente en el laboratorio para máxima economía, en función del estado de solicitaciones generadas por el diseño arquitectónico-estructural adoptado y el emplazamiento de la obra, aún en zonas de elevado riesgo sísmico. Por tratarse de un material conformado con tierra, las exigencias de acondicionamiento ambiental son fácilmente satisfechas por su reducida transmitancia térmica posibilitando elementos constructivos de menor espesor que los realizados con otros materiales. La posibilidad de controlar las propiedades requeridas permite la fabricación de componentes y de elementos constructivos que se constituyen en cerramientos verticales (muros) y horizontales (pisos techos) ejecutados con diversas tecnologías descritas más adelante.

IV. ENVOLVENTE

El hombre necesita de un espacio físico donde pueda desarrollar sus actividades. Un espacio delimitado en función de sus necesidades por elementos constructivos horizontales y verticales que conforman la envolvente exterior convirtiéndose en nuestra segunda piel, según lo expresado por el Arq. Ramírez Ponce. Analizando los materiales que normalmente se utilizan para la resolución de dicha envolvente, no todos pueden satisfacer los requerimientos ambientales, constructivos y estructurales simultáneamente, sin necesidad de otros complementarios. Esto es así, debido a que llegan a la obra con propiedades definidas que no pueden ser modificadas debiéndose recurrir al diseño del elemento constructivo en función de los materiales intervinientes.

Sin embargo, el empleo de suelo cemento puede ser una respuesta a estas necesidades con significativa reducción de costos mediante la aplicación de tecnologías apropiadas y apropiables según el caso, fundamentándose en las propiedades del material.

La materialización de componentes y/o elementos constructivos da lugar a la conformación de cerramientos concebidos mediante técnicas de ejecución simple y tradicional que aseguren edificaciones seguras y confiables. En tal sentido, el diseño de construcciones con suelo cemento comprimido debe atender especialmente las consideraciones de diseño sismorresistente siempre que exista la probabilidad de ocurrencia. Las investigaciones en el CRIATiC hicieron posible la verificación del adecuado comportamiento de este tipo de construcciones así como la factibilidad de adecuar las normativas vigentes respecto de otros materiales para garantizar su correcto desempeño.

IV.1 Cerramientos verticales

Una de las aplicaciones más usuales del suelo cemento comprimido es la construcción de muros ejecutados mediante distintas técnicas o sistemas.

Así se puede definir los sistemas de mampostería basados en la yuxtaposición y superposición de mampuestos unidos mediante mezclas del mismo material o simplemente encastrados mecánicamente sin necesidad de morteros. Otra técnica consiste en la ejecución de muros monolíticos (tapial) obtenidos por la generación

misma del elemento estructural. Se describen los requerimientos de cada sistema en el diseño de construcciones con tierra.

A. Mampostería

A.1 Mampostería con junta de asiento

Este tipo de mampostería se realiza mediante el uso de mampuestos de suelo cemento comprimido (BSC), cuyas propiedades físicas y mecánicas son previamente definidos en función del diseño arquitectónico-estructural.



fig. 1 Muro de BSC

a- Mampuestos

Tabla 1. Resistencia característica del BSC

Tipo de mampuesto	f'_u	f_{um}	δ_m máx	Nº de muestras por lote	Nº de lotes
BSC	5,0 MPa	7,0 MPa	0,12	10 u	120

(Resultados obtenidos en la construcción del proyecto CRIATiC)

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

Tabla 2. Resistencia del mortero

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

(Resultados obtenidos en la construcción del proyecto CRIATiC)

c. Mampostería

Tabla 3. Características del BSC

Tipo de mampuesto	f'_u	Tipo de mortero	Resistencia mín a compresión 28 d	f_1	f'_m
BSC	5,0 MPa	N	5,0 MPa	0,35	1,75 MPa

(Resultados obtenidos en la construcción del proyecto CRIATiC)

En construcciones de bajo compromiso estructural se pueden evitar los encadenados verticales que unen los arriostramientos horizontales. En lugar de ellos se pueden utilizar refuerzos dispuestos horizontalmente a nivel de antepecho y de dintel en la longitud del muro, para evitar la rotura por tracción que genera el esfuerzo de corte en dirección diagonal. También se recomienda la construcción de contrafuertes que limiten la longitud de cada paño permitiendo que se reduzca el ángulo de giro en los extremos verticales de cada paño, a fin de disminuir el riesgo por corte y por flexión lateral producto de las deformaciones.

A.2 Mampostería sin junta de asiento

El no uso de mezclas de unión entre mampuestos presenta múltiples ventajas que van desde lo estrictamente estructural hasta lo constructivo. En relación a la primera, se puede decir que en este sistema de uniones mecánicas se permite el movimiento diferencial relativo entre los mampuestos capaces de liberar la energía transmitida al muro desde el terreno durante la ocurrencia de acciones dinámicas, ya que cada elemento se comporta como un elemento disipador. Si bien en la mampostería con juntas esta situación ocurre cuando la misma abandona el comportamiento elástico por fisuración, justamente por la magnitud de las tensiones de adherencia entre mezclas y mampuestos, la ausencia de encastres mecánicos que eviten el desplazamiento lateral genera el colapso de los muros de toda la construcción en algunos casos.



fig. 2 Bloque articulado de suelo-cementocomprimido

En el CRIATiC, se estudiaron distintos modelos de BaTC (sistema Lamars), capaces de responder satisfactoriamente a las exigencias generadas por este tipo de acciones, diseñados cada uno de ellos para absorber las sollicitaciones por corte y por compresión que eviten el desplome y caída del muro. Constructivamente, agiliza considerablemente la ejecución de estos cerramientos reduciendo costos de mano de obra y de materiales.

Las consideraciones de diseño constructivo de este tipo de muros son idénticas a las de las mamposterías con juntas, recomendando por ahora la vinculación entre arriostramientos horizontales y el confinamiento de cada paño con elementos internos o externos.

B. Muros monolíticos (tapial)

Este tipo de cerramientos obtenido por compactación del material en el mismo muro a medida que este se va construyendo. La técnica de ejecución se basa en el uso de moldes laterales a modo de encofrados donde el suelo es compactado en sucesivas capas de aproximadamente 20 cm de espesor hasta alcanzar la altura deseada. La tecnología a utilizar dependerá de las posibilidades existentes pudiendo resumirse a simples encofrados de madera donde el suelo es apisonado manualmente con pisones también de madera hasta el uso de encofrados deslizantes de aluminio en donde el material se introduce con máquinas y compactados con vibro compactador neumático.



fig 3. Molde tapial

A diferencia de los sistemas de mamposterías, la falta de juntas evita la existencia de planos potenciales de falla por corte diagonal, posibilitando un mejor comportamiento del muro a la vez que puedan alcanzarse idénticos valores de resistencia con menos costos (disminuye la cantidad de cemento utilizado en las dosificaciones). Estructuralmente, sabemos que en los sistemas de mamposterías la capacidad última de carga depende de la acción conjunta de mampuestos y morteros por los cual deben incrementarse los contenidos unitarios de cemento para alcanzar resistencia mínimas aceptables (aproximadamente 25 kg/cm²).

Tabla 4 – Valores promedios

Resistencia a compresión	Resistencia a flexión	Resistencia a corte
9.03 MPa	1.51MPa	1.06 MPa

(Resultados obtenidos en la construcción del proyecto CRIATiC)



fig. 4 Juntas verticales (tipo macho-hembra) dispuestas en los bordes del tercio medio de la longitud del muro

Con respecto a los criterios generales de diseños se recomienda el uso de encadenados inferior y superior para compatibilizar las deformaciones a nivel de coronamiento evitando desplazamientos diferenciales que conduzcan al colapso del muro o a la caída del techo.

Paralelamente se pueden disponer de armaduras verticales separadas cada 60 a 80 cm, vinculando los elementos de arriostramientos horizontales superior e inferior, mejorando la resistencia a flexión lateral con mayor control de deformaciones por acción de cargas laterales. En la resolución constructiva del proyecto CRIATiC se aplicó esta solución en la ejecución de la torre de servicio con excelentes resultados (memoria V SIACOT).

IV.2 Cerramientos horizontales

El uso de suelo cemento encuentra su principal aplicación en la materialización de cerramientos verticales, muros. Sin embargo, las bondades que este material ofrece desde el aspecto tecnológico, permite su adopción en la resolución de elementos constructivos horizontales.

Basándonos en las propiedades mecánicas, fundamentalmente, la resistencia a compresión es posible utilizar el BCS como componente básico para la construcción de cúpulas o de bóvedas de cañón corrido, donde la traza del arco asegure esfuerzos de compresión pura.



fig. 5 Construcción bóveda

V. CONCLUSIONES

El suelo-cemento estudiado con rigor técnico-científico mediante análisis físicos, químicos, mecánicos, estructurales y, aplicado con técnicas y sistemas constructivos apropiados es un material que ofrece posibilidades ciertas de obtener un producto final -el edificio- estructuralmente confiable.

Una correcta identificación y clasificación de la tierra empleada, posibilita optimizar las mezclas de suelo-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 por corte; reducir la absorción de agua (máx. 16%); mejorar la terminación superficial, etc.

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 en la formación de recursos humanos en diversos campos y niveles y, por otra, desarrollar y experimentar sistemas y componentes constructivos ajustados al rigor técnico-científico exigido para los sistemas convencionales.

VI. 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. 2004. 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. págs: 235-244.
- ALDERETE, Carlos E; ARIAS, Lucía E; MELLACE, Rafael F. 2004. Optimización de mezclas de suelo-cemento. En: CD de Memorias III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (II SIACOT). Tucumán, Argentina.
- MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. 2003. 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..
- MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. 2003. 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.
- ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. 2002. Mampostería de bloque comprimidos de tierra-cemento con junta de asiento. Edición LEME. Serie: Componentes constructivos de la envolvente (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina.
- ALDERETE, Carlos E; ARIAS, Lucía E; MELLACE, Rafael F. 2002. Control de la absorción en bloques comprimidos de suelo-cemento. Edición LEME. Serie: “Componentes constructivos de la envolvente” (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina.
- MELLACE, Rafael F; ALDERETE, Carlos E.; ARIAS, Lucía E. 2002. Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda: Sistema Constructivo LAMARS. I Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (I SIACOT). Salvador- Bahía- Brasil,.
- ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. 2001. 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.
- 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. 1996. 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.
- GALLEGOS, Héctor. 1989 .Albañilería Estructural. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. 2ª Edición corregida y aumentada.

INFORMACIÓN GENERAL

V SIACOT (V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra)-I° SAACT (I Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra), “Construir con tierra ayer y hoy”, 14-17 de junio 2006, INCHUSA, CRICYT, Mendoza, Argentina.

Estuvo organizado por los siguientes organismos y centros:

- INCHUSA (Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales), CONICET
- AHTER (Arquitectura, Historia, Tecnología y Restauración)
- CRIATIC (Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda) FAU – UNT

Este Seminario se desarrolló en el CRICYT (Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas) Mendoza, bajo la Coordinación General de la Dra. Arq. Silvia A. Cirvini. Contó con la presencia de especialistas de toda América Latina, España, Portugal, Alemania y Estados Unidos, quienes expusieron los avances de sus trabajos de investigación, diseño, aplicación y construcción con tierra, en un espacio de discusión que permitió evaluar el tema dentro del marco del desarrollo para un hábitat sostenible, de cara al futuro.



Curso-Taller “ARQUITECTURA EN TIERRA, Tradiciones, patrimonio y desarrollo sostenible”, La Rioja, Argentina. 26-28 de Octubre/17-18 de Noviembre 2006.

Fue organizado por el Gobierno de La Rioja (Subgerencia de Patrimonio Cultural y Administración de Museos, Agencia de Cultura, Agencia de Turismo) y la Universidad Nacional de La Rioja (Departamento de Ciencias Aplicadas a la Producción, al Ambiente y al Urbanismo), y coordinado por el Arq. Luis A. Orecchia, de la Asociación Pro-Patrimonio La Rioja. Se desarrolló en dos etapas, a través de clases teóricas, debates y trabajos de campo con prácticas constructivas, en la ciudad de La Rioja

(Agencia de Cultura), en Vinchina y en Villa Unión. Se comenzó el relevamiento de antiguos edificios de tierra a fin de su puesta en valor y recuperación para ser incluidos en planes de turismo cultural para la zona.

Los docentes fueron los arquitectos Rodolfo Rotondaro (Buenos Aires), Luis Orecchia (La Rioja), Rafael Mellace (Tucumán) y Omar Toledo (Catamarca). Participaron arquitectos, ingenieros, geógrafos, historiadores, alumnos de la carrera Arquitectura de la Universidad Nacional de La Rioja, alumnos de colegios técnicos de La Rioja, y albañiles y pobladores de Vinchina y Villa Unión.



Escuela de adobe de Vinchina

Seminarios 2006 en la FADU, UBA, Ciudad de Buenos Aires.

a) Tapial demostrativo, Foro Académico FADU UBA 2006, 18 de Setiembre.

En un sector del ingreso de la FADU se realizó una práctica demostrativa con la construcción de un sector de muro monolítico, con empleo de tierra tosca estabilizada con cemento Pórtland, con molde vertical, para conocimiento introductorio al tema *Tecnología de construcción con Tierra*. El murete fue construido por los arquitectos Juan Carlos Patrone y Rodolfo Rotondaro con la participación de alumnos y profesionales interesados que presenciaron la práctica. El murete resultante tiene 0,20x0,50x1,30 m.

Fabricación de tapial con molde vertical simplificado



b) Capacitación sobre “Tecnología y proyecto en la arquitectura de tierra”. 09 de diciembre.

Actividad de capacitación realizada como parte del Seminario de Extensión “Puna, arquitectura, identidad y habitat”, dirigido por el Arq. Jorge Tomasi, se llevó a cabo en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires. Se trataron en forma introductoria temas referidos a la tecnología de la construcción con tierra, a través de charlas teóricas y de una práctica de sensibilización consistente en la preparación de mezclas con tierra tosca y la fabricación de adobes y bloques de tierra comprimida. La capacitación estuvo a cargo de los arquitectos Rodolfo Rotondaro y Juan Carlos Patrone, y contó con la participación de alumnos avanzados de las carreras de Arquitectura, Diseño, Antropología, Geografía y Arqueología de la UBA.

Fabricación de adobes y de BTC



ISES – ASADES 2006

En el marco de las actividades de ISES-ASADES realizadas en Buenos Aires del 23 al 27 de octubre de 2006, se presentaron trabajos cuya temática está vinculada fuertemente a la construcción con tierra. Los eventos fueron:

- II Conferencia Regional Latinoamericana de la Internacional Solar Energy Society (ISES)
- XXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES)
- XV IASEE - Argentina, Sección Argentina de la Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar

Las reuniones se llevaron a cabo en dependencias de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional.

Organizaron estas reuniones: El Subprograma Energía Solar de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CENEA) y el Instituto de Investigación en Energía No Convencional (INENCO) de la Universidad Nacional de Salta (UNSA) – CONICET.

Dentro del Área Temática 5, Arquitectura Ambientalmente Consciente, se expusieron las siguientes ponencias:

* Muro Solar Pasivo en Viviendas Construidas con Quincha. Mercado, M. Victoria; Esteves, Alfredo. Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV) (INCHIUSA) Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT, CONICET), Mendoza, Argentina.

* Estrategias Bioclimáticas Aplicadas al Mejoramiento de Vivienda Rural para Turismo Receptivo en el Valle Calchaquí Tucumano. Negrete Jorge; Guijarro, José Luis; Garzón, Beatriz; Ajmat, Raúl; Jerez, Emma. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán. Instituto Provincial de la Vivienda y Desarrollo Urbano de Tucumán.

* Procedimiento de Evaluación Térmico–Económica Unitaria para Envoltentes Edilicias de Zonas Áridas y Sísmicas. Blasco Lucas, Irene; Sulaiman, Halimi. Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa) Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FADU) Universidad Nacional de San Juan (UNSJ).

* Evaluación Térmica de una Vivienda de Suelo Cemento en Florencio Varela. Patrone, Juan Carlos; Evans, John Martin. Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires (CIHE, SI, FADU, UBA).



FADU UBA

Decano: Arq. Jaime Sorín

Vicedecano: Arq. Luis Bruno

Secretaría General: Arq. Ariel Misuraca
Coordinación de Gabinete: Subsecretario: Arq. Fernando Schifani
Secretaría Académica: Arq. Javier Fernández Castro
Secretaría de Extensión Universitaria: Arq. Beatriz H. Pedro
Secretaría de Investigaciones: Arq. Jorge Ramos
Secretaría de Relaciones Institucionales: Arq. Cristina Fernández
Secretaría de Relaciones Internacionales: Arq. Jorge Cortiñas
Secretaría de Posgrado: Arq. Carlos Lebrero
Secretaría de Asuntos Estudiantiles: Sr. Nicolás Nucifora
Secretaría de Acción Comunitaria: DG. Viviana Asrilant
Secretaría Operativa: Arq. Hugo Montorfano



Centro de Investigación Habitat y Energía, CIHE, SI, FADU, UBA

En 1984, los Prof. Arqtos. John Martin Evans y Silvia de Schiller establecieron la Cátedra "Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar" en la Carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA. Esta materia, que se dicta como Taller desde esa fecha, integra aspectos ambientales al diseño y dio origen a la formación de docentes e investigadores, y al dictado de cursos de posgrado. En 1990, se consolida el Centro de Investigación Hábitat y Energía, establecido en 1987 como programa de la Secretaría de Investigaciones en Ciencia y Técnica. El Centro cuenta con el Laboratorio de Estudios Bioambientales equipado con un túnel de viento, un heliodón, un cielo artificial, instrumental de medición y programas de computación. El Centro ha ganado varios premios en concursos internacionales de arquitectura y diseño urbano. Está articulado en varias áreas: Grupo de "Sistemas Constructivos en Vivienda Social Sustentable". Grupo de "Arquitectura en madera" Grupo de "Construcción con tierra" Programa "Eficiencia energética". Programa "Laboratorio de Estudios Bioambientales". Programa "Tecnología solar". Programa de "Pasantías".



Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas, FADU, UBA

El Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas "Arq. Mario J. Buschiazzo", fue creado el 24 de julio de 1946 por la Universidad de Buenos Aires a iniciativa del arquitecto Mario J. Buschiazzo, profesor de Historia en la Escuela de Arquitectura de la entonces Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; y reconocido en su continuidad por resoluciones del Consejo Directivo de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo del 1º de diciembre de 1987, y del Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires del 11 de julio de 1990. Se dedica a las investigaciones y estudios históricos y críticos, acerca de las manifestaciones teóricas y materiales del hábitat, el diseño, la arquitectura y la ciudad, en lo referido a Iberoamérica en especial y la Argentina, el área bonaerense y la ciudad de Buenos Aires en particular.

La tarea desarrollada comprende: formar investigadores, contribuir a la formación de docentes, dirigir becarios UBA, Conicet y extranjeros, editar publicaciones científicas, didácticas y de divulgación, organizar cursos, seminarios y jornadas de especialización, debate y difusión de su temática y de los resultados de sus investigaciones. Es sede de becarios extranjeros que realizan parte de sus estudios en la FADU, utilizando su infraestructura informática y sus áreas de archivos y biblioteca. Parte de los investigadores han sido sus tutores en la investigación que desarrollan para sus tesis.