

X SIACOT
Seminario Iberoamericano
de Arquitectura y Construcción con Tierra

EL DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA

LIBRO DE RESÚMENES
CONFERENCIAS, PONENCIAS Y POSTERS

ÁREA TECNOLÓGICA DEPARTAMENTO REGIONAL NORTE DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

8 al 13 de noviembre de 2010
FACULTAD DE ARQUITECTURA – REGIONAL NORTE
UDELAR
SALTO – URUGUAY

Universidad de la República

Dr. Rodrigo Arocena – *Rector*

Facultad de Arquitectura

Dr. Arq. Gustavo Scheps – *Decano*

Consejo de Facultad de Arquitectura

Orden Docente: Arquitectos – Marcelo Payssé, Rafael Cortazzo, Fernando Rischewski, Jorge Nudelman, Marcelo Danza.

Orden Egresados: Arquitectos – Gricelda Barrios, Néstor Pereira, Guillermo Rey.

Orden Estudiantil: Leticia Dibarbouré, Andrés Croza, Rubens Figueredo.

Dirección Regional Norte

Dr. Alejandro Noboa

Consejo Regional Norte

Orden Docente: Ing. Agr. Pancrácio Cánepa, Dr. Hugo Ferreira, Lic. Graciela Núñez.

Orden Egresados: Ing. Agr. Antonio Monteiro, Ing. Agr. José Álvarez.

Orden Estudiantil: Johan Muller, Martín Veppo.

Comité científico X Siacot:

Responsables

UDELAR arq. Rosario Etchebarne

PROTERRA ing. Ariel González

Tema 1: Diseño contemporáneo de las arquitecturas de tierra

1. Alejandro Ferreiro (Uruguay) - COORDINADOR
2. Márcio V. Hoffmann (Brasil)
3. Marcelo Cortés (Chile)

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

4. Célia Neves (Brasil) - COORDINADOR
5. Patricio Cevallos Salas (Ecuador)
6. Rafael Mellace (Argentina)
7. Ramón Aguirre Morales (México)

Tema 3: Capacitación y transferencia de las tecnologías

8. Duilio Amándola (Uruguay) - COORDINADOR
9. Normando Perazzo (Brasil)
10. Obede Borges Faría (Brasil)
11. Eduardo Salmar (Brasil)
12. José María Sastre (España)

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

13. Rodolfo Rotondaro (Argentina) - COORDINADOR
14. Hugo Pereira Gigogne (Chile)
15. Lucía Garzón (Colombia)
16. María Fernandes (Portugal)
17. Dulce María Guillén Valenzuela (Nicaragua)
18. Ruben Salvador Roux Gutierrez (México)
19. LuisFernando Guerrero Baca (México)

Comité Académico X Siacot:

Ariel González,
Federico Chapuis,
Gabriela Piñeiro,
María Eugenia Germano,
Rosario Etchebarne.

Comité Regional de apoyo a la organización X Siacot:

Alejandro Ferreiro (Montevideo)
Cecilia Alderton (Canelones)
Cristina Pardo (Maldonado)
Helena Gallardo (Canelones)
Giuseppe Mingolla (Santa Fé)

Apoyo a la difusión y práctica:

Andrés Nogués (Montevideo)
Mariano Pautasso (Santa Fé)

Apoyo a la actividad práctica:

Nelson Santana (Montevideo)

Diseño de portada:

OWEN

Publicación financiada por CSIC



ISBN:978-9974-0-0685-0

PRÓLOGO

UNA REFLEXIÓN SOBRE EL DISEÑO DE LAS ARQUITECTURAS DE TERRA

PROYECTO TERRA URUGUAY

Es el grupo académico, que a partir del ámbito de la Facultad de Arquitectura en Salto, instrumenta e imparte cursos de capacitación y transferencia sobre arquitecturas de tierra, desde 1995.

DIVERSIDAD CULTURAL

De esta manera contribuyen a la conservación de la diversidad cultural y a la innovación tecnológica en diversos dominios de las culturas constructivas.

En octubre de 2001, inician el relacionamiento a través de la firma de un Convenio con la Cátedra Unesco “Arquitecturas de Tierra, culturas constructivas, desarrollo sostenible”, integrando la red Unitwin, con sede en la Escuela de Arquitectura de Grenoble.

Terra Uruguay participa desde el año 1995, de Habiterra de Cyted y su fermental continuidad en Proterra¹.

Este Seminario 2010 pretende ser el octavo encuentro realizado en el Uruguay. Encuentro que permite vincular a los protagonistas del diseño de las casas de tierra en la región, a los usuarios, a los constructores y a los gestores responsables por la construcción, conservación y el rescate de los ambientes sustentables.

Durante 6 días, en Salto al norte del País y en Montevideo, Canelones y Maldonado al sur, expertos de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, El Salvador, Francia, Italia, Perú, Portugal y Uruguay, debaten sobre cuatro ejes temáticos, referidos al diseño:

- El diseño contemporáneo de las arquitecturas de tierra, complementando lo aportado por las culturas regionales, el arquitecto francés Hubert Guillaud reflexiona sobre los valores de las arquitecturas de tierra como herramientas de diseño para un porvenir sostenible,
- La innovación de los componentes constructivos, donde el material es disparador de un proceso proyectual, el arquitecto chileno Marcelo Cortés expone el potencial plástico y la capacidad natural de la arcilla de constituirse en obras de sentido social y contemporáneo,
- La capacitación y la transferencia necesaria para contar con recursos humanos formados en las técnicas; formación, validada y certificada por instituciones reconocidas o formación informal; la arquitecta colombiana Lucía Garzón plantea al debate, algunas formas de transferencia de las técnicas de construcción con tierra,
- La arquitectura de tierra como recurso proyectual de materialización del hábitat sostenible; a través de la exposición de varias experiencias y fundamentados en posturas filosóficas en relación al ambiente, el ingeniero Miguel Aloysio Sattler abre este eje de valoración junto al arquitecto mexicano Luis Fernando Guerrero.
- El tocar la tierra y transformarla, desencadena mecanismos agradables y creativos en las personas. Los arquitectos Wilfredo Carazas de Perú – Francia y Ramón Aguirre Morales de México comparten, junto a un equipo de formadores, reflexiones y prácticas en relación a la tierra y el conocimiento profundo de sus propiedades, los revoques y la espacialidad lograda a través de las curvas de arcilla.

De la abundante y excelente producción académica en esta temática presentada al X Siacot , el comité ha tenido que seleccionar 15 a 18 ponencias para ser presentadas²; entre otros:

¹ www.redproterra.org

² Los artículos publicados expresan el punto de vista de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de las instituciones organizadoras del evento.

DISEÑO

1. Ricardo Junqueira Piva de Brasil presenta un enfoque filosófico a través de la presentación de 5 obras de pau a pique, contribuyendo a un mínimo impacto ambiental – energético.
2. Ana Paula Bayer de Brasil presenta un panorama actual de la arquitectura de tierra en Uruguay y Río Grande do Sul.
3. Tierra en Uruguay refiere a la presentación del arquitecto uruguayo Alejandro Ferreiro.

INNOVACIÓN

4. Guillermo Rolón y Margarita Do Campo de Bs As Argentina, presentan una metodología de caracterización analítica de materiales: ECT (elementos constructivos en base a tierra).
5. Sánchez, Begliardo y Casenave de Rafaela – Santa Fé – Argentina, proponen cambiar “trocar el término” *residuo* por *subproducto* y nos presentan un caso de vínculo con el sector productivo.
6. Yolanda Aranda de Mexico, presenta una investigación de innovación del bloque de tierra comprimida adicionados con mucílago de nopal, los cuales contienen polímeros naturales orgánicos,
7. Alejandra Dubos de Argentina presenta un caso de vivienda progresiva rural como estrategia autosuficiente,
8. Luis Fernando Guerrero y Ruben Roux de México comparten su investigación sobre propiedades físicas de BTC estabilizado con hidróxido de calcio,
9. Anne Lemarquis de Francia y Chile, nos presenta su trabajo sobre pisos en tierra cruda

CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA

10. Obede Faría de Brasil presenta un caso de casa de adobe como una solución al déficit habitacional,
11. Delmy Núñez de El Salvador, presenta un trabajo sobre prevención al mal de chagas y estrategias de intervención,
12. Un usuario de casas de tierra, presenta su visión. La Sra. Cristina Pardo y el Prof. Ricardo Cetrullo, nos invitan a conocer sus testimonios y también su propia casa ubicada en Punta Ballena – Maldonado,
13. Pereyra y otros, de San Juan Argentina nos enseñan su Manual de restauración. Es la formación, la capacitación y transferencia en técnicas de remodelación,
14. Rotondaro, Patrone y Rolón de BS As Argentina, presentan una metodología de formación teórico – práctica, buscando la validación y certificación,

CONTEXTO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

15. Corba, Barreto y equipo presentan desde Brasil, un manual de rescate de prácticas sustentables,
16. Sandra Cruz y Guillermo Marzioni de Argentina, presentan una aldea sustentable andina.
17. Vivian Dall’Igna Ecker de Brasil aborda los saberes constructivos,
18. Ferreyra, Sosa y Mellace de Tucumán Argentina, presentan su investigación que aborda la producción de la arquitectura de tierra para un desarrollo sostenible.

En acuerdo, con lo planteado en Terra Educación en mayo de 2010³, reconocemos un déficit en las propuestas de educación y capacitación para el desarrollo sostenible. Este Seminario pretende ser, entonces, un ámbito más de reflexión sobre la formación de actores y gestores del ambiente sostenible; y en nuestro caso, que es el de los constructores de las arquitecturas de tierra, es necesaria la formación de nuevos profesionales, técnicos, constructores, albañiles, autoconstructores ocasionales, capaces de generar debates sencillos y eficaces, capaces de diseñar, innovar y buscar las convergencias necesarias entre instituciones con una visión de futuro.

En el año 2010, ocurrió en Uruguay un evento importante de formación, sobre la arquitectura de tierra⁴ y es para nosotros un desafío, encarar una nueva etapa, ya que si bien se ha avanzado

³ Terra Education 2010, Communications. Craterre – Ensag 2010

⁴ Quinto evento, año 2010 con el Profesor invitado arq. Hubert Guillaud.

muchísimo en el País y en la región, en construcciones de tierra, en diseños, en investigaciones, en capacitación, aún este enorme esfuerzo es el resultado de iniciativas variadas, dispersas, poco coordinadas.

En estos últimos 10 años, surge un gran número de profesionales y constructores entrenados, pero aún hay muy pocos programas de educación y entrenamiento que se centren en la arquitectura de tierra, la conservación del patrimonio monumental o doméstico y la innovación en nuevos materiales.

Este X Siacot es una contribución mas a la integración de disciplinas y a la maduración de redes transnacionales que posibilitan la formación de una generación sólida capaz de diseñar, construir y gestionar proyectos de arquitectura de tierra.

El camino hacia las mejores propuestas de diseño, innovación y gestión, va vinculado a la posibilidad de consolidar propuestas integrales de formación validadas y certificadas por las Instituciones⁵, en arquitectura y construcción con tierra.

Rosario Etchebarne Scandroglia, Prof.^a Arq.^{a6}

⁵ Nos referimos a Instituciones de formación y capacitación formales (Universidad, Escuela Técnica) y a grupos de formación privados (ONGs, Talleres de arquitectura, Fundaciones)

⁶ Profesora de la Universidad de la República – Uruguay, integrante de red Proterra y Cátedra Unesco “Arquitecturas de Tierra, culturas constructivas, Desarrollo durable”

INDICE

CONFERENCIAS

Pag.

Etchebarne, Rosario: <i>Arquitectura de tierra en Uruguay. Una alternativa hacia el desarrollo sostenible.....</i>	9
Néves, Celia: <i>10 SIACOTs, 9 anos de dinamismo da rede ibero-americana proterra.....</i>	12
Guillaud, Hubert: <i>Universalidad de las Arquitecturas de Tierra.....</i>	22
Cortés, Marcelo: <i>La arquitectura parasísmica en tierra - nuestro patrimonio chileno-contemporáneo.....</i>	24
Aguirre Morales, Ramón: <i>Taller de realización de bóvedas mexicanas autoportantes.....</i>	26
Carazas, Wilfredo: <i>La tierra – una materia trifásica.....</i>	27
Garzón, Lucía: <i>Arquitectura contemporánea con tierra, estudio para evaluación sostenible.....</i>	29
Guerrero, Luis Fernando: <i>Otros indicadores de la sostenibilidad de la Arquitectura de Tierra.....</i>	40
Sattler, Miguel: <i>La arquitectura de tierra en el contexto del ambiente sostenible.....</i>	41
Alderton, Cecilia: <i>Construcción con terrón en Uruguay.....</i>	42

PONENCIAS

E. T. 1

1.1 Junqueira Piva: <i>Arquitectura contemporánea em terra.....</i>	47
1.2 Bayer: <i>Panorama atual da arquitetura em terra no Uruguai e no Rio Grande do Sul: contraste entre vizinhos.....</i>	51
1.3 Ferreiro: <i>Tierra en Uruguay.....</i>	61
1.4 Buson - Nemer y otros : <i>Projeto de uma habitação de interesse social com blocos de terra compactada e ferrocimento.....</i>	67
1.5 Marchante – Cortés: <i>La contemporaneidad de la arquitectura en tierra a través de desarrollo técnico-expresivo del material: reinterpretación y renovación arquitectónica.....</i>	75
1.6 Cadenazzi – Nogués: <i>Casa de BTC en Rocha.....</i>	81
1.7 Rolón – Cilla : <i>Biodeterioro en edificios históricos de tierra: ruinas de Capayán, La Rioja, Argentina.....</i>	88

E. T. 2

2.1 Rolón - Do Campo: <i>Caracterización analítica de materiales constructivos de tierra e viviendas rurales populares de la provincia de La Rioja, Argentina.....</i>	98
2.2 Sánchez - Begliardo y otros: <i>Componentes confinados de suelo cemento utilizando barros de excavación para pilotes como material de baja resistencia controlada (mbrc).....</i>	106
2.3 Aranda: <i>BTC adicionados con diferentes concentraciones de mucílago de nopal y sábila en el agua de mezclado.....</i>	117
2.4 Dubos - Albarracín y otros: <i>Vivienda progresiva rural para secano sanjuanino.....</i>	126
2.5 Guerrero - Roux: <i>Propiedades físicas de bloques de tierra comprimida estabilizados con hidróxido de calcio en polvo y en pasta.....</i>	133

2.6 Lemarquis: Los pisos en tierra cruda.....	141
2.7 Corba – Ino: Propuesta de interfase entre: pared de adobe e instalación eléctrica en una vivienda del asentamiento rural Sepé Tiaraju, SP – Brasil.....	149
2.8 Rotondaro - Cacopardo y otros: Innovación y gestión participativa con autoconstructores urbanos pobres. Buenos Aires – Mar del Plata, Argentina.....	156
2.9 Saldivar – Albarracin – Bustos: Análisis comparativo de mamposterías empleadas en zonas sísmicas.....	163

E. T. 3

3.1 Faría: Experiencias com capacitação para produção de adobes e construção de habitações de interesse social no estado de São Paulo – Brasil.....	168
3.2 Nuñez: Capacitación y mejora del hábitat para la prevención del mal de chagas.....	179
3.3 Pardo: La vivienda de barro desde el punto de vista del usuario.....	183
3.4 Pereyra - Scognamillo - Sanchez: Manual de restauración y reforzamiento de edificios patrimoniales construidos en tierra, en el departamento Iglesia, provincia San Juan.....	189
3.5 Rotondaro – Patrone – Rolón: Formación teórico-práctica de recursos humanos en arquitectura y construcción con tierra en distintos ámbitos de Argentina.....	195
3.6 Vargas: La tapia: un patrimonio de todos proyecto de recuperación de la tapia del cementerio de Chivatá, Boyacá, Colombia.....	205
3.7 Parisi - Fricke y otros: Habitação de interesse social com terra, materializada pelo envolvimento de detentos, da universidade e dos futuros moradores: uma utopia possível.....	208

E. T. 4

4.1 Corba - Ino: Clasificación de las variables que influenciaron en el proceso constructivo de 3 viviendas de interés social en adobe. Casos asentamiento rural Sepé Tiarajú y Pirituba ii, São Paulo – Brasil.....	217
4.2 Cruz – Marzioni: Aldea sustentable andina vivienda de adobe realizadas por cooperativas, La Quiaca.....	227
4.2 Ecker – Zanin: Saberes construtivos autoctonés em intervenção arquitetônica mais sustentável	232
4.4 Ferreira – Sosa – Mellace: La construcción con tierra: grado de adecuación tecnológica y mecanismos de producción para un desarrollo sostenible.....	243
4.5 Méndez – Flores y otros: Acabados naturales en construcción de adobe.....	245
4.6 Correia: Uma reflexão sobre o conceito de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável, no contexto da arquitetura de terra.....	253
4.7 Baglioni: Terra: material sustentavel.....	257
4.8 Maia – Ino: Análise das relações entre as variáveis que influenciam no uso da terra para habitação de interesse social em assentamento rural utilizando a ferramenta matriz de confusão. caso: assentamento rural Sepé Tiaraju – Serra Azul – São Paulo, Brasil.....	268
4.9 Plana – Pochi y otros: Itinerario turístico patrimonial de arquitectura de tierra – Iglesia, San Juan, Argentina.....	277
4.10 Villaça: As fibras vegetais e sua importancia para a sustentabilidade das construções com terra.....	284

RESÚMENES DE POSTERS

- Anzalone – Coitinho – Precciozzi:** Sistemas de sacos de tierra compactada, (stc) estudio de su aplicación en nuestro medio para viviendas ejecutadas por autoconstrucción.....**291**
- Durán – Hallock:** La tierra como material de esperanza y una alternativa de inclusión social. Proceso de construcción de una escuela en Deslandes-Haiti.....**294**
- Evans – Lanzaro:** Arquitectura sustentable: construyendo en contextos específicos.....**303**
- Latina – Arias y otros:** Confort térmico en viviendas de Tafí del Valle, Tucumán, Argentina.....**309**
- Velosa – Varum – Figueiredo:** Rendering solutions for traditional adobe construction.....**311**

POSTERS

- Anzalone – Coitinho – Precciozzi:** Sistema de sacos e tierra compactada.....**313**
- Barajas:** La arquitectura como proceso transformador.....**315**
- Durán – Hallock:** Transferencia de tecnología en Haití, proceso de construcción de una escuela en Desalandes.....**317**
- Evans – Lanzaro:** Arquitectura sustentable: construyendo en contextos específicos.....**319**
- Guarín – Henriques – Alzate:** Acabados de tierra.....**321**
- Rivera Vidal:** Chile 27/02. Terremoto 8.8. Reforzando la cultura constructiva en tierra.....**322**
- Velosa – Varum – Figueiredo:** Rendering solutions for traditional adobe construction.....**324**

CONFERENCIAS

ARQUITECTURA DE TIERRA EN URUGUAY UNA ALTERNATIVA HACIA EL DESARROLLO SOSTENIBLE



Rosario Etchebarne Scandroglio, Prof.^a Arq.^a
Udelar ¹
E-mail: roetchebarne@gmail.com

Resumen

En este Seminario, se presentan dos trabajos de investigación⁷, a través de los cuales podemos concluir, que en el Uruguay existe hoy, una demanda creciente por la arquitectura y construcción con tierra, a partir de los últimos cinco años.

Las primeras propuestas contemporáneas diseñadas con participación de arquitectos datan de fines de los 80. En esos años también se inicia la Comunidad del Sur, símbolo de posturas ecológicas y amistosas con el cuidado del ambiente.

El saber hacer del hombre y la mujer rural continúa en solitario, sin apoyo ni reconocimiento estatal, aportando a la vivienda rural de tierra. Contradictoriamente, en este caso, el del hábitat rural, la tierra no forma parte aún de los repertorios aceptados desde las políticas públicas.

En los últimos diez años (2000 – 2010), hemos relevado cuatro fases de esta creciente demanda en el Uruguay:

1. La casa sustentable privada, individual o colectiva
2. La casa de tierra como alternativa a la ocupación y los acuerdos con los Municipios e Intendencias
3. La formación de la mano de obra
4. La formación en el diseño del ciclo de vida de los materiales como proceso proyectual

La casa sustentable privada, individual o colectiva.

La demanda surge de sectores de clase media interesados en habitar casas naturales. En Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha podemos relevar más de 100 casas individuales realizadas por arquitectos y grupos de constructores especializados y más de 100 casas realizadas por autoconstrucción. Destacamos la opción de jóvenes que acceden a un hábitat propio en forma colectiva y a través de la autoconstrucción.

Las técnicas más utilizadas son:

1. Mampuestos: terrón, adobe, ecobloques (bloques de tierra comprimida)
2. Muros monolíticos: tapial
3. Paneles y entramados: paneles de fajina, paneles de tierra alivianada

La casa de tierra como alternativa a la ocupación y los acuerdos con los Municipios e Intendencias.

La demanda surge de referentes barriales del territorio, ubicados en varios departamentos del País. Desde la Udelar hemos realizado 6 Acuerdos de Trabajo:

1. Salto año 2000 – proyecto Barrio La Tablada. 7 casas de adobe.
2. Montevideo año 2004 – proyecto Cooperativa Vaimaca. 1 casa prototipo de paneles de fajina.
3. Artigas año 2006 – proyecto Casa de Tierra. 1 casa prototipo de bloques de tierra comprimida y paneles de fajina.

⁷ Dos trabajos de investigación sobre la arquitectura de Tierra en el Uruguay: (1) arq. Ana Paula Bayer de Brasil, (2) arq. Alejandro Ferreiro de Uruguay

4. Rivera año 2006 – proyecto La Arenera. 1 salón comunal de bloques de tierra comprimida y paneles de fajina.
5. Paysandú año 2007 – proyecto Salón Comunal Purificación 3. 1 salón comunal donde se utilizan varias técnicas y el apoyo en mantenimiento a 40 viviendas rurales.
6. Canelones año 2009 – proyecto Cuenca Arroyo Carrasco. Propuesta de prototipos.

La formación de la mano de obra.

La demanda surge del ámbito local y académico, ya que aún es muy escasa la mano de obra especializada para abordar la construcción de la arquitectura de tierra. En este sentido se unen 2 instituciones⁸, para iniciar la primera Escuela de bioconstrucción en Arrayanes – Piriápolis en 2011. Será un curso validado a través de pruebas y certificado, por UTU CETP con apoyo académico de Udelar.

La formación en el diseño del ciclo de vida de los materiales como proceso proyectual.

La demanda surge de los estudiantes de arquitectura interesados en las propuestas de eficiencia energética y hábitat sostenible y el correspondiente proceso de formación.

El desafío

El desafío se instala en la necesidad de profundizar en investigación, en proyectos de extensión universitaria y en la formación de mano de obra especializada.

Desde el ámbito académico, nuestra propuesta va dirigida hacia la formación de gestores del hábitat sostenible, donde el diseño es el disparador y el eje integral – central del ejercicio profesional. Una persona capaz de integrar y coordinar los procesos de diseño, la gestión y la construcción de la arquitectura de tierra.

⁸ Udelar (Universidad de la República) y UTU CETP (Centro de Enseñanza Técnico Profesional) se unen, para comenzar cursos para albañiles.



CROQUIS ARQ. ANDRÉS NOGUÉS



OBRAS ARQ. CECILIA ALDERTON



OBRAS ARQ. ROSARIO ETCHEBARNE

Curriculum

Rosario nace y estudia en Montevideo; egresa de la Facultad de Arquitectura Udelar a fines de 1982. En el año 1979 viaja a Salto para trabajar como becaria en la Represa de Salto Grande. Se radica en Salto durante 30 años hasta el 2009.

Como investigadora de la Universidad, desarrolla y coordina proyectos de producción social del hábitat a través de la utilización de la tierra como material de construcción. Actualmente vive en el sur del país.

Se forma en el extranjero, participando de cursos en Cuba, Bolivia, Colombia, Brasil, España, Portugal, Francia y Perú. Participa en proyectos bilaterales con Argentina, conformando el grupo Frontera.

Realiza cursos de bioconstrucción para estudiantes y albañiles.

Desde el año 1983 integra un estudio de arquitectura y a partir del año 1994 trabaja exclusivamente con tecnologías de tierra y diseños sustentables. A partir del año 2007 trabaja como directora del estudio de arquitectura Tierra al suR. Ha construido 25 obras de arquitectura de tierra, en general utilizando adobes, paneles de fajina, adobes de tierra comprimida y techos verdes.

Pertenece a la Cátedra Unesco de Arquitectura de Tierra y culturas constructivas. Pertenece a Proterra.

10 SIACOTs, 9 ANOS DE DINAMISMO DA REDE IBERO-AMERICANA PROTERRA



Célia Neves
Rede Ibero-americana PROTERRA. Rede TerraBrasil
Al. Praia de São Vicente, 40. Vilas do Atlântico 42700-000 Lauro de
Freitas, Brasil
Tel: (55) 71 3379 3506; cneves@superig.com.br

Indicação do Tema: 3 Capacitación y transferencia de las tecnologías

Palavras-chave: Seminário, SIACOT, PROTERRA, terra

Resumo

O artigo trata do relato das atividades específicas, inicialmente do Projeto de Investigação Proterra e depois da Rede Ibero-americana PROTERRA, relativas à promoção e organização do Seminário Ibero-americano de Construção com Terra, identificado como SIACOT. Conta como surgiu a idéia de organizar o primeiro SIACOT e como ele foi sequencialmente acontecendo, assim como ressalta suas mudanças, basicamente na busca de organizar eventos que criem a oportunidade para se divulgar os avanços da tecnologia, seja na área de preservação do patrimônio histórico ou da arquitetura contemporânea, além de procurar adiantar-se às possíveis futuras expectativas da Sociedade, introduzindo temas específicos. Comenta a inserção de temas tais como a sustentabilidade das edificações de terra, transferência de tecnologia e salubridade das construções que dinamicamente entram em discussão no sentido de criar a massa crítica e identificar o conhecimento acumulados necessários para o avanço da tecnologia.

No intuito de registrar o histórico do SIACOT, quantificam-se os artigos publicados e outras singularidades, tais como os organizadores parceiros de Proterra nesta atividade e os temas adotados em cada evento. A análise dos eventos realizados ao longo destes anos, a partir de setembro de 2002, comprova a intensa atividade de Proterra e seu comprometimento com a difusão e transferência da arquitetura e construção com terra nos países ibero-americanos, notadamente de um eclético grupo de profissionais, que forma a Rede Proterra, com a espetacular capacidade de fazer as coisas acontecerem.

Assim como Proterra tem se destacado como um possível representante da comunidade técnica e científica ibero-americana nas diversas linhas de ação da arquitetura e construção com terra, o SIACOT tem revelado seu importante papel no âmbito ibero-americano e na esfera mundial, seja como um fórum para os profissionais envolvidos divulgarem seus trabalhos ou como um agente agregador de informações e facilitador de intercâmbios.

A autora teve a oportunidade e a satisfação de participar de todos os SIACOTs, inicialmente como coordenadora do Projeto de Investigação Proterra (2001-2006), ainda como coordenadora (2006-2008) e depois como membro da Rede Ibero-americana Proterra e pretende, com este artigo, registrar a trajetória deste importante evento ressaltando o resultado de um trabalho conjunto de um grupo de especialistas dedicados às diversas áreas da arquitetura e construção com terra.

1. O PROJETO E A REDE PROTERRA

Proterra iniciou suas atividades em outubro de 2001 como um projeto de investigação temporal de quatro anos do Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento – CYTED, dentro do Subprograma Tecnologia para Vivenda de Interesse Social, identificado como HABYTED. Seu objetivo era incentivar o uso da terra como material de construção na produção massiva de habitações de interesse social através da realização de projetos demonstrativos, publicações, cursos e outros eventos.

Ele caracterizou-se como um projeto internacional e multilateral de cooperação técnica com propósito de promover a transferência de tecnologia de construção com terra aos setores

produtivos e às políticas sociais dos países ibero-americanos mediante as seguintes linhas de atuação:

- capacitação e transferência da tecnologia;
- apoio técnico a projetos de investigação aplicada;
- intercâmbio de informações e experiências;
- serviços de assessoria e consultoria;
- informação e difusão da tecnologia de construção com terra;
- elaboração de textos básicos para normalização e procedimentos de execução;
- publicações especializadas sobre o tema.

O modelo dos projetos de investigação do CYTED exigia a participação de pelo menos cinco instituições dos países ibero-americanos interessados no tema. Proterra iniciou suas atividades com sete representantes de instituições de sete diferentes países. Logo, instituições e pessoas com experiência reconhecida foram solicitando sua integração, assim como estudantes de graduação e pós-graduação e outros profissionais interessados no tema. Estes, em função de sua experiência, foram integrados como membros efetivo, colaborador e observador e, mais tarde, como representantes de Instituição Amiga.

Em acordo com os procedimentos do CYTED, o marco zero das redes temáticas e projetos de investigação, independente do tema e do subprograma a que pertenciam, correspondia à realização de uma assembléia em que seus membros definiam as metas e as próximas atividades. Aproveitando as vantagens de já conhecer alguns dos seus membros, e as da Internet, excelente ferramenta de comunicação disponível, a coordenação de Proterra preferiu iniciar as atividades do recém criado projeto de investigação no espaço cibernético e identificar e convidar outros profissionais envolvidos com a arquitetura e construção com terra a se incorporarem a ele. Ao final do primeiro ano, quando realizou a primeira assembléia presencial, Proterra contava com 35 membros provenientes de 15 países da região ibero-americana.

Em fevereiro de 2006, época que finaliza o projeto de investigação, Proterra contava com 100 membros provenientes de 18 países ibero-americanos com o seguinte perfil: 42% desenvolviam sua principal atividade profissional em universidades; 16% em instituições de pesquisas; 18% em ONGs dedicadas à extensão; e 24% em escritórios de arquitetura e outras empresas públicas ou privadas voltadas principalmente aos programas de construção de vivendas de interesse social (Neves, 2006).

Decide-se então criar a Rede Ibero-americana PROTERRA, formada por uma equipe de profissionais de diversos países e de diversas áreas de atuação, muito deles membros do projeto finalizado. A nova organização trata de uma rede internacional de integração e cooperação técnica e científica, de âmbito ibero-americano e de caráter horizontal, que atua para o desenvolvimento da arquitetura e construção com terra. Seus objetivos são:

- contribuir para o desenvolvimento harmônico e sustentável.
- fomentar a integração da comunidade científica e tecnológica ibero-americana.
- fortalecer a capacidade de desenvolvimento científico e tecnológico de Ibero-américa mediante a transferência de conhecimento e técnicas, e do intercâmbio de informação científica e tecnológica de interesse comum.
- promover a participação de setores empresariais interessados nos processos de inovação e implantação de técnicas construtivas.
- divulgar e transferir, para todos os setores interessados, a riqueza de conhecimento e experiências acumuladas por Proterra através das mais diversas atividades.

Em termos gerais, as atividades se desenvolvem a partir de solicitações e em parcerias com instituições locais e de acordo com as linhas de ações e objetivos de Proterra. Elas sempre focalizam, de forma criativa, a disseminação da arquitetura e construção com terra, priorizando o benefício da comunidade da região e o aperfeiçoamento do conhecimento do meio técnico e científico, inclusive entre os próprios membros do Proterra. Com estas bases, modelam-se os

mais diversos eventos e produtos que podem ser caracterizados em: reuniões de caráter técnico e científico; cursos e oficinas; exposições; e publicações.

Além disso, contando com o multidisciplinar e voluntário corpo técnico, desenvolve diversas atividades com a participação da maioria dos seus membros. Entre estas, pode-se citar (Neves; Guerrero Baca, 2010):

- definição da terminologia específica da arquitetura e construção com terra, com base em glossários publicados e em termos regionais ainda não registrados (Correia, 2006)⁽¹⁾;
- elaboração de recomendações para a normalização de técnicas mistas⁽²⁾, considerando os sistemas estruturais apropriados para regiões sujeitas a abalos sísmicos e outros aspectos tais como conforto ambiental e controle tecnológico (Proterra, 2003b);
- desenvolvimento e recomendação de métodos de ensaios de laboratório e testes de campo (Neves et al., 2010)⁽¹⁾;
- discussão e aperfeiçoamento de mecanismos de transferência de tecnologia (Neves, 2004).

Em seus nove anos de ação, Proterra produziu 9 publicações impressas; 17 CD-Rom; e algumas outras publicações disponíveis em seu site www.redproterra.org, além da já comentada terminologia em técnicas de construção de terra. Com a contribuição de diversos dos seus membros e visando oferecer os fundamentos teóricos para as oficinas, Proterra está elaborando um documento sobre os procedimentos de execução de diversas técnicas construtivas.

Atualmente, Proterra conta com aproximadamente 120 membros provenientes de 21 países, sendo três destes fora da região ibero-americana (Estados Unidos, França e Itália). A sua estratégia de ampliação consiste em incentivar a criação e o fortalecimento de redes nacionais ou temáticas que se interligam virtualmente. O complexo e multidisciplinar corpo técnico formado por estas redes possibilita a realização de atividades comuns, de interesses gerais ou específicos.

2. DO 1º AO 10º SIACOT⁽³⁾

Ao se programar a primeira assembléia geral do Projeto de Investigação Proterra em setembro de 2002, em Salvador, Bahia, Brasil, não se considerou adequado reunir tantos especialistas sem realizar pelo menos uma atividade voltada ao benefício da comunidade da região: os 25 membros do Proterra presentes, provenientes de 11 países, tinham muito a contribuir para a disseminação da arquitetura e construção com terra e a comunidade tinha, além da normal curiosidade que caracteriza o ser humano, pouca informação sobre este tema.

Em parceria com a Escola de Engenharia da Universidade Federal da Bahia, foi organizado o 1º SIACOT, *Seminário Ibero-americano de Construção com Terra*. Paralelamente organizou-se também a *Exposição Construção com Terra* contendo algumas importantes experiências realizadas por membros de Proterra. Ela era composta de 15 pôsteres com dimensões de 0,7 m x 1,0 m, fácil de transportar e de expor. Além disso, os arquivos digitais permitiam a impressão dos pôsteres para exibição em qualquer outro país e a simplicidade do programa para elaboração do pôster facilitava incorporar outras informações a cada exposição, seja para divulgar experiências locais ou estrangeiras (figura 1).



Figura 1. 1º SIACOT e Exposição PROTERRA em Salvador, Brasil, 2002 (crédito: Célia Neves)

E assim começou o SIACOT, evento criado com o objetivo de promover a interação entre a academia e o setor produtivo, entre profissionais das mais diversas áreas de atuação e a

sociedade em geral, e de mostrar o estado da arte da arquitetura e construção com terra nos países ibero-americanos.

O 1º SIACOT foi basicamente um evento em que os especialistas membros do Projeto Proterra apresentaram algumas de suas atividades na área da arquitetura e construção com terra para os próprios membros de Proterra, participantes da assembléia anual, e muitos outros interessados. Os artigos apresentados foram publicados através da mídia impressa (Seminário..., 2002) e digital (Proterra, 2003a). A conferência de abertura, apresentada por um renomado cientista, tratava da conservação do patrimônio edificado de terra no Brasil (Oliveira, 2002). O público, 200 participantes, compreendia basicamente de profissionais e estudantes das áreas de arquitetura e de engenharia.

Ao se programar a segunda assembléia do Projeto de Investigação Proterra em Boceguillas, Espanha, os organizadores optaram também pela realização de um evento público. O 2º SIACOT foi realizado em Madrid com a presença de renomados especialistas europeus. Além da oportunidade de se apresentar o potencial do recém formado grupo de profissionais ibero-americanos a um público selecionado, o evento possibilitou a divulgação de trabalhos recentes realizados por especialistas não associados ao Projeto Proterra.

A partir deste evento, começa-se a definir o perfil do SIACOT como um evento para divulgação das mais diversas experiências, independente da associação do profissional a Proterra, cujos artigos são previamente aprovados por uma comissão científica multidisciplinar e publicados digitalmente.

Ao se programar a terceira assembléia em San Salvador, El Salvador, os organizadores optaram pela realização de eventos públicos simultâneos com palestras de membros de Proterra em diversas universidades e um interessante evento, denominado SICOT⁽⁴⁾, também com palestra de membros de Proterra presentes na assembléia, seguido de práticas de campo (*talleres*). O SICOT contou com a participação massiva de empresários, construtores e projetistas da América Central (figura 2). O 3º SIACOT aconteceu em San Miguel de Tucumán, Argentina, logo após o encontro de El Salvador.



Figura 2. Terceira assembléia Proterra e 1º SICOT em San Salvador, El Salvador, 2004 (crédito: Célia Neves)

O SIACOT caracteriza-se como um evento promovido por Proterra de modo a oferecer à comunidade técnica e científica a oportunidade de divulgar e compartilhar suas experiências, sejam resultados de investigações, construções ou trabalho de natureza social. É geralmente organizado por membros de Proterra do local e conta com o apoio das instituições locais e nacionais. A contribuição de outros membros de Proterra ocorre basicamente nas atividades da comissão científica, além da participação no evento. A tabela 1 apresenta os parceiros de Proterra nos SIACOTs realizados e a tabela 2 a participação de membros de Proterra no conteúdo científico de cada evento, assim como o número de assistentes e de países presentes.

Analisando a tabela 2, e conforme comentado anteriormente, constata-se que o conteúdo científico do 1º SIACOT correspondeu basicamente às experiências de membros de Proterra

presentes na primeira assembléia. A partir do 2º SIACOT o evento tem suas linhas temáticas previamente definidas e, por meio de chamadas, convida os profissionais da comunidade técnica e científica a apresentarem artigos para divulgação de seus trabalhos⁽⁵⁾. Ainda no 2º SIACOT constata-se a elevada incidência de artigos de membros de Proterra, provavelmente devido à quantidade de experiências acumuladas, até então sem um evento apropriado para sua divulgação. A partir do 3º SIACOT, a participação de membros de Proterra gira em torno de 40% do conteúdo intelectual com exceção do 9º SIACOT, cuja participação não alcança 30%. Supõe-se alguns fatores que contribuíram para esta redução: em primeiro lugar, considera-se que houve um significativo aumento de trabalhos de profissionais que não estão diretamente associados à Proterra; por outro lado, os trabalhos acumulados foram aos poucos apresentados nos SIACOTs e outros eventos realizados; e, finalmente, deve-se considerar também a provável redução de apoio dos agentes financeiros de cada país no que se refere à apresentação de artigos em seminários e congressos.

Verifica-se a frequência da quantidade de 200 assistentes em cada evento, com exceção do 6º SIACOT quando houve a participação representativa e muito interessada de estudantes de faculdade de arquitetura da *Universidad Autónoma de Taumalipas*.

Tabela 1 – Principais organizadores dos SIACOTs

SIACOT	Data	Local	Organização
1º	setembro 2002	Salvador, Brasil	Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana e Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
2º	setembro 2003	Madrid Espanha	Escuela Técnica Superior de Madrid Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional
3º	setembro 2004	San Miguel de Tucuman Argentina	Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Nacional de Tucuman; Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda
4º	outubro 2005	Monsaraz, Portugal	Escola Superior Gallaecia, Fundação Convento de Orada, Associação Centro da Terra
5º	junho 2006	Mendoza, Argentina	Instituto de Ciencias Humanas Sociales e Ambientales; Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda
6º	setembro 2007	Tampico, México	Universidad Autónoma de Taumalipas
7º	novembro 2008	São Luís, Brasil	Universidade Estadual do Maranhão; Rede TerraBrasil
8º	junho 2009	San Miguel de Tucuman Argentina	Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Nacional de Tucuman; Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda
9º	fevereiro 2010	Coimbra, Portugal	Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto; Universidade de Coimbra; Escola Superior Gallaecia, Associação Centro da Terra
10º	novembro 2010	Montevideú, Uruguai	Facultad de Arquitectura Regional Norte Salto

Tabela 2 – Participação de membros de Proterra nos SIACOTs, assistentes e países

SIACOT	Local	Nº artigos			Assistentes	Países
		Total	Proterra	% proterra		
1º	Salvador/BR	15	14	93	200	10
2º	Madrid/ES	49	36	73	60	15
3º	Tucuman/AR	52	19	36	100	10
4º	Monsaraz/PO	95	40	42	200	22
5º	Mendoza/AR	90	35	39	200	16
6º	Tampico/MX	48	19	39	400	6

7º	São Luís/BR	71	35	49	150	9
8º	Tucumán/AR	64	25	39	200	14
9º	Coimbra/PT	87	23	26	200	18
10º	Montevideu/UR					

Receava-se que, após o 4º SIACOT, época em que finaliza o projeto de investigação que contava com apoio financeiro do CYTED para o desenvolvimento de suas atividades, houvesse a redução da participação dos membros de Proterra nos SIACOTs, uma vez que não havia mais os recursos financeiros para deslocamentos e alojamentos. No entanto, constata-se que, de alguma forma, eles continuam a participar significativamente dos SIACOTs, mesmo com a dificuldade de obter recursos para esta atividade.

Os temas de cada SIACOT são estabelecidos pelos organizadores que visam atender o amplo caráter internacional do evento, especificamente da região ibero-americana⁽⁶⁾, mas também privilegiar temas que correspondam às expectativas local e nacional. De maneira geral, pode-se afirmar que as linhas temáticas dos SIACOTs contemplam o estudo de materiais e as técnicas construtivas abordando o passado, o presente e o futuro das edificações. A tabela 3 apresenta os temas contemplados nos diversos SIACOTs.

Tabela 3 – Temas dos SIACOTs⁽⁷⁾⁽⁸⁾

<p>2º SIACOT</p> <p>La construcción actual con tierra y la vivienda social</p> <p>Aspectos técnicos constructivos e innovación tecnológica</p> <p>Aspectos históricos y documentación de la arquitectura de tierra</p> <p>Aspectos de diseño y proyecto</p>	<p>3º SIACOT</p> <p>Conceptualización y estado del arte</p> <p>Medio ambiente y sustentabilidad</p> <p>Tecnología, sismo resistencia y durabilidad</p> <p>Conservación del patrimonio, investigación, intervención y difusión</p> <p>Proyectos ejemplares: diseño, construcción y evaluación post-uso</p> <p>Educación, formación y capacitación de recursos humanos</p>
<p>4º SIACOT</p> <p>Tecnologia e construção</p> <p>Conservação e património</p> <p>Arquitetura na contemporaneidade</p> <p>Investigação, ensino e formação</p> <p>Comportamento e resistência dos edifícios</p>	<p>5º SIACOT</p> <p>El presente de la arquitectura en tierra: creatividad y sustentabilidad</p> <p>La construcción con tierra: el estado del arte en problemas críticos</p> <p>Normalización: estado de la cuestión</p> <p>Investigación y desarrollo tecnológico</p> <p>Patrimonio edilicio: investigación e intervención</p> <p>Proyectos de vivienda social, individual y prototipos</p> <p>Educación, formación y capacitación</p>
<p>6º SIACOT</p> <p>La construcción con tierra. el estado del arte en problemas críticos</p> <p>Educación, formación y capacitación</p> <p>Investigación y desarrollo tecnológico</p> <p>Patrimonio edificado: investigación e intervención</p> <p>El presente de la arquitectura de tierra: creatividad y sustentabilidad</p> <p>Proyecto de vivienda social, individual y prototipos</p>	<p>7º SIACOT</p> <p>Materiais e técnicas de construção</p> <p>História, conservação e património</p> <p>Arquitetura contemporânea</p> <p>Ensino, formação e capacitação</p> <p>Transferência de tecnologia</p> <p>Salubridade das construções</p>
<p>8º SIACOT</p> <p>Presente y porvenir de la arquitectura y de la construcción con tierra: el estado del arte; problemas críticos relevados</p> <p>Arquitectura de tierra y medio ambiente: creatividad y sustentabilidad</p> <p>Investigación y desarrollo tecnológico: Materiales, componentes, sistemas y procesos constructivos. Resistencia y durabilidad / sismo y humedad</p> <p>Patrimonio edilicio: Inventario, intervención, preservación/ restauración.</p> <p>Patrimonio turístico, gestión y gerenciamiento.</p> <p>Normalización: Estado de la cuestión. Normas y recomendaciones técnicas.</p> <p>Alcances y ámbitos de aplicación</p>	<p>9º SIACOT</p> <p>ARQUEOLOGIA, ARTE E ANTROPOLOGIA</p> <p>PATRIMÔNIO E CONSERVAÇÃO</p> <p>TÉCNICAS, CONSTRUÇÃO, INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO</p> <p>Arquitetura vernácula e contemporânea</p>

Proyectos ejemplares: Diseño, construcción y mantenimiento. Vivienda social, individual. Prototipos y transferencia Educación, Formación y Capacitación: Recursos humanos, profesionales, técnicos y artesanales	
10º SIACOT	
Diseño contemporáneo de las arquitecturas de tierra Innovaciones en los componentes constructivos Capacitación y transferencia de las tecnologías Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible	

Independente do local e perfil dos organizadores, constata-se o destaque dos SIACOTs às atividades dedicadas aos recursos humanos representadas basicamente por temas indicados como ensino, formação e capacitação. Aparentemente, em função da pouca ou inexistente ação dos organismos públicos ou privados, Proterra assume um importante papel na busca de informações e de divulgação nesta área. Em outro sentido, mas também relacionado à questão de preparação de recursos humanos, o 7º SIACOT aborda diretamente o tema sobre transferência de tecnologia, no sentido de esclarecer conceitos e finalidades desta atividade e da capacitação de recursos humanos (Garzón; Neves, 2007).

Ainda no 7º SIACOT, chama a atenção o tema “salubridade das construções” cujo detalhamento na chamada esclarece a necessidade de se discutir e identificar ações no sentido de eliminar preconceitos relativos às construções com terra, principalmente sua associação à doença de Chagas.

O futuro da arquitetura e construção com terra é discutido principalmente pela vertente da sustentabilidade a partir do 3º SIACOT, seja este aspecto apresentado em tema específico ou embutido no da arquitetura contemporânea.

A inter-disciplinariedade na área da construção e arquitetura em terra sempre foi praticada por Proterra que conta, entre seus membros, além dos arquitetos e engenheiros, geólogos, historiadores, licenciados em história da arte, entre outros. Em 2006, resultante do esforço da Escola Superior Gallaecia de Portugal, inicia-se a saudável ligação com antropólogos, que também buscam compreender a importância arqueológica das construções com terra (Correia, 2006; Lopes; Etchvarne, 2006). Em seguida, o 9º SIACOT inova ao destacar a contribuição da arqueologia e da antropologia no conhecimento da arquitetura e construção com terra.

Outras particularidades relativas aos SIACOTs são:

- as memórias são publicadas em CD-ROM e distribuídas durante o evento;
- os 1º, 3º, 4º, 6º e 9º SIACOTs publicaram, total ou parcialmente, os artigos aprovados em mídia impressa;
- os 2º, 5º, 7º e 8º SIACOTs publicaram, em mídia impressa, o livro de resumos dos artigos aprovados;
- foram realizadas atividades práticas (*talleres*) ministrados por membros de Proterra durante os 6º e 7º SIACOTs;
- foram realizadas atividades práticas (*talleres*) ministrados por instituições relacionadas com Proterra durante os 4º, 8º e 9º SIACOTs;

A partir do 4º inicia-se a saudável associação do SIACOT a um evento nacional. Esta prática fortalece o evento nacional dando-lhe também uma formatação ampla em relação aos temas abordados, atrai profissionais estrangeiros e favorece o intercâmbio entre os mais diversos profissionais. A tabela 4 apresenta a relação dos eventos associados aos SIACOTs.

Tabela 4 – Evento nacional associado ao SIACOT⁽⁸⁾

SIACOT	Local	Evento associado ao SIACOT
4º	Monsaraz, Portugal	III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal
5º	Mendonza,	1º Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra

	Argentina	
6º	Tampico, México	II Seminario Internacional del Diseño Sustentable
7º	São Luís, Brasil	TerraBrasil 2008 II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil
8º	San Miguel de Tucuman Argentina	II Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra
9º	Coimbra, Portugal	6º Seminário Arquitectura de Terra em Portugal

3. PROTERRA E SIACOT. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Proterra procura, através dos mais diversos eventos, alcançar profissionais dedicados à arquitetura e construção com terra, promovendo sua integração e estimulando o intercâmbio de conhecimento e parcerias em diversos trabalhos. Aos outros profissionais, estudantes, técnicos e pessoas da Sociedade em toda Ibero-américa, Proterra procura difundir o uso da terra como material de construção de modo a abolir os preconceitos e estigmas associados às construções de terra.

As atividades de Proterra são desenvolvidas voluntariamente por profissionais procedentes do setor acadêmico e de variados setores produtivos, que buscam formas eficazes de comunicação, de troca de experiência e de colaboração entre investigadores, construtores e todos outros, cujas áreas de atuação compreendem o estudo do material, projeto, desenvolvimento de sistemas construtivos, divulgação e transferência de tecnologia, planejamento e execução de edificações e preservação do patrimônio.

Ainda que a Rede Ibero-americana Proterra trata-se basicamente do agrupamento de caráter aparentemente informal de especialistas dedicados à arquitetura e construção com terra no contexto ibero-americano, diversas organizações internacionais vêm demonstrando interesse em travar relações com Proterra, provavelmente pela possibilidade desta interessante rede representar a comunidade técnica e científica ibero-americana nas mais diversas atividades da arquitetura e construção com terra.

Assim é que, em outubro próximo, no evento *APT Conference 2010* a ser realizado em Denver, Estados Unidos, promovido pela *Association for Preservation Technology International* APTI, foi programada a Mesa Redonda, composta de membros de Proterra, com o objetivo de explorar as práticas de conservação das edificações de terra na América Latina.

Proterra também participa da organização e da comissão científica de Terra 2012, importante evento que ocorre a cada quatro anos, que será realizado em Lima, Peru, organizado pela *Pontificia Universidad Católica del Perú*.

Como consequência do interesse que a Rede Ibero-americana desperta junto aos organismos internacionais, também os SIACOTs vai se tornando um importante evento ibero-americano de caráter científico, técnico e social. O SIACOT proporciona a divulgação das mais recentes pesquisas, seja estas voltadas à preservação de edificações ou à arquitetura contemporânea. Por outro lado, o caráter técnico de Proterra, e conseqüentemente do SIACOT, permite a divulgação de trabalhos práticos sobre a aplicação de técnicas construtivas, muitas vezes contendo um invejável trabalho social, que pouco se encontra em eventos de caráter exclusivamente acadêmico. E, finalmente, o SIACOT, em que pese a orientação e acompanhamento de Proterra, tem a facilidade de se ajustar às necessidades de cada país e local onde se realiza.

Assim como o 7º SIACOT teve seu foco na salubridade das construções, o 9º SIACOT pode privilegiar a relação da arquitetura e construção com terra com a arqueologia e antropologia e o 10º SIACOT, favorece a arquitetura contemporânea e organiza-se com realizações itinerantes.

Nenhum deste feito, entretanto, seria possível sem o envolvimento do grupo de especialistas que forma a Rede Ibero-americana Proterra.

Ao contrário de outras redes sociais, em que predomina basicamente a comunicação virtual, Proterra conta com coordenação, estatuto; metas; procedimento de adesão formal e restrito; comunicação entre seus membros de forma particular e coletiva; e a divulgação das atividades dos seus membros e da coordenação através de um boletim trimestral. Proterra também tem sua identidade física, pois, com apoio de instituições parceiras, que podem ou não ser associadas, organiza e apóia a realização de cursos, seminários, publicações e a elaboração de normas técnicas nos países ibero-americanos.

O SIACOT, além de tudo que representa como evento, tem um papel fundamental na continuidade da rede. É devido a sua realização que os membros de Proterra se encontram fisicamente compartilhando experiências, desenvolvendo fortes laços de amizade e estabelecendo novas atividades.

E, finalmente, ao longo dos nove anos que ele acontece, o SIACOT amplia seu raio de ação a nível mundial, mais precisamente nos continentes americano e europeu, e hoje se torna um evento significativo na área da arquitetura e construção com terra no âmbito ibero-americano.

BIBLIOGRAFIA

Correia, M. (2006). Investigação e difusão científica de arquitetura de terra na ESG/ Escola Superior Gallaecia. *TerraBrasil 2006: I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil/IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*. Ouro Preto: UFMG; PUC MINAS; PROTERRA, 1 CD-ROM.

Garzón, L. E.; Neves, C. M. M. (2007). Investigar, formar, capacitar y transferir. Los grandes desafíos de la arquitectura y construcción con tierra. *Arquitectura en tierra*. Apuntes: Pontificia Universidad Javeriana, n. 2, v. 20. p. 324-335.

Lopes, M. C; Etchevare, C. (2006) A leitura arqueológica da terra. A casa dos jesuítas de Tejupeba (Brasil). *TerraBrasil 2006: I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil/IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*. Ouro Preto: UFMG; PUC MINAS; PROTERRA, 1 CD-ROM.

Neves, C. (2006). Cinco anos de arquitetura e construção com terra e Proterra em Ibero-américa. *TerraBrasil 2006: I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil/IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*. Ouro Preto: UFMG; PUC MINAS; PROTERRA, 1 CD-ROM.

Neves, C. M. M. (2004). Mecanismos para transferência de tecnologia para habitação e a experiência do Projeto Proterra. *3er Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra*. San Miguel de Tucuman: FAU-UNT; PROTERRA-CYTED. p. 437-449/1 CD-ROM.

Neves, C. M. M.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos, P. S.; Hoffmann, M. (2010). *Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo*. Disponível em www.redproterra.org.

Neves, C.; Guerrero Baca, L. F. (2010). Avanços e desafios da rede ibero-americana PROTERRA. *6º Seminário Arquitectura de Terra em Portugal; 9º Seminário Ibero-americano de Construção com Terra*. Coimbra: CEAUCP; UC; ESG; FCO; CdT; PROTERRA. 1 CD-ROM.

Oliveira, M. M. (2002). A conservação do patrimônio edificado em terra. In: *Seminário Ibero-americano de Construção com Terra*, I. Anais... Salvador: Projeto Proterra. p. 415-424.

Proterra (2003a). *Técnicas de construcción con tierra*. Salvador: Proyecto XIV.6 PROTERRA/HABYTED/CYTED. 1 CD-ROM.

Proterra (2003b). *Técnicas mixtas de construcción con tierra*. Salvador: PROTERRA/CYTED, 350 p.

Seminário Ibero-americano de Construção com Terra, I. (2002). Anais... Salvador: Projeto Proterra.

NOTAS

(1) Disponível em www.redproterra.org

(2) Técnicas mistas correspondem aos sistemas construtivos em que se utilizam um material como elemento portante, geralmente a madeira, e a terra como material de vedação. Recebe nomes variados como pau a pique, taipa de mão, *bahareque*, *quincha*, entre outros.

(3) A identificação numérica de cada SIACOT é apresentada ora em algarismo romano, ora em arábico, dependendo do hábito em cada país que o organiza. Neste artigo utiliza-se o numeral ordinal na identificação cronológica dos eventos.

(4) SICOT – *Seminario Internacional de Construcción con Tierra*.

(5) No 1º SIACOT, houve uma comissão científica “informal” uma vez que os reconhecidos especialistas foram convidados a apresentarem seus artigos; no 2º SIACOT foi instalada oficialmente a Comissão Científica e a avaliação dos artigos.

(6) PROTERRA também promove e organiza outros eventos cujos temas e procedimentos correspondem à interesses específicos, local, nacional ou temático, tais como SICOT, Celebratierra, Construtierra 2006, SismoAdobe 2005, entre outros.

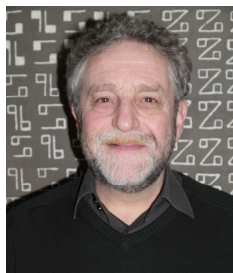
(7) Não houve determinação prévia de temas no 1º SIACOT.

(8) Na relação dos temas e dos eventos, manteve-se o idioma de onde foi realizado o SIACOT.

Curriculum

Célia Neves, engenheira civil, mestre em engenharia ambiental urbana, investigadora, consultora na área de tecnologia de edificações, criadora e atual colaboradora do Centro Tecnológico da Argamassa em Salvador, Brasil; ex-coordenadora do Projeto de Investigação Proterra/CYTED e da Rede Ibero-americana Proterra; coordenadora da Rede TerraBrasil.

UNIVERSALIDAD DE LAS ARQUITECTURAS DE TIERRA



Prof. arq. Hubert GUILLAUD
CRAterre-ENSAG
Cátedra UNESCO Arquitectura de tierra, culturas constructivas
y desarrollo sostenible

Resúmen de la conferencia

Entre los materiales de construcción inmediatamente disponibles a pié de obra, la tierra fue el material escogido por los hombres desde las épocas prehistóricas. Su uso se afirmó en el curso de la protohistoria, en muchas regiones del mundo favorables a la implantación de comunidades sedentarias, para, finalmente, mantenerse como un material de construcción esencial a todo lo largo de la historia. Las investigaciones arqueológicas realizadas sobre territorios donde nacieron las grandes culturas y civilizaciones de la antigüedad, los numeros estudios sobre los patrimonios vernáculos del mundo, en todos los continentes (Africa, Asia, América, Europa), suministran pruebas del empleo privilegiado de ese material al servicio de asentamientos humanos cuyos tamaños van del agrupamiento en aldeas, pueblos, burgos y ciudades (muchos centros históricos). Si en los años 1980 se decía que cerca de 30% de la población mundial vivía en viviendas de tierra parece que esta proporción acerca actualmente los 50% (según el Oficio de las energías de los Estados Unidos). Recientemente, un inventario hecho por CRAterre en el marco del Programa del Patrimonio Mundial para la arquitectura de tierra, confirma que los sitios arqueológicos y conjuntos arquitectónicos de valor universal para la humanidad, clasificados sobre la prestigiosa Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, acerca el nombre de 135, es decir 19% de los bienes culturales y mixtos (paisajes culturales). La conferencia propone un viaje de una ora en el tiempo de la historia humana (del la antigüedad a la contemporaneidad) y en el espacio de la planeta (sobre todos los continentes) para visitar, entre imagenes e imaginarios, el continuum cultural de las arquitecturas de tierra tal como la excelencia constructiva y arquitectónica de esto patrimonio universal. Propone un focus sobre las culturas del adobe y de la tapia que son más presentes en al ámbito ibero americano. Finalmente, de frente a los nuevos retos que afrontan la humanidad, con la degradación de nuestros medios ambientes, con el cambio climático, y la perspectiva concreta de puesta en obra del paradigma de desarrollo sostenible, la conferencia presenta el desarrollo de la investigación fundamental sobre la materia en granos, la tierra, que abre nuevas posibilidades de evolución de las técnicas tradicionales preparando el nacimiento de los futuros hormigones « verdes ». Hoy, se observa una vuelta espectacular a la arquitectura de tierra con una nueva creatividad asombrosa (hibridación de los materiales y de las culturas constructivas) de los profesionales pero, también, de los nuevos constructores vernáculos. Vivimos el tiempo del Renacimiento de las Arquitecturas de tierra, un canto de esperanza para la generaciones futuras.

Curriculum

Hubert Guillaud es arquitecto diplomado en 1981 (Escuela de Arquitectura de Marsella, Francia) con una tesis intitulada « Historia y actualidad de la arquitectura de tierra ». Ha dibujado y realizado el primer proyecto de casa bioclimática en bloques de tierra prensada en un pueblo del Sur de Francia. El mismo año 1981, ha integrado el CRAterre (creado en 1979) en la Escuela de Arquitectura de Grenoble y empezó actividades de investigación : estudio de la cadena tierra en los Estados Unidos (1981), definición de las direcciones de investigación para la construcción con tierra en Francia (1982), y estudios sobre la cultura constructiva de la tapia en Francia. En 1982 ha participado al proyecto piloto de vivienda social en la Isla de Mayotte (Comoros) promoviendo el uso del bloque de tierra prensada. Entre 1983 y 1985 ha coordinado la obra del « Domaine de la Terre », un barrio de 65 viviendas de tipo social construido con tierra, en la ciudad de Villefontaine (entre Grenoble y Lyon), Francia. Ha seguido trabajando en Marruecos sobre un otro proyecto de viviendas experimentales en tapia y bloques de tierra, contribuyendo a la preparación de códigos profesionales para la construcción con tierra en esto país. En 1986 obtiene una posición de investigador contractual con la creación del laboratorio CRAterre-EAG en la Escuela de Arquitectura de

Grenoble del cual sera el director científico a partir de 1998. Ha obtenido un postgrado especializado en arquitectura de tierra en 1997. Maestro de conferencia en el año 1995, obtiene su habilitación para dirigir investigaciones doctorales (HDR) en 2007 y es nominado como profesor titular en 2008. Como investigador y experto internacional, ha trabajado con el Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO (Sultanato de Oman, Iran), y con varios instituciones gubernamentales y Ongs de varios países para capacitar arquitectos e ingenieros sobre la construcción con tierra (Nigeria, Cuba, India). Ha participado activamente a los proyectos « Gaia » y « Terra » (CRAterre / ICCROM / Getty Conservation Institute) sobre la preservación del patrimonio arquitectónico de tierra entre 1987 y 2002 (cursos « PAT » de Grenoble y de Chan Chan, Perú). Desde 2002, es responsable de la Cátedra UNESCO « Arquitectura de tierra » creada en 1998. Es miembro del Consejo científico de la red PROTERRA y del Oficio de los directores del International Scientific Committee on Earthen Architectural Heritage (ISCEAH) de ICOMOS. Ha publicado, con el ingeniero Hugo Houben (CRAterre), el « Traité de Construction en terre » y numerosos artículos científicos.

LA ARQUITECTURA PARASÍSMICA EN TIERRA NUESTRO PATRIMONIO CHILENO CONTEMPORÁNEO



Marcelo Cortés Álvarez
General Jofre 386 – C, Santiago, Santiago de Chile.
Tel.: 2221364 (oficina)
Email: mcortes@marcelocortes.cl
www.marcelocortes.cl

Resumen

En Chile la construcción en tierra, es un oficio de arquitectos.

La tierra, como material de construcción es un desafío arquitectónico basado en la materia. Su potencial plástico y la capacidad natural de la arcilla de constituirse en obras de sentido social y contemporáneo, son estas metas un permanente prueba a la capacidad de diseño, en un entorno naturalmente complejo cual es la heterogénea geografía de este país desde el polo sur hasta el desierto de Atacama....se desenvuelve la necesidad de construir con lo natural, la tierra .

El factor sísmico desarrolla claves específicas para la construcción en tierra , estas han sido un permanente aprendizaje en todas las localidades ciudades y pueblos de Chile, el permanente examen de los sismos a las claves para resolverlo ha sido una gran tarea de constructores y arquitectos desde la fundación de Chile ,

Esa energía que significa la acumulación de información y la transmisión de esta a las generaciones sucesivas ha sido la gran tarea contemporánea del oficio de la tierra

En el país más sísmico del planeta se ha erigido la arquitectura en tierra con sin número de claves que debemos continuar descifrando por el bien del futuro.

CURRICULUM

- 1982 Título de Arquitecto otorgado por Universidad de Chile.
1983 – 1985 Trabajo en Oficinas de Diseño.
1986 **Creación Empresa Constructora.**
A partir de esta fecha, la actividad laboral se centró en las prácticas de autoconstrucción en el barrio denominado “Comunidad Ecológica de Peñalolén”. Todas en sistemas constructivos de madera, quincha y tapial. A partir de estos modelos se construyó en tierra se genera la oficina de Diseño y Construcción experimental en Peñalolén.
1991 Comienza el trabajo en Tecno Barro, modalidad de construcción en sistema de quincha metalizada con soporte en diversos sistemas estructurales.
1996 Se crea el sistema “Malla Plegada” con el cual se trabaja hasta la fecha, empleándolo en todos los proyectos de arquitectura y construcción que aborda la oficina.
En los proyectos de restauración y reconstrucciones en tierra, la oficina ha utilizado quincha, tapial y reforzamientos en albañilerías de adobe, adobillo y adobón. Además, ha mezclando técnicas de reforzamiento estructural con trabajos e investigaciones en aplicaciones de cal.

EXPERIENCIA EN ARQUITECTURA EN TIERRA

- i. **PROYECTOS DE PATRIMONIO**
- a. PROYECTOS SOBRE PATRIMONIO HISTÓRICO NACIONAL
Total proyectados y construidos 6.227m²
- b. DISEÑO DE RESTAURACIONES Y EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN EDIFICIOS CON VALOR PATRIMONIAL
Total proyectados y construidos 9.326m²
- ii. **ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA EN TIERRA**
- a. **VIVIENDAS; DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN** en tierra en diversos sistemas constructivos: albañilería reforzada, hormigón, quincha, piedra/quincha, madera/quincha, madera/adobe, albañilería/quincha, reforzamiento adobe, tapial/quincha, adobe/quincha, quincha metálica, tecnobarro.
Total proyectados y construidos 7.142m²

b. ARQUITECTURA EDUCATIVA	
Total proyectados y construidos	1.592m2
c. CAFÉ Y RESTAURANTES	
Total proyectados y construidos	719 m2
d. TEATROS	
Total proyectados y construidos	4.212 m2
e. ARQUITECTURA COMERCIAL	
Total proyectados y construidos	6.428 m2

Consultar más detalles de las obras en página web www.marcelocortes.cl

TALLER DE REALIZACIÓN DE BÓVEDAS MEXICANAS AUTOPORTANTES



Ramón Aguirre Morales

<http://www.arcillayarquitectura.com/Trayectoria.html>

Introducción

En la realidad socioeconómica de América Latina persisten una serie de rezagos estructurales que complican las perspectivas de desarrollo nacional y local; la adquisición o mejoramiento de la vivienda no han sido ajenos a esa problemática.

El costo de la vivienda cada vez puede ser sufragada por una menor parte de la población, en este sentido, se ha incrementando el, ya de por sí alto, porcentaje de autoconstrucción. No obstante, el proyecto, la construcción y auto-construcción recurren a soluciones convencionales, perdiendo de vista el uso de materiales y tecnologías alternativas más adecuadas a las posibilidades económicas de la localidad.

Asimismo, se ha mostrado una tendencia a desdibujar la sabiduría originaria, a romper el vínculo entre los que crean las viviendas y quienes las habitan, y a distanciar la colaboración creativa entre el hombre y su entorno.

Como respuesta a esta situación, se propone difundir tecnologías alternativas accesibles a la economía y la cultura local, que mejoren las perspectivas de desarrollo comunitario, que brinden herramientas de proyecto y que retomen la herencia renovada de una vigorosa tradición de construcción, inspirada en el territorio, en el conocimiento profundo del sitio y su realidad.

En este caso, el taller *Realización de Bóvedas Mexicanas Autoportantes* pretende promover, por medio de un ejercicio teórico y práctico, la conveniencia técnica, económica y creativa, de utilizar bóvedas de ladrillo como alternativa a otras tecnologías de cubierta.

Objetivo general

Ofrecer una herramienta técnica y de proyecto para la construcción simple y económica de cerramientos, que contribuya al mejor desarrollo de las problemáticas involucradas, a través de la difusión de un saber popular, al dominio público, profesional y de formación profesional universitaria.

Objetivos particulares

Compartir experiencias de la construcción de bóvedas mexicanas autoportantes.

Enfatizar el valor estructural y formal de la bóveda de ladrillo.

Llamar la atención acerca de la importancia del uso de esta técnica constructiva y su relación con la configuración formal del espacio proyectado.

Destacar su importancia histórica y cultural como saber popular de dominio público transmitido de generación en generación.

Facilitar el esfuerzo de los profesionales, constructores y auto – constructores.

-Ejercicio práctico: variable al tiempo de construcción de la bóveda y conclusiones

Curriculum

- Arquitecto egresado de la UNAM.
- Posgrado en cubiertas ligeras UNAM.
- Miembro de la Organización Proterra.
- Instructor de talleres y conferencias en México, Cuba , Argentina , España, Guatemala, Uruguay, Colombia entre otras.
- 18 años en la investigación y construcción de Bóvedas Mexicanas.
- Miembro de la firma Triangulo 1996-2008.

LA TIERRA – UNA MATERIA TRIFÁSICA



Wilfredo Carazas Aedo - Arquitecto

Introducción

La tierra, suelo formado a partir de la roca madre, necesitando lentos procesos de degradación con mecanismos complejos como la fracturación, erosión, disolución, que finalmente se convierten en granos de diferentes dimensiones con variaciones y características ilimitadas.

El conocimiento de las propiedades y sus constituyentes naturales es importante y los efectos que ellos causan según sus variaciones.

Principio

La tierra – materia primera esta constituida de tres fases (liquida, solido y gaseoso) y según la importancia de intervención de cada una de estas fases y la interacción entre ellas darán variaciones cualitativas y cuantitativas que determinaran resultados de una tierra con características propias que se adecuan a una técnica constructiva y puesta en obra.

Resumen

A primera vista, la tierra se muestra como un material eminentemente granular solido, pero si nos aproximamos mas cerca de la materia podremos constatar que ese “montón” de tierra granular esta compuesto de minerales, agua y aire, que explican porque los materiales granulares nunca están completamente llenos y están constituidos de “vacíos” que llamamos porosidad, estos espacios “vacíos” están generalmente ocupados por el aire y el agua.

Si utilizamos un lenguaje mas científico y genérico podremos decir que este “montón” resume las tres fases de la materia: una fase solida (los minerales) otra fase liquida (agua) y la fase gaseosa (aire) de esta manera podremos calificar la tierra como una materia TRIFÁSICA.

Un vacío entre los granos puede ser ocupado por el aire o el agua indistintamente o los dos a la vez, las proporciones de cada una de estas dos fases frente a un tipo de granularidad de la materia tierra determinaran las propiedades de la tierra.

La tierra en todas sus etapas de su ciclo de vida, las 3 fases están presentes en proporciones que varían constantemente y que van a definir el comportamiento del material, por ejemplo: entre un montón de tierra excavada y un muro de tapial podremos distinguir la diferencia, en la primera tendremos la tierra con porosidades importantes donde se alojan el aire y/o agua, reconociéndose un volumen determinado, en el tapial el aire ha sido eliminado a su mínima expresión (fase gaseosa) por una acción mecánica, así también podremos verificar en la fabricación de los adobes o bloques moldeados donde interviene activamente la fase liquida.

El ejercicio.

Hecha la constatación, se propone la realización del ejercicio que denominamos – “las tres fases de la tierra – test WCA” donde los tres componentes de la materia serán manipulados y se utilizarán las variables propias de cada uno de estos elementos.

- La fase Sólida esta caracterizada por la granularidad y definida por una serie de dimensiones en sus componentes (piedras, arenas, limos y arcillas) y que se determinan en porcentajes en cada una de sus partes.
- La fase Líquida definida por los estados hídricos, ósea por la mayor o menor proporción de agua, determinando así los índices y limites hídricos de la materia: Seco, Húmedo, Plástico viscoso y Líquido.

- La fase Gaseosa definida por su porosidad o espacios vacíos – cavidades entre los elementos sólidos, una acción mecánica (llenado, comprimido o compactado) determinará una porosidad máxima o una porosidad mínima

La interacción de estas tres fases determinará el grado de cohesión de la materia tierra y que será caracterizada por una mayor o menor incidencia de cada uno de los tres elementos.

El objetivo del ejercicio es que se pueda lograr un mejor entendimiento de la importancia de la naturaleza trifásica de la materia tierra para lograr un mejor manejo y utilización de la materia primera y una posterior extrapolación de estos resultados para el uso como material de construcción.

En la práctica los resultados se trasladan y van a tener una repercusión en la utilización del material en las técnicas constructivas como el Tapial, adobe, fajina (o quincha, bahareque) revocos y otras terminaciones constructivas.

Desarrollo del ejercicio

Se define con el trazado de células o cuadrículas (15 unidades) donde por un lado tendremos la variable hídrica, (5 unidades) por el otro lado la variable gaseosa con la acción mecánica (3 unidades) allí se colocaran los resultados o las pruebas, luego se requiere un molde desmontable de 20X20x20 cm. Con ello se realizarán las conformaciones o “testigos”.

Igualmente cantidades de tierra suficientes para desarrollar el ejercicio.

El material tierra o materiales pueden ser modificados en su contenido granulométrico (ejemplo: eliminar los granos intermediarios de una curva granulométrica) o simplemente utilizar un tipo de material tierra de cantera con sus calidades granulométricas de origen.

El ejercicio consiste en realizar combinaciones sucesivas utilizando la variable hídrica, o sea incrementando un determinado porcentaje de agua al componente sólido e igualmente verificar la variable Gaseosa (Aire) mediante la acción mecánica (llenando, presionando y compactando) así verificar las variaciones de porosidad máxima y mínima.

La lectura de los resultados serán determinados por el incremento hídrico en términos porcentuales y el decrecimiento de la porosidad de la materia sólida.

Durante el desarrollo de la prueba – ejercicio, se realiza una verificación inmediata de los resultados porcentuales y una lectura de los tipos de conformación o aspectos físicos de los testigos: manipulación, forma, deformación y otros.

Igualmente otra lectura de resultados de la cuadrícula de cada uno de los testigos secos: dureza, figuración y deformaciones posibles.

Todo estos resultados y observaciones son consignados en una hoja o ficha de ejercicio previstos para este efecto.

Curriculum

- Miembro Asociado del Centro de Investigación en Arquitectura de Tierra de la Escuela de Arquitectura de Grenoble (CRATerre) – Francia.

- Miembro del equipo pedagógico del laboratorio CRATerre – Diploma de Especialización en Arquitectura de Tierra (DSA)

- Miembro de la Red de reflexión: “Polo de Riegos Mayores de GAIA” – Francia.

- Miembro asociado de la Red PROTERRA

- Consultor especialista en temas del Hábitat y Patrimonio para diferentes países del continente Africano: Mali, Níger, Libia, Angola y otros; en Asia: Uzbekistán, Siria; América Central: El Salvador, Cuba, Haití y otros; Europa: Francia, Italia y otros.

Autor de publicaciones: “la vivienda popular en el Cusco – Perú” Guías parasísmicas de construcciones con tierra” y otras publicaciones colectivas dentro del equipo CRATerre.

ARQUITECTURA CONTEMPORANEA CON TIERRA, ESTUDIO PARA UNA EVALUACION SOSTENIBLE.



Lucia Esperanza Garzón Castañeda
Tecnotierra, Ave Cll 24 No 82-51 Bogota COLOMBIA,
tel. 57 3102450630,
e-mail: luciagarzon@yahoo.com ,
bioarquitecturatierra@gmail.com.

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras-clave: Indicadores de arquitectura sostenible, cubiertas con tierra y bio-construcción

Ponencia

Resumen extendido:

En este siglo ante los cambios climáticos, la problemática energética y el futuro planetario, se hace necesario crear mayor conciencia sobre el impacto del sector de la construcción en el medio ambiente y comenzar un análisis profundo sobre el aporte que como arquitectos, ingenieros y constructores, así como consejeros de clientes y consumidores de materiales de construcción, aportemos en la disminución y afectación del entorno, sin causar mayor deterioro ambiental.

Según datos mundiales en la enciclopedia WINIPEDIA (1) en el tema de consumo y recursos energéticos a nivel mundial) se referencian los siguientes datos:

“Los usos industriales (agricultura, minería, manufacturas, y construcción) consumen alrededor del 37% del total de los 15 TW de energía. El transporte comercial y personal consume el 20%; la calefacción, la iluminación y el uso de electrodomésticos emplea el 11%; y los usos comerciales (iluminación, calefacción y climatización de edificios comerciales, así como el suministro de agua y saneamientos) alrededor del 5% del total.....

La arquitectura sustentable, también denominada arquitectura sostenible, arquitectura verde, eco-arquitectura y arquitectura ambientalmente consciente, es un modo de concebir el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes“.

Los conceptos de ARQUITECTURA SOSTENIBLE merecen ser reevaluados en la práctica, para ello es urgente tomar seriamente indicadores de lo que eso implica en estos tiempos. La arquitectura de por sí, una actividad compleja y múltiple, que involucra muchos actores, recursos naturales y humanos, ahora incluye, el concepto de sostenibilidad integral, en un concepto holístico, que se puede prestar para diversos niveles de comprensión.

Según dice en Green Bulding (2):

“La construcción consume la sexta parte del agua del mundo, como consumidores de madera se gasta el 25%, y una tercera parte del flujo de materiales y energía.....

La construcción sostenible, es una estructura que es diseñada, construida, operada o reutilizada de forma ecológica y eficiente respecto a los recursos. Son también llamadas construcciones verdes y están diseñadas para ajustarse a ciertos objetivos tales como proteger la salud de los ocupantes, mejorar la productividad del empleado, usar la energía, agua y otros recursos con más eficiencia y reduciendo el impacto general sobre el medio ambiente.”

Aunque en Colombia recién empieza a consolidarse el CONSEJO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE y se están homologando algunas normas de certificación ambiental, son pocos los profesionales que ya tienen la conciencia y la formación para actuar en cualquier intervención constructiva con este nuevo paradigma. La práctica profesional exige ingresar a la filosofía de la arquitectura sostenible, e intentar involucrar la mayor cantidad de variables para disminuir el

riesgo planetario; y, de este modo, construir la esperanza de que la humanidad pueda vivir en equidad, y con seguridad, mejorando, las condiciones de confort para todos, sin depredar los recursos limitados, pero generosos que brinda el planeta.

Explorar y realizar proyectos alternativos con materiales no convencionales y construir obras arquitectónicas o proyectos demostrativos con otra visión profesional, amplía las posibilidades constructivas en el mercado, y, articula procesos pedagógicos de transferencia tecnológica, igualmente, integra la academia y motiva a profesionales, estudiantes y docentes en la investigación. Con estas nuevas perspectivas de difusión, tener credibilidad y confianza en el uso con, posibilidades de otros materiales, es otro de los objetivos del presente documento.

Como premisa, el primer paso es cambiar los paradigmas, desarrollar y colectivizar tecnologías amigables con el medio ambiente, así como realizar y difundir investigaciones diversas que han demostrado que mediante otros procedimientos se puede intervenir ecológicamente el ambiente construido.

PRINCIPIOS, INDICADORES Y METODO DE EVALUACION ANALITICA

La sostenibilidad ambiental de la construcción exige tener en cuenta muchas determinantes difíciles de medir, y es así como esta experiencia en obra, esta permitiendo realizar la construcción y acercamiento de algunos indicadores, de esta forma empezar, a construir un método de evaluación. Por ello se recurre a marcos teóricos como son las normas en liderazgo y eficiencia energética LEED y otras pautas realizadas por organismos promotores de una nueva arquitectura ecológica como lo propone Green Bulding de los Estados Unidos.

PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCCION ECOLOGICA

Existen principios que rigen una visión sobre la construcción sostenible que va mas allá del simple marketing de moda. Se inicia desde una concepción simple que es el CONSUMO, y por ello parte de las necesidades que tiene el ser humano, la familia y la sociedad para satisfacer sus índices de confort pero pensando en la capacidad de carga del planeta o lo que se ha llamado HUELLA ECOLOGICA o HUELLA DE CARBONO.

Aquí se enumeran siete puntos clave para responder a la construcción ecológica:

- Valorar las necesidades.
- Proyectar la obra con las condiciones de clima y cultura local.
- Ahorrar energía y agua.
- Pensar en las fuentes de energías renovables
- Construir con cualidad y durabilidad.
- Evitar riesgos para la salud.
- Usar materiales de materias primas generadas localmente y reciclables ...

Potenciales indicadores

- 1- Análisis del Ciclo de vida de los materiales e impacto por contaminación que esa producción causa, flujos de recursos materiales y del recurso humano.
- 2- Consumo y economía energética de los materiales, producción de insumos
- 3- Costos económicos como valor de mercado

En el caso puntual de este artículo deseo hacer énfasis en la importancia y mecanismos al realizar la transferencia tecnológica. Esta es una variable que incide en el posicionamiento de innovaciones y que impacta el concepto de desarrollo que venimos implementando en nuestros países. Por la experiencia de este proyecto demostrativo, se han detectado diversas barreras y problemáticas para la apropiación y aprendizaje.



Figura 1 - Cuadro sintético sobre el ciclo de vida de los materiales
 (diseño: Lucia E. Garzón-2008)

2-CONSUMO Y ECONOMIA ENERGETICA DE LOS MATERIALES

Con miras a otro objetivo al realizar el proyecto demostrativo, y aminorar el impacto energético de la construcción se aplicaron algunas estrategias como las siguientes:

Emplazamiento y diseño

- Se diseñó el proyecto con la **orientación natural** aprovechando las zonas de asoleación potenciando la **energía solar pasiva** que va a incidir en el rendimiento energético de la habitabilidad de esta construcción.
- **La forma, la materialidad** y la orientación de la construcción, el diseño solar pasivo y el uso de **iluminación natural**, hacen parte de las premisas del ahorro energético a medir con indicadores de consumo en el tiempo y uso, y que en la etapa de habitabilidad aportaran a la **calidad ambiental y de confort**, junto con el al ahorro energético.
- El **diseño arquitectónico** del proyecto se realizó potenciando el suministro de iluminación natural. Los estudios muestran que influye positivamente en la productividad y bienestar.
- En los planos de instalaciones eléctricas se incluyeron **sistemas de iluminación de alta eficiencia** con controles avanzados. Incluye sensores de movimiento ligados a controles de voltaje. La iluminación es dirigida para reducir los niveles de iluminación general desde el techo.
- Por las condiciones climáticas y ambientales del lugar no es muy necesario crear y usar sistemas de calefacción, sin embargo se incluyo el sistema de **chimeneas para calefacción**, adaptados a la proporción de los espacios y con **sistemas eficientes energéticamente**, que van armonizados con un conjunto de eficiente **aislamiento térmico de la construcción** (muros de tierra con alta absorción térmica - 30 cm. de envoltura que funcionan por convección térmica con ocho horas). En los acabados se eligieron al máximo **colores claros** para materiales de techado y acabado de paredes; así al instalar aislamientos de alta gradación R para techos y paredes.

Eficiencia energética

- Dentro del planteamiento de equipamiento de equipos y electrodomésticos se recomendó minimizar las cargas eléctricas de iluminados. Adquiriendo equipos de bajo consumo energético y alta eficiencia.
- Para el sistema de calentamiento de aguas se considero las fuentes limpias de energía, tales como panel de energía solar y se esta estudiando la posibilidad de celdas fotovoltaicas y transformadoras en combustible que están ahora disponibles en nuevos productos y aplicaciones. Las fuentes de energía renovable son un gran símbolo para nuevas tecnologías en el futuro.
- El diseño fue asistido por computador como herramienta muy útil para optimizar el diseño de sistemas eléctricos y mecánicos.

Eficiencia de los materiales

Según la enciclopedia Wikipedia en el tema de Materiales para edificios sustentables dice:

Los materiales adecuados para su uso en edificios sustentables deben poseer características tales como bajo contenido energético, baja emisión de gases de efecto invernadero como CO₂ - NO_x - SO_x - material particulado, ser reciclados, contener el mayor porcentaje de materiales de reutilización, entre otros. En el caso de maderas evitar las provenientes de bosques nativos y utilizar las maderas de cultivos como el pino, el eucaliptus entre otras especies. Entre los materiales usados en la construcción que más energía propia poseen se encuentran el aluminio primario (215 MJ/kg), el aluminio comercial con 30% reciclado (160 MJ/kg), el neopreno (120 MJ/kg), las pinturas y barnices sintéticos (100 MJ/kg), el poliestireno sea expandido o extruido (100 MJ/kg) y el cobre primario (90 MJ/kg), junto a los poliuretanos, los polipropilenos y el policloruro de vinilo PVC.(1)

Elección de materiales del proyecto

Desde la filosofía inicial como proyecto “sostenible”, se eligieron materiales locales y materiales y productos de construcción ecológicos. Algunos de ellos son: la piedra, la madera explotada dentro de cadenas sostenibles, la tierra del propio predio (que es el 70% del material a usar en la obra transformado en bloques de tierra cruda, en paredes monolíticas y en panetes o revestimientos), igualmente las bambusas o cañas locales, las pinturas o tintes, extraídos de colores naturales de tierra, los ladrillos cocidos y pisos cerámicos, algunos retales de mármoles que son reciclados de las grandes producciones, el uso de la cal usada como cementante, impermeabilizante y para acabados.

La experiencia en Colombia del Bahareque encementado, al permitir normativamente el uso del bahareque desde hace una década en la construcción, especialmente avalando la respuesta a la sismo resistencia, ha permitido visualizar el valor y potencial de un sistema vernacular que puede evolucionar hacia procesos semi-industrializados como es el bahareque prefabricado. Este sistema se ha desarrollado en Perú y con muchas obras de arquitectura ya habitadas y funcionando.



Fotografía 1- Prototipo de vivienda de bahareque prefabricado con piedra, madera y tierra (fotografía de Lucia E. Garzón).

Los criterios para seleccionar los materiales son de diverso orden, a saber, variables como las energéticas, ecológicas, estéticas y sociales. El concepto de la **racionalización de la energía** incluye variables como son la procedencia del material, el tipo de transporte, la distancia y la adquisición de los recursos locales que evitan el consumo de combustibles fósiles y por esta razón los materiales provienen de 200 km. de distancia.

Otra forma de evaluar el costo energético es en el consumo de **materiales re-usados y reciclados**, que no tienen ninguna o **pocas emisiones gaseosas perjudiciales** (caso de la producción de BTC y de muros de Tapia pisada o bahareque, que demuestran una baja emisión), ninguna o **poca toxicidad** (se evito usar productos químicos contaminantes, caso de la inmunización de la madera), materiales de **cosecha sostenible** (caso de la madera y de la caña) , **alta reciclabilidad** (la tierra es uno de los mas apropiados en este aspecto), **durabilidad, longevidad y producción local.**

- Teniendo en cuenta estas variables, el proyecto se planeo usando el material local: la tierra cuyo uso se aplico en la elaboración de algunas técnicas. Estas son: como BTC- Bloques de tierra cemento y cal, Tapias pisadas y en la cobertura una técnica Mexicana denominada: “adobito recostado”, y otro prototipo de vivienda con el bahareque prefabricado, que adicionalmente se construye con madera y caña local (un tipo de bambusa conocido como caña brava) y una cubierta semi-plana, vernácula e impermeable usada en otros países de America Latina con aislación térmica con una capa de carbón vegetal y tierra arcillosa.

Tales recursos promueven la conservación y eficiencia de los recursos naturales locales.

Usando productos reciclados también se promueve crear un mercado de nuevos productos reciclados, que al estar desviados de los vertederos especializados, entran en la cadena ecológica y así están empezando a realizarse con un manejo Integral de supuestos desechos.

- Se aplico y utilizo sistemas estandarizados y coordinación modular en el bahareque prefabricado y el modulo del Bloque de tierra comprimido –BTC, establecido como BSC según la Norma ICONTEC 5324 para Bloque de suelo cemento: este material desde su inicio proporciona, junto con los paneles de bahareque prefabricado, un planeamiento dimensional, al realizar los elementos pre dimensionados y con baja perdida de material.
- El estandarizar las medidas, racionalizar los procesos y producir localmente insumos, permiten otra estrategia técnica articulada a la ecología social, al impulsar el reparto de bienes, aplicando materiales y procesos eficientes que generan empleo y mano de obra local y permiten un desarrollo tecnológico local.



Fotografía 2- **Producción de Bloques de suelo cal y cemento, extraídos del suelo local (fotografía Lucia E. Garzón).**

Eficiencia del agua

Cuando se evalúan los recursos materiales y la economía energética es necesario integrar conceptos e integrar los valores de otros **elementos** planetarios, como el **agua**, un recurso vital e insustituible, que hasta ahora no ha sido producido accesiblemente de forma artificial. En estos tiempos es imprescindible tenerlo en cuenta desde la filosofía de uso y consumo, hasta el diseño en la construcción. La cosecha de las aguas lluvias, el aprovechamiento de las aguas servidas, y la adquisición y uso de artefactos sanitarios economizadores, hacen parte de la integridad de la arquitectura sostenible.

- Para el diseño sanitario, se consultó un sistema de tuberías dobles , separando las aguas, reciclando las aguas grises para los sanitarios y con un tratamiento biológico del sistema de dichas aguas grises: las aguas negras serán tratadas con sistemas naturales y no afectaran las fuentes hídricas de la zona. Con las cubiertas y a través de canales recuperan las aguas lluvias que son almacenadas con otras aguas no potables para irrigación.
- Para minimizar el desperdicio de agua, se usan sanitarios de baja descarga, duchas de bajo flujo y otros dispositivos de ahorro.
- Usar sistemas de recirculación para distribución central de agua caliente.
- Se instalaron sistemas de calentamiento de agua solar y la localización es en punto local para eficiencia energética.
- Se recomendó usar contadores separados para irrigación y para la construcción. Usar micro-irrigación con riego por goteo en jardines (que excluye rociadores y esparsores de alta presión) para suplir de agua a zonas distintas a prados y usar controladores tecnificados de irrigación y mangueras y cabezales de apagado automático.

3- COSTOS ECONOMICOS

En el sistema de Mercado de la construcción (que se va tornando monopolico del las empresas cementeras, ladrilleras y de los aceros), hay poca industrialización y prefabricación de sistemas constructivos y aun la forma de realizar las obras es artesanal, especialmente en nuestros países. El tema de lo económico es una de las variables que mas incide en la elección y consumo, siendo un aspecto primordial en la toma de decisiones sobre la elección de los materiales de construcción. Por lo tanto para cambiar los paradigmas y ampliar el mercado, se exige mucho conocimiento para entrar a competir con los productos convencionales y se debe ser abordar este tema de forma integral.

“Una construcción verde puede costar más inicialmente, pero significa ahorros mediante bajos costos operacionales durante la vida de la misma. El modelo de construcción verde aplica un análisis de costos sobre el ciclo de vida proyectado para determinar los gastos apropiados preliminares. Este método analítico calcula los costos sobre la vida útil de la inversión.”

Algunos beneficios, como el mejoramiento de la salud, la comodidad; la productividad, disminución de la contaminación y de vertederos de basura no son facilmente cuantificables. Por lo tanto, no estan adecuadamente incluidos en el análisis de costos. Por ello separar una pequeña porción del presupuesto de la obra para cubrir gastos diferenciales asociados con la construcción verde menos tangible, beneficia o cubre el costo de la investigación y análisis de la opción de construcción verde.

Incluso, con un presupuesto apretado se pueden incorporar muchas medidas de construcción verde con un mínimo o ningún aumento sobre el costo inicial y pueden traer enormes ahorros.” (2)

OTROS COSTOS

Salud y seguridad de los ocupantes

..Estudios recientes revelan que construcciones de buena calidad ambiental general pueden reducir la tasa de enfermedades respiratorias, alergias, asma y mejorar el desempeño de los empleados. Los beneficios potenciales financieros de mejorar el ambiente interno excede los costos por un factor de 8 y 14.

Elija materiales de construcción y productos e acabado interior con ninguna o baja emisión para mejorar la calidad del aire. Muchos materiales de construcción y productos de limpieza o mantenimiento emiten gases tóxicos tales como componentes volátiles orgánicos (VOC) y formaldehidos. Estos gases son perjudiciales en la salud y productividad de los ocupantes.” (2)

BIOARQUITETURA, SALUD Y MATERIALES



Fotografía 3 -Vivienda de BTC construida hace 20 años con cubiertas y muros de y tierra cruda, Villa de leyva Colombia, (Diseno: Angel ,Garzon, Salamanca)

Para el proyecto se eligió la TIERRA cruda. Es un material vivo y natural, que por sus propiedades, origen y proceso de elaboración, permiten la porosidad, y esta característica a su vez la respiración y transpiración. La tierra es de los materiales más naturales y sanos. Su aplicación en la obra se realiza en todas las envolturas o pieles, desde los muros (en Bloques de tierra prensados- BTC, en rellenos, revestimientos para las técnicas mixtas como el bahareque prefabricado y en Tapias pisadas, además de los acabados de toda la obra), hasta los techos. También las cubiertas se proyectaron con tierra cruda, en la técnica mexicana que se construye con pequeños bloques usados de forma autoportante y que generan a partir del arco: bóvedas de diferente tipo y cúpulas; adicionalmente otra experimentación en esta obra está en unas cubiertas semiplanas, con una pequeña capa de tierra.

Proveer ventilación adecuada y un sistema de filtro de ductos super eficientes.

Evita la contaminación microbiana interna mediante la selección de materiales resistentes al crecimiento de microbios; drenaje efectivo del techo y jardines de alrededores, instalar adecuada ventilación en baños; drenar adecuadamente el aire en los espacios y diseñar otros sistemas para controlar la humedad.

Operación y mantenimiento de la construcción

Las medidas de construcción verde no pueden alcanzar sus metas a menos que funcionen como se planearon. Para el uso del material TIERRA, desde el diseño y para todas las envolturas, deben de planearse y racionalizarse las instalaciones, los BTC o bloques de tierra comprimida realizados con la CINVA RAM, traen piezas especiales que permiten pasar tuberías de forma vertical y horizontal, sin realizar rupturas o regatas. El diseño de las zonas húmedas de las casas fue proyectado para funcionar como muros sanitarios y la forma de realizar las instalaciones se programa desde un inicio del proyecto.

Inspección de construcciones con estas técnicas, implica probar y ajustar los sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería. También incluye instruir al personal de mantenimiento.

Con el tiempo, el rendimiento de la construcción se puede evaluar con la medida de los ajustes, y con mejoras. El mantenimiento asegura que una construcción siga desempeñándose como se proyectó.

La tierra como cualquier material exige cuidados y mantenimientos con cierta frecuencia, por ello las revisiones periódicas en el cuidado de las pinturas, la impermeabilización y la calidad de los acabados, debe ser una constante.

EL RETO DE NUEVAS CUBIERTAS

A partir de la experiencia en la red Proterra, de conocer investigaciones y experiencias como la realizadas en Colombia en el curso intersemestral "Un techo pa'todos", realizado con la Universidad Gran Colombia (2009), en el que se construyó a escala real cuatro prototipos de coberturas, muy factibles de usar en el mercado de la construcción, surgió la inquietud de realizar

un proyecto demostrativo donde todas las coberturas fueran con los parametros de sostenibilidad y respondieran a las necesidades locales, sociales, ambientales y económicas del proyecto. Es así como se planea desde el inicio del diseño de la obra esta premisa de investigación para conocer las reales posibilidades cuantitativas y cualitativas de algunas técnicas en una obra concreta como esta.

El respaldo de las investigaciones del CYTED -Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, con su amplio bagaje en los proyectos donde se analizan las cubiertas y que pueden ser consultadas en documentos como :

XIV.A HABITERRA,
XIV.3 TECHOS,
XIV.5 CON TECHO - Programa 10x10,
XIV.6 PROTERRA,
XIV.8 CASA PARTES,

Algunos argumentos han evidenciado que la cubierta o techo de una construcción puede incidir dentro del presupuesto de una vivienda en América latina, entre un 25% y un 30 % del costo del valor total de la inversión de una obra. Esto implica estructura, cobertura o envoltura e impermeabilización: por lo tanto no es despreciable esta inversión y por ello es importante investigar coberturas de forma sostenible que permitan responder funcionalmente a las exigencias ambientales, que específicamente en los países tropicales, tiene mayores requerimientos si se desea responder bioclimáticamente, con variables como temperaturas, lluvias y seguridad (entre ellas la sísmica y de cargas como los vientos y/o huracanes). Por esto se exige responder si son regiones frías o ardientes, proporcionar control térmico para cada lugar y adicionalmente es necesario buscar tecnologías que disminuyan costos y brinden soluciones para las comunidades más desfavorecidas.

En el proyecto demostrativo, esta fue una variable para el diseño y fue otro tema como reto a abordar todo con el objeto de realizar un seguimiento como alternativas de estudio para cubiertas.

El mercado de la construcción desconoce y tiene muchas restricciones en relación a materiales sostenibles. Los techos de forma tradicional, que popularmente son más usados en el país son las placas de concreto, las tejas de barro, las láminas de zinc o aluminio, las tejas microvibradas o de fibra cemento, que responden a una cultura pero son deficientes desde el punto de vista ecológico, funcional, de confort térmico y de habitabilidad, además del alto costo energético que ocasionan, son sistemas que responden inadecuadamente en la diversidad de condiciones ambientales, pero por razones del mercado y de las limitadas alternativas, se han implementado. Tal es el caso de el asbesto cemento, que durante muchas décadas, se usó de forma masiva y sin conocimiento de las afectaciones humanas, hoy es material prohibido, por los impactos en la salud (asbesto: cancerígeno) y en el ambiente. En algunos países fueron obligados a ser reemplazadas. Ahora se requiere buscar nuevas soluciones, pero aún están siendo estudiadas en aspectos de la sostenibilidad, explorando alternativas de componentes livianos, autoportantes, con materiales no convencionales y con recursos locales. Por esta razón además este tema merece más estudio por ser un elemento funcional complejo en nuestros países, con climas variables, temperaturas, radiaciones solares, pluviosidad, sismicidad, y multiculturas, deben responder también al confort y a la problemática social de la autoconstrucción, facilitándose la accesibilidad y que ofrezca nuevas alternativas tanto en lo económico como en la seguridad.

El proyecto se planeo con dos técnicas constructivas alternativas para cubiertas y para ello se propone un estudio que analice y sistematice en estas obras arquitectónicas construidas con techos mixtos con tierra.

Las técnicas elegidas implican una transferencia tecnológica desde materiales escritos, documentos extraído de la arquitectura vernacular, hasta la sabiduría de bovederos y de profesionales, generando un trabajo de equipo y de adaptación a las condiciones socio-culturales, físico ambientales y específicamente locales.

Para emprender este proyecto, se invito a compartir la experiencia constructiva como una alianza de miembros de la red PROTERRA, y fue así como el Arquitecto Ramon Aguirre de Mexico, que viene desarrollando en su práctica profesional un tipo de cubiertas mexicanas, fue invitado durante el proceso constructivo de este proyecto para participar de forma permanente y directa como

tecnico, con el cargo de arquitecto residente. El esta encargado de realizar dicha transferencia tecnologica. Un emprendimiento como este significo aunar esfuerzos, sensibilizar al cliente para innovar, realizar multiples inversiones extraordinarias de la obra, todo con el fin de aplicar la tecnica con un profesional y un hacedor idoneo, y como resultado se tiene que adquirir experiencia, realizar un proyecto de capacitacion y de transferencia con el personal de obra y la presencia de un "bovedero" profesional, para de esta forma proyectar esta experiencia donde la obra misma, es el espacio de aprendizaje para que el personal de obra, con profesionales y proyectistas que puedan apropiarse de la tecnicas.

Determinantes ambientales para las cubiertas del proyecto

El proyecto está localizado en la cordillera oriental de los Andes de Colombia, sector rural, en el Municipio de Subachoque, Departamento de Cundinamarca, altura sobre 2.900 m.s.n.m. Pluviosidad promedio 2000 mm por año. Temperaturas promedio entre 10 y 20 grados centigrados, oscilando entre dia y noche una media de 10 grados, que en algunos periodos del año puede bajar hasta cerca de los 0 grados centigrados.

El proyecto al estar localizado en una zona tropical, de "paramo", la afectacion de la energia solar sobre la cubierta es alta. Por ello regular las temperaturas externas que afectan de forma directa la bioclimatica y el confort termico del interior de las viviendas es uno de las hipotesis para un tratamiento ambiental y energetico.

Las formas curvas, abovedadas y organicas, permiten una mayor absorcion durante el dia y en la noche por el tipo de material a usar TIERRA CRUDA en una capa de 9 cms y un recubrimiento tipo cascarn de concreto con malla metalida de 3 a 4 cms. formando una cubierta semi liviana de 12 a 15 cms de grueso

El proyecto fue planeado para 510 m2 de cubiertas, distribuidos en la construcción de las dos casas, las cuales estan diseñadas con sistemas constructivos con tierra, con bahareque prefabricado : uno tipo Quincha del Perú, con un diseno sencillo, en una altura de un piso, simbolizando lo que puede representar un prototipo de una vivienda social de un sector popular. El otro que corresponde a la casa principal, es una vivienda de dos pisos con sotano, en estandares de acabados mas altos que se concibe con la envoltura en las pareces de Bloque de suelo prensado o BSC.

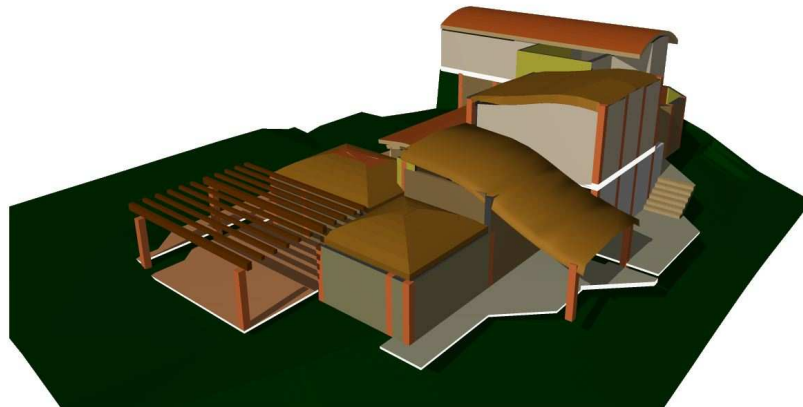


Figura 2- Vivienda de BTC con cubiertas de bóvedas mexicanas en tierra cruda.

Las técnicas de cubiertas elegidas, son potenciales sistemas constructivos innovadores que podrían adaptarse, evolucionar y convertirse en tecnologías, aptas y acordes a nuestra realidad. Los prototipos realizados, fueron elegidos por que la tierra es uno de los materiales importantes para su elaboración y permite realizar las coberturas valores agregados y con las siguientes ventajas:

1. CUBIERTAS MAS LIVIANAS
2. REGULADORAS DE LA HUMEDAD AMBIENTAL
3. ALMACENADORAS DE CALOR Y AISLANTES
4. AHORRADORAS DE ENERGIA, DISMINUYEN LA CONTAMINACION AMBIENTAL
5. SON REUTILIZABLES EN SU CICLO DE VIDA

6. ECONOMIZAN OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCION Y MUY BAJOS COSTOS DE TRANSPORTE
7. SON TECNOLOGIAS BLANDAS Y POR ELLO SON APROPIADAS PARA LA AUTOCONSTRUCCION
8. ABSORVEN EL ELECTROMAGNETISMO Y NO SON CONTAMINANTES, NO EMITEN GASES TOXICOS O EXPELEN COMPONENTES VOLATILES.
9. ESTETICAMENTE BELLAS Y LAS FORMAS GEOMETRICAS, GENERAN AL INTERIOR SENSACIONES AGRADABLES, CON SENTIDO ORGANICO (CURVILINEAS).
10. PUEDEN SER HASTA 25% MAS ECONOMICAS EN COSTOS DE DINERO POR DISMINUIR HIERROS Y CONCRETOS EN ESTRUCTURA.

Estos dos proyectos como experiencias demostrativas en el transcurso el tiempo permitiran evaluar y hacer un seguimiento sistemático en costos económicos y energéticos. Al finalizar el proyecto se realizará el calculo del costo por metro cuadrado de energia consumida y el costo economico, para tener mayores indicadores de lo que implican estos sistemas constructivos. A partir de la experiencia constructiva, se espera realizar una aplicación como sistema de evaluación para la arquitectura sostenible, con indicadores mesurables, que permiten llevar a una calificación del impacto ambiental comparativo con los sistemas convencionales de construcción.



Figura 3- Vivienda de 72 m2 con técnica de bahareque prefabricado por paneles de madera y cubierta con material no convencional

A cada capítulo de la obra se le esta haciendo un seguimiento detallado de los rendimientos, los costos economicos, los detalles constructivos, y en especial se inicio el estudio del costo energético, para al finalizar la construccion, el proximo año, ingresar los datos a una matriz, que permita bajo los marcos legales de las nuevas normas de eficiencia energética de la construcción, evaluar el sistema constructivo y calificarlo (como la norma LEED). Por ello, como la obra esta en una etapa inicial y se estan detallando en un estudio pormenorizado y muy preciso, los resultados aun estan por obtenerse y en este articulo se expresa la filosofia, principios para en un corto plazo calificar el proyecto en la vision sostenible : social, ambiental y económicamente.

El proyecto que esta aun en realización (Agosto 2010 a Junio 2011) no permite tener resultados especificos con cifras y un análisis integral. Se viene realizando el estudio desde lo estético, económico, pedagógico y técnico, por estar en proceso de construccion, se espera al finalizar la obra, obtener los datos y parámetros preparados para evaluar e implementar los indicadores y poder calificar qué niveles de aporte tiene esta experiencia en una Arquitectura sostenible.

La experiencia de proyectar bajo principios de diseño sostenible, innovacion tecnologica, materialidad, economía energetica y de recursos en dinero en esta nueva obra con características similares a las de otro proyecto realizado hace veinte años atrás de construccion, permitirá realizar un analisis comparativo actualizado a las nuevos retos planetarios. El primer proyecto fue diseñado y construido en el año 1990 en Villa de Leyva Colombia. Es una vivienda en uso que se encuentra en excelente calidad estructural, estetica y tecnica, la nueva obra similar en criterios, diseño y materialidad, demostrara el potencial de la TIERRA, del uso de cubiertas con materiales no convencionales, amplia el espectro de posibilidades en techos y comprobará la mejor calidad ambiental.

Bibliografía:

AIS Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica y Fondo para la reconstrucción y desarrollo social del eje cafetero – FOREC “*Manual de Construcción sismorresistente en Bahareque encementado*”. COLOMBIA

Garzón, L.E. (2008) *Un barrio eco sostenible- Diseño Modular de construcción mixta con tierra*, Terra Brasil 2008. Sao Luis de Maranhao- Brasil. Cd-Room.

Garzón, L.E. (2009) “*Un techo pa’todos, Formando profesionales con una conciencia planetaria*”, SIIDS- Seminario Internacional de Investigación del Diseño Sustentable- Diseñar para Reducir, Re-usar y Reciclar, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico, MÉXICO. Memorias Cd-Room.

ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas (2005). NTC 5324. *Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones, Especificaciones. Métodos de ensayo. Condiciones de Entrega*. Bogota- COLOMBIA, 39.

ININVI- Instituto Nacional de Normalización de Vivienda (1987) / QUINCHA PREFABRICADA, Sistema constructivo no convencional No 106-95-MTC/15 VC 21 Marzo 1995.

Lorenzo, Pedro (2005). *Un techo para vivir- Tecnologías para viviendas de producción social en América Latina*. CYTED y Ediciones Universidad politécnica de Cataluña / UPC- Barcelona / ESPAÑA.

Fuentes electrónicas:

(1) [Www.es.wikipedia.org/wiki/Sector_el%C3%A9ctrico_en_Colombia](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Sector_el%C3%A9ctrico_en_Colombia)

(2) <http://www.calrecycle.ca.gov/greenbuilding/basics.htm>, www.sustainable.doe.gov, Departamento de energía de los Estados Unidos, guías de Construcción Verde básica.

Currículum: Lucía Esperanza Garzón, Arquitecta (U Piloto /Colombia), representante Red Iberoamericana Proterra. Diseña, construye, investiga y transfiere tecnologías con materiales no convencionales. Gestiona y coordina pedagógicamente diversos programas de formación: U. Gran Colombia, Escuela Colombiana de Ingeniería, U. Javeriana; promotora de diplomados y seminarios internacionales sobre tecnologías sostenibles como CONSTRUTTIERRA 2006; Un techo pa’todos-2009. Conferencista y tallerista en EEUU, España, Portugal, Mexico, Costa Rica, El Salvador, Panama, Venezuela, Colombia, Chile, Brasil, Peru, Uruguay entre otros.

OTROS INDICADORES DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA



Luis Fernando Guerrero Baca
Universidad Autónoma Metropolitana

Resumen

Cuando se habla de la arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible enseguida nos llega a la mente la serie de variables relacionadas con impacto ambiental, huella ecológica, gasto energético, inercia térmica y emisiones de CO₂.

Es evidente que se trata de conceptos fundamentales cuya medición ha podido poner de manifiesto las notables cualidades relativas de la arquitectura de tierra en comparación con la edificación con materiales y técnicas industrializadas. Sin embargo, hay una serie de aspectos tales como las relaciones sociales, el trabajo comunitario, la distribución de la riqueza, la permanencia de las tradiciones, y la visión integral del patrimonio cultural y natural, tangible e intangible, cuya adecuada ponderación contribuirá al mejor posicionamiento de la construcción con tierra en el contexto global.

SINOPSIS CURRICULAR

Luis Fernando Guerrero Baca es Arquitecto, Maestro en Restauración Arquitectónica, y Doctor en Diseño con especialidad en Conservación y Restauración del Patrimonio Construido.

De 1987 a la fecha ha sido Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana donde ha realizado investigaciones referentes a tipología y teoría de la conservación del patrimonio edificado y sistemas constructivos tradicionales, habiendo escrito más de setenta artículos en publicaciones mexicanas y extranjeras e impartido más de cien conferencias, ponencias, cursos y talleres sobre estas temáticas.

Es Expert Member del International Scientific Committee on Earthen Architectural Heritage y Consultor de ICOMOS Internacional para el Comité de Patrimonio Mundial de UNESCO. Actualmente funge como Coordinador del Comité Científico de Arquitectura de Tierra del ICOMOS Mexicano así como de la Red Iberoamericana PROTERRA.

LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN EL CONTEXTO DEL AMBIENTE SOSTENIBLE



Eng. Civil e Agrônomo Miguel Aloysio Sattler,
PhD, NORIE/UFRGS
masattler@gmail.com

RESUMEN

A partir do NORIE, Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, que integra o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil, temos trabalhado com o tema de sustentabilidade das construções e sustentabilidade urbana por aproximadamente 15 anos. Os temas relacionados à Arquitetura de Terra tem integrado nossos programas de ensino e os alunos tem sido incentivados a aprofundá-lo. Vários foram as pesquisas de mestrado que podem ser associadas ao tema, entre as quais: o uso da terra em construções indígenas Guarani; a avaliação de sustentabilidade de construções em terra, relativamente a construções em tijolos cerâmicos; ou, mais recentemente, o modelo uruguaio de construções em terra, como inspiração para estado brasileiro vizinho do Rio Grande do Sul. Pretende-se apresentar brevemente tais estudos durante o SIACOT, assim como tentar responder à pergunta: Quão sustentáveis são as construções em terra no contexto brasileiro? O que pode ser feito para tornar as edificações em terra mais sustentáveis?

Curriculum

Eng. Civil e Eng. Agrônomo, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; PhD. pela University of Sheffield, Inglaterra, em 1987; Pós-doutorado pela University of Liverpool; ambos na área de ciências ambientais ligadas à edificação. Professor e Pesquisador do PPGEC - Programa de Pós-Graduação em Eng. Civil da UFRGS e coordenador da Linha de Pesquisas em Edificações e Comunidades Sustentáveis do NORIE (área de Construção, do PPGEC). Vem incentivando o ensino e pesquisa de construções em terra, junto a alunos de graduação e pós-graduação, nos últimos 15 anos, tendo orientado várias dissertações de mestrado nesta área.

CONSTRUCCIÓN CON TERRÓN EN URUGUAY



Arq. Cecilia Alderton*

alderton@adinet.com.uy, www.ceciliaalderton.com

1. HISTORIA (1)

La construcción con terrón es una técnica tradicional ancestral. Por su facilidad de ejecución, puede ser utilizada por mano de obra no especializada. Se realiza con las manos y una herramienta simple: pala chata. No lleva procesos de producción, no consume energía y no contamina. El material se encuentra disponible en la naturaleza. Da como resultado edificios fuertes, sanos y durables. La técnica del terrón se utilizó para realizar muros de contención, diques, puentes, murallas, edificios públicos y religiosos, palacios y viviendas populares. Los ejemplos mas antiguos de construcciones con terrón se han hallado en Rusia y Polonia (desde el S V), países escandinavos, Holanda, Alemania, Inglaterra, Portugal, España, Francia y Asia.



Existen diferencias en cuanto a la denominación de la técnica y a la forma de colocar los mampuestos en el muro: “Terrón”, “Soddies”, “Sod”, “Turf”, “Tepetate”, etc.

2. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA, PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Se denomina “terrón” al mampuesto en sí y a la técnica constructiva que implica apilar los mampuestos uno sobre otro en el muro. Desde la antigüedad la construcción con terrón se realiza de la misma manera, con mínimas variaciones y aportes regionales.

El procedimiento es el siguiente:

Se marca el tamaño del terrón con hilo y estacas. El tamaño es igual al ancho del muro a construir x el ancho de la pala x la profundidad de la pala. Los muros son más anchos en la base que en la parte superior para darles mayor estabilidad. Con una pala chata afilada, se cortan los cuatro costados del terrón y se arranca la cara inferior, haciendo un movimiento de palanca con la pala. Se da vuelta el terrón y se empareja la cara inferior. Se cortan los terrones que se usarán en el día, se trasladan hasta el muro y se colocan en con la humedad natural del suelo, en hiladas sucesivas sobre un basamento. No se usa mortero de asiento ni de unión. A medida que se va levantando el muro, se va emparejando el plomo y el nivel con la pala.



Colocación de terrones en el muro



Corte de terrones

En las aberturas se coloca un dintel de madera. Sobre los dinteles, se continúa levantando la pared de terrón hasta llegar a la solera.

El muro de terrón puede ser portante. Si se hace estructura vertical de madera, el terrón se usa como relleno.

Los muros de terrón se revocan con una mezcla de tierra con paja a la que se le puede agregar una arpillera en la cara exterior. Si se desea, se blanquean con cal o se revocan con mezcla de arena y cal reforzada con cemento, sobre malla metálica.

Los techos se hacen inclinados, con buenos aleros para proteger los muros.

3. EL CASO DE URUGUAY

Los inmigrantes europeos trajeron consigo los conocimientos de la construcción con terrón y aquí se produjo un “mestizaje constructivo”. Los aportes indígenas locales fueron: la “quincha”, el “quincho”, las “tolderías”, la “enramada” y el cupí.

La técnica es apropiada para construir en nuestro país y durante muchos años se construyó con terrón en el medio rural, hasta que en los años 60 se realizó una campaña de “erradicación de la vivienda insalubre de tierra” y se demolieron la mayoría de las construcciones existentes.

El caso de Uruguay es similar al que sucede en todas partes del mundo: debido a los prejuicios en contra de las viviendas de tierra, se sustituyen por viviendas de bloques de arena y cemento con techo de chapas.



Rancho de terrón en Tacuarembó, Uruguay

ACTUALIDAD, obras de terrón realizadas por Arq. Cecilia Alderton

A pesar de las bondades de la construcción con terrón, ésta técnica se dejó de utilizar en todo el mundo. Según el Prof. Arq. Hubert Guillaud, Uruguay es uno de los pocos países donde se está construyendo actualmente con terrón. La técnica se adapta para satisfacer las necesidades contemporáneas.

1991, Estudio Montero, Montevideo, Arq. C. Alderton

1998, Vivienda Weiss-Machado, “Isla de Coronilla”, Maldonado, Arqs. Alderton & Rehernan

2000, Vivienda Urrestarazu, “Tierra Alta”, Canelones, Arq. Alderton

2001, Vivienda Lorenzo-Cristobo, “Say No More”, Maldonado, Arqs. Alderton & Lorenzo

2001, Vivienda Decurnex, “La Loma”, Colonia, Arqs. Alderton & Lorenzo

2002, Vivienda Mesa, “Loma de Manzanos”, Canelones, Arq. C. Alderton

2003, Posada “Kururú”, Maldonado, Arqs. Alderton & Lorenzo

2005, Vivienda Brisson, “La Patrona”, Durazno, Arq. C. Alderton

2006, Vivienda Paula Gimeno, Melilla, Canelones, Arq. C. Alderton

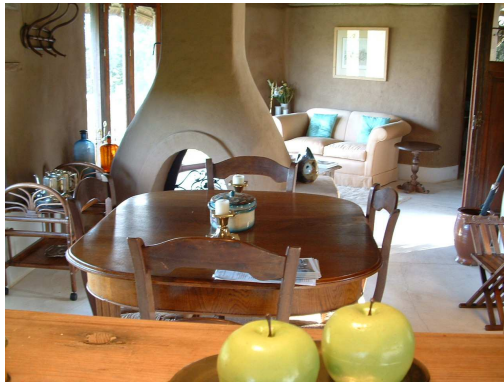
2007, Refugio del Sauce, Lavalleja, Arq. C. Alderton

2008, Vivienda Bagliero-Bruno, “Arandanera del Solís”, Maldonado, Arq. C. Alderton

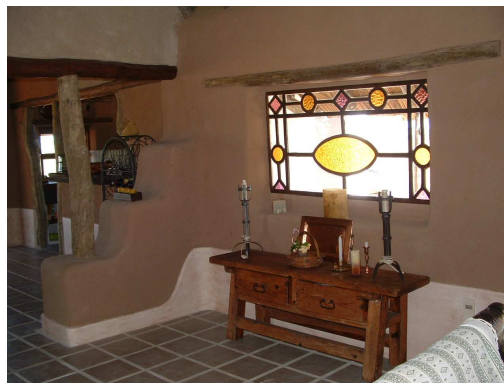


Vivienda Urrestarazu, 2000, Canelones

Vivienda Decurnex, 2001, Colonia, Uruguay, Arqs. Alderton & Lorenzo



Vivienda Mesa, 2002, Canelones, Uruguay
Posada Kururú, 2003, Maldonado, Arqs. Alderton & Lorenzo



Vivienda Brisson, 2005, Durazno
Vivienda Gimeno, 2006, Melilla, Canelones



Vivienda Bagliero-Bruno, 2008, Maldonado, Uruguay

NOTAS:

(1) Datos basados en el artículo **“Construire en blocs et mottes de gazon”**, Echanges transdisciplinaires sur les architectures et les constructions en terre crue. Rencontre de Montpellier, 2001, escrito por el **Prof. Arq. Hubert Guillaud**, investigador, experto en construcción con tierra, Director Científico de CRATerre-Escuela de Arquitectura de Grenoble, Francia, responsable de la Cátedra UNESCO, entre otras múltiples actividades relacionadas con el tema.

* **Cecilia Alderton**, arquitecta, construye con materiales naturales y reciclados, utilizando diferentes técnicas de construcción: muros de adobe, de fardos de paja, de tierra y paja, fajina, terrón y cubiertas de quincha o de pasto. Realiza viviendas de interés social, construcciones para clientes particulares, fraccionamientos y reciclajes, aplicando criterios verdes de diseño. Se especializa en la realización de construcciones utilizando la técnica denominada “terrón”.

PONENCIAS





Eje temático 1

Diseño contemporáneo de las arquitecturas de Tierra

ARQUITETURA CONTEMPORANEA EM TERRA

Autor: Ricardo Junqueira Piva, arquiteto autônomo.
R. Atibaia 261, Jd. Apolo, São Jose dos Campos, SP. Cep 12243-210
Tel. 12-39211537 email-rjpiva1@terra.com.br

Tema: T-1 Diseños contemporâneos de las arquitecturas de tierra.

Palavras-Chave: Técnica, Processos, Sustentabilidade

RESUMO

Este trabalho apresenta cinco obras de minha autoria, realizadas utilizando a terra como material construtivo, dentro de uma filosofia de construção de menor impacto energético e ambiental. As obras enfocadas neste trabalho são: meu estúdio de arquitetura, com parede em pau-a-pique e uma residência sem uso de cimento, na Cidade de São José dos Campos, SP; pequeno Museu de História Natural da Escola Pandavas, sem fins lucrativos e uma residência, ambos em pau-a-pique, no município de Monteiro Lobato, SP. O museu foi executado em regime de mutirão envolvendo pais de alunos, funcionários e amigos dessa instituição educacional. Por ultimo, uma sede de fazenda de 300m² em pau-a-pique, localizada no município de Silveiras, SP, região da Serra da Bocaina, Área de Preservação Ambiental. O uso da terra nestas construções foi uma escolha consciente de que este é um material viável, de baixo impacto e importante frisar, com a máxima qualidade em conforto ambiental, dentro de uma linguagem estética contemporânea. A combinação deste material com madeiras de reflorestamento, cultivadas na região, reforçam o conceito de sustentabilidade tão necessário e urgente de ser aplicado nos dias de hoje, sobretudo no setor da construção civil.

1. ESTUDOS DE CASO

1.1 Museu de Historia Natural

Projeto de agosto de 2001 este é um pequeno Museu de Historia Natural, de 116m² pertencente a uma escola particular, sem fins lucrativos, no município de Monteiro Lobato, SP. Esta obra foi executada em regime de mutirão envolvendo alunos, pais de alunos, funcionários e amigos da escola. A estrutura é de eucalipto roliço tratado em autoclave, independente dos fechamentos.

As únicas duas paredes são de pau-a-pique estruturadas em pontalotes roliços de eucalipto, tramado por tiras de bambu, já que o bambu inteiro não se curvaria..A parede sul é de altura constante com 2,15m de altura e a norte, que tangencia o beiral mais baixo é de altura variável, de 2,15m até 1,20m, buscando a luz natural. Elas estão assentadas em uma base de pedras recolhidas no terreno, base esta que se eleva onde é preciso afastar o pau-a-pique da ação do respingo de chuva do beiral. O vão entre as paredes e o telhado é fechado por caixilhos de madeira reaproveitada, executadas na marcenaria da escola.

1.2 Estúdio de Arquitetura

Meu estúdio de arquitetura de 40m², em São Jose dos Campos, SP é uma construção mista de tijolos de demolição assentados com barro e parede de pau-a-pique. As paredes são independentes da estrutura de postes de eucalipto usados, comprados da concessionária de energia local..A cobertura é um telhado vivo, isto é, uma grande floreira plantada com três tipos diferentes de forrações (figura 1.0). Ela se apóia sobre uma estrutura de caibros roliços de eucalipto e compensado reciclado, impermeabilizado com manta asfáltica. As janelas, a porta e o piso de madeira são de demolição.



Figura 1.0 - Estudo de Arquitetura

1.3 Sede de Fazenda

Residência em Silveiras, SP, na Serra da Bocaina em área de proteção ambiental a 1700m de altitude. A área total da construção é de 300m² e o projeto de 2003.

Sempre buscando o menor impacto no ambiente, a casa surge em forma de dois retângulos perpendiculares, acompanhando a parte mais plana do terreno (figura 1.1). A única movimentação de terra foi a abertura das valas do alicerce, feito com pedras recolhidas no local.

O forro, o piso e as esquadrias foram feitos com madeira de demolição.

As paredes são de pau-a-pique, pedras do local e tijolos (nos banheiros e cozinha).

A mão de obra é toda nativa da região.

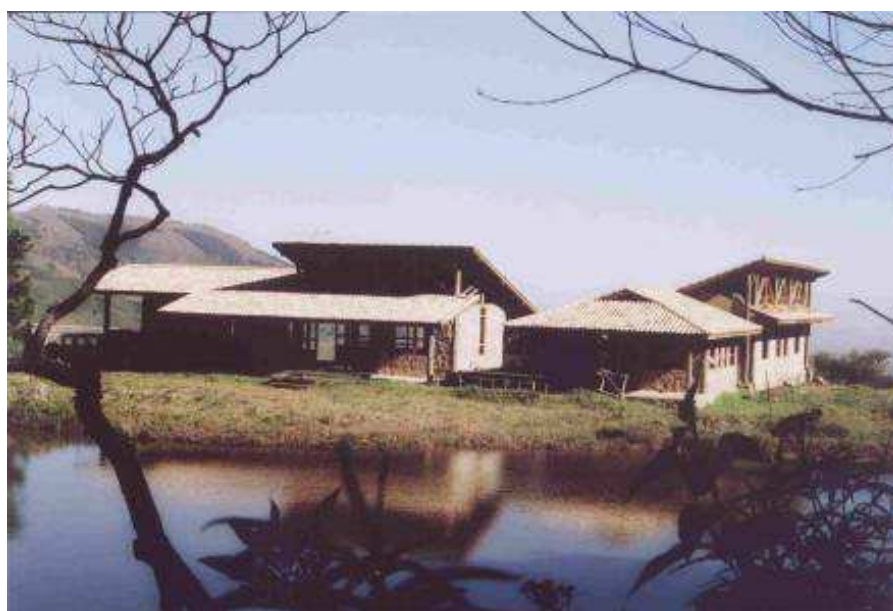


Figura 1.1 - Sede de Fazenda

1.4 Residência Sem Cimento

Residência com 90m², em São Jose dos Campos,SP, projeto de 2006. (figura 1.2)
As paredes são de tijolos maciços assentados com argamassa de cal, areia e terra, sobre fundação de pedras. Devido à inclinação acentuada do terreno a casa foi feita em dois níveis, com muro de arrimo interno em taipa de pilão. O telhado, de telhas cerâmicas e estrutura de eucalipto roliço, apóia-se diretamente nas paredes de tijolos. Portas e janelas de demolição.



Figura 1.2 - Residência Sem Cimento

1.5 Residência Em Pau-a-Pique

Casa de fim de semana, toda feita em pau-a-pique, com 200m² de área construída. Apenas os banheiros e duas paredes da cozinha são de tijolos maciços assentados com argamassa de cal areia e terra. O alicerce é de pedras assentadas com massa de areia, terra e um pouco de cimento. Acima do alicerce não foi usado cimento. Todos os caixilhos foram desenhados pelo arquiteto, feitos com madeira de demolição. (figura 1.3)



Figura 1.3 Residência em Pau-a-Pique

2. CONCLUSÕES

Os estudos de caso analisados aqui pretendem ilustrar que é possível construir com um impacto ambiental consideravelmente menor do que se vem fazendo na maioria das obras brasileiras atuais. Isto com maior conforto e salubridade e menor consumo de energia nas edificações, dentro de uma linguagem contemporânea. Linguagem esta ainda experimental, já que estamos revendo muitos conceitos do que sejam as necessidades reais da construção. O que se considera como arquitetura contemporânea brasileira muitas vezes não passa de tentativas de reproduzir aqui modelos estrangeiros à nossa realidade.

Esta é uma contribuição para um começo de discussão não só a respeito de materiais, mas principalmente de como utilizar estes materiais para se chegar a uma arquitetura contemporânea brasileira responsável.

3. Curriculum

O autor é formado pela FAU Mackenzie, SP em 1980. Trabalhou em São Paulo como sócio da Paulo Sophia e Ricardo Piva Arquitetos Associados até 1991. Atualmente mora e trabalha em São Jose dos Campos, SP.

PANORAMA ATUAL DA ARQUITETURA EM TERRA NO URUGUAI E NO RIO GRANDE DO SUL: CONTRASTE ENTRE VIZINHOS.

Ana Paula Bayer, NORIE (Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação) – UFRGS
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

Av. Osvaldo Aranha, 99 térreo – Porto Alegre, RS - Brasil.

Tel. +55 51 3308 3518

anapbayer@yahoo.com.br

Tema 1: Diseño contemporáneo de las arquitecturas de tierra

Palabras-clave: bioconstrução, arquitetura em terra, edificações sustentáveis.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é apontada como responsável pela extração de grande parte dos recursos naturais do planeta. Segundo Do Kyoung (2006), uma nova tendência rumo à proteção do meio-ambiente emergiu no campo da arquitetura. Entretanto, o método de abordagem necessita ser modificado: há a necessidade de um novo direcionamento à arquitetura, que deve coexistir com a natureza. Rodriguez (2002) complementa:

“nesse sentido, por influência dos problemas sociais e ambientais, as perdas de referências culturais, a pouca autenticidade, a degradação do meio ambiente etc., estamos hoje presenciando um período de redescobrimto e real interesse pela arquitetura de terra”.

De acordo com Minke (2008), dois terços da população mundial vive em edificações construídas com terra, sendo que, em países em via de desenvolvimento, esse índice chega à metade. Atualmente, o maior desafio para a consolidação da utilização da terra enquanto material construtivo, está na quebra do preconceito relacionado a esse tipo de edificação.

Na Nova Zelândia, por exemplo, país com 268.680Km² e 4.173.460 habitantes em julho/2008 (www.indexmundi.com), foram construídas 100 edificações em terra nos últimos dez anos (WALKER e MORRIS, 1998). Já, no Uruguai, segundo menor país da América do Sul, com 176.515Km² e 3.447.778 habitantes em 2008 (www.indexmundi.com), levantou-se, no presente estudo, que as principais edificações construídas em terra, com apoio técnico, nos últimos 20 anos, totalizam 67. Já, Acosta (2010-a) estima que, nos últimos quinze anos, foram construídas cerca de cem casas em terra, com a participação de arquitetos, e outras cem, erguidas pelos próprios proprietários, sem a intervenção de técnicos. Entretanto, aqui no Rio Grande do Sul, estado brasileiro que faz limite com Uruguai, com características climáticas semelhantes, 281.748.538Km² (www.wikipedia.com) e 10.855.214 habitantes em 2008 (www.riogrande.com.br), foram levantadas menos de dez edificações em terra nos últimos 10 anos. Cabe salientar que esses dados desconsideram edificações erguidas de forma precária, tratam-se de construções de considerável padrão técnico, elaboradas com materiais não convencionais de construção, salientando-se a terra.

Segundo Garcia (2002), na América Latina existe uma grande experiência na prática e produção social, de forma que têm surgido movimentos promovidos pela sociedade civil contribuindo para as práticas comunitárias e populares, originando projetos que resgatam a relação homem-natureza, para articulá-los com os benefícios dos avanços científicos e tecnológicos.

Dessa forma, o presente estudo fundamentou-se nas edificações do país vizinho, de clima similar. Segundo a classificação climática de Köppen, tanto o Rio Grande do Sul quanto o Uruguai estão inseridos na categoria Cfa – clima subtropical úmido, com verões quentes e invernos frios. A temperatura média anual no Rio Grande do Sul é de 19°C, sendo que seus índices pluviométricos variam de 1500 a 2000 mm/ano, tendo densidade demográfica de 38,53 hab/km. De forma semelhante, o Uruguai apresenta temperatura média anual variando de 16°C, em Montevideu, a 19,5°C, em Salto e Artigas, precipitação média anual um pouco inferior ao

estado gaúcho – varia dos 1000mm/ano no sul aos 1400mm/ano no norte, com densidade demográfica equivalente a 19 hab/km², sendo que metade da população vive na capital, Montevideú.

2. METODOLOGIA

Como a intenção do trabalho é apresentar a situação da arquitetura de terra contemporânea no Rio Grande do Sul e no Uruguai, optou-se pela adoção da estratégia de estudo de casos múltiplos, demonstrando que a mesma é, de fato, contrastante, embora as características climáticas e geomorfológicas de seus sítios sejam semelhantes. Segundo Yin (2005), essa estratégia conta com muitas técnicas, dentre elas, a observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas com as pessoas neles envolvidas. Assim, o poder diferenciador do estudo de caso é a capacidade de lidar com uma ampla fonte de evidências – documentos, artefatos, entrevistas e observações (YIN, 2005).

Herriot e Firestone (1983) esclarecem que, em geral, projetos de casos múltiplos apresentam algumas vantagens em comparação aos projetos de caso único: suas evidências resultantes são consideradas mais convincentes, e o estudo global é visto, conseqüentemente, como algo mais robusto.

3. ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA EM TERRA NO RIO GRANDE DO SUL

No Rio Grande do Sul, encontram-se muitas edificações erguidas em terra na época da colonização por portugueses, espanhóis, italianos e alemães. Também, no Estado são encontradas diversas reservas indígenas, especialmente de origem Guarani, que não só utilizavam como ainda utilizam a terra enquanto material construtivo.

Assim, atenta-se para o fato de que, tanto indígenas quanto colonizadores do Rio Grande do Sul, eram exímios bioconstrutores, conhecendo e executando edificações em terra, sendo que algumas permanecem ocupadas até hoje, o que mais uma vez evidencia a viabilidade de se construir com terra numa localidade que possui as características climáticas e geomorfológicas do Estado gaúcho.

Ainda, em Aceguá, na fronteira do Estado com o Uruguai, próximo a Bagé, no Pampa Gaúcho, segundo Morgado e Costa (2007), as características condicionantes locais moldaram a técnica construtiva tanto para a população autóctone ali existente quanto para os colonizadores ibéricos. Nessas condições, a manufatura da habitação passou a adotar torrões de leiva de grama enquanto componente construtivo, criando ferramentas que condicionavam a matéria-prima e a edificação, criando padrões e variáveis da técnica, empilhou pedras, leivas de terra e palha, até desenvolver a pá de corte, com raízes e folhas de vegetação nativa e rasteira. Existem ranchos, em comunidades de Aceguá, construídos mais recentemente, há cerca de 35 anos que, considerando o fato de que foram edificadas baseando-se apenas no saber popular, encontram-se em relativo bom estado de conservação.

Em contrapartida, segundo Daudt (2006), no Integria – Centro de Aprendizado Vivencial, em Picada Café, foram construídos dois projetos com utilização da terra,

pelo professor da Universidade de Kassel, na Alemanha, Dr. Gernot Minke: o primeiro, uma cúpula de adobes; o segundo, três cabanas conjugadas de terra, com interior de pau-a-pique e utilização de mangueiras de terra nas paredes dos banheiros.

Em regiões do Pampa Gaúcho, outras iniciativas relativas a edificações bioconstruídas vêm acontecendo, a exemplo do que ocorria em tempos passados, como nas já mencionadas comunidades de Aceguá. Trata-se de um projeto concretizado recentemente, na cidade de Herval, em que duas de seis famílias beneficiárias do assentamento rural de reforma agrária Vista Alegre/Tamoios, interessadas em viver e habitar de forma integrada com o meio-ambiente, exigiram que os recursos destinados à construção de suas casas fossem re-direcionados a projetos de bioconstrução. Segundo Prudente *et al.* (2009), nessa experiência, chamada de Projeto Mutirão, foram conciliadas técnicas típicas da região – resgatando os ranchos de torrão de

leiva de grama – e técnicas atuais, mais ecológicas. Tal convênio teve a duração de quatro anos, de 2005 a 2008, sendo que envolveu três etapas de trabalho: pesquisa, projetos e obras e, as duas últimas, ocorreram em 2008, quando foi encerrado, sem o término total das obras.

Ainda, na região da Serra Gaúcha, a arquiteta Karin Brakemeier reinterpreta o estilo enxaimel, de origem alemã, bastante presente em distintas regiões do Estado gaúcho. Observa-se a preocupação com a adoção de estratégias ecológicas, através da minimização da necessidade de energia e utilização da argamassa feita com barro, reduzindo, assim, a necessidade de cimento e, além disso, a utilização de pedras e tijolos de demolição reaproveitados.

3.1 Principais técnicas construtivas adotadas

3.1.1 Tijolos de Adobe

As experiências com tijolos de adobe realizadas no Rio Grande do Sul ocorreram, principalmente, sob orientação do professor Gernot Minke, da Universidade de *Kassel*, Alemanha, tanto em um protótipo de fardos de palha edificado em Sentinela do Sul, quanto nas edificações no Centro de Vivências Integria, em Picada Café.

Nas atividades realizadas no Integria, foram utilizados dois tipos de fôrmas, de maneira a originar tijolos com propriedades diferenciadas. No caso da cúpula, onde a sua acústica seria de fundamental importância, foi utilizada uma fôrma metálica, semelhante à Figura 01, de 14x30x10cm, com formato arredondado, em uma das pontas, para garantir um bom desempenho acústico, e com protuberâncias que originam três furos no tijolo, melhorando o seu desempenho térmico.



Figura 01: fôrmas metálicas e tijolos resultantes, com propriedades termo-acústicas, utilizados na cúpula do Integria. Fonte: Minke (2008) e Integria.

Já, nas cabanas destinadas à hospedagem, foram utilizadas fôrmas de madeira, de formato retangular, de 12x15x10 cm. Esses tijolos foram mais difíceis de serem desformados, já que a fôrma de madeira é mais rugosa que a metálica.

Na Fazenda Capão Alto das Criúvas, por outro lado, onde foram produzidos adobes para as divisórias internas, foi adotado um terceiro tipo de fôrma, ou seja, metálica dupla, permitindo a produção de dois tijolos por fôrma. Embora tal fôrma tenha permitido uma maior produção, no momento da desforma, devido a um maior peso resultante, a mão-de-obra feminina teve dificuldade para trabalhar com tais tijolos.

De acordo com Daudt (2006), nas construções do Integria e da Fazenda, verificou-se que a falta de prática para a produção dos adobes fez com que esta fosse mais lenta do que costuma ser. Assim, as pessoas que mais produziram foram aquelas que já possuíam experiência, constituindo mão-de-obra da construção civil, sendo os leigos, mais lentos. Entretanto, com o passar da primeira semana de treinamento, foi observado que a produção aumentou consideravelmente.

3.1.2 Pau-a-pique

No Centro Integria, em Picada Café, foram adotadas estruturas de pau-a-pique nas divisórias internas da edificação destinada à hospedagem. Após a realização de testes expeditos, foi confeccionada mescla posteriormente aplicada sobre elementos de madeira e de bambu, combinados com galhos delgados tramados, como pode ser visualizado na Figura 02.



Figura 02: aplicação de terra sobre estrutura em pau-a-pique, combinando bambu e galhos tramados. Fonte: Integria.

A mescla utilizada para tais paredes em pau-a-pique envolveu, ainda, sua estabilização com esterco, para evitar a ocorrência de fissuras de retração e para aumentar a aderência da mesma aos elementos de madeira.

Também os ranchos em Herval, cujas paredes foram inicialmente projetadas para serem executadas com torrões de leiva de grama, acabaram por envolver a técnica de pau-a-pique.

3.1.3 Construção com mangueiras

A técnica de construção com utilização de mangueiras de terra foi desenvolvida pela Universidade de Kassel, na Alemanha, em 1992 e, segundo Minke (2008), a mesma compreende a utilização de uma mangueira elástica de algodão, preenchida manual ou mecanicamente, com uma mistura de barro e algum mineral.

No Rio Grande do Sul, a técnica de mangueiras tem aplicação restrita, relacionando-se aos produtos resultantes dos cursos do professor Minke, realizados no Centro Integria, em Picada Café. Nessa ocasião, as referidas mangueiras foram preenchidas manualmente.

De acordo com Daudt (2006), foram testadas diversas mesclas, sendo que a mais adequada é aquela mais seca possível, uma vez que esse material fica secando apenas por um dia, sendo utilizado no seguinte. Assim, as mangueiras devem estar bem secas, mas a ponto de ainda permitir a passagem, pelos poros, de água com barro. Assim, a fixação das mangueiras dispensa a utilização de argamassa, pois o barro que sai pelos poros das mesmas, faz com que uma mangueira se ligue à outra, sendo inseridos arames farpados, entre as camadas, a cada três ou quatro mangueiras sobrepostas, impedindo eventuais deslocamentos dessas. Para proporcionar um bom acabamento, passa-se uma brocha com barro e água, alisando o material. Minke (2008) esclarece que podem ser colocadas de três a cinco camadas por dia, porém, caso se deseje empilhar mais, pode ser acrescido cimento, que acelerará o processo de secagem.

Na Figura 03a, visualiza-se a colocação de mangueiras nas paredes internas da hospedaria do Centro Integria, envolvendo o banheiro, de maneira que o encanamento do mesmo também fique envolto pelas mesmas, assim desaparecendo. Na Figura 03b, tem-se um banheiro concluído, na residência do professor Minke, utilizando a técnica de mangueiras de terra.

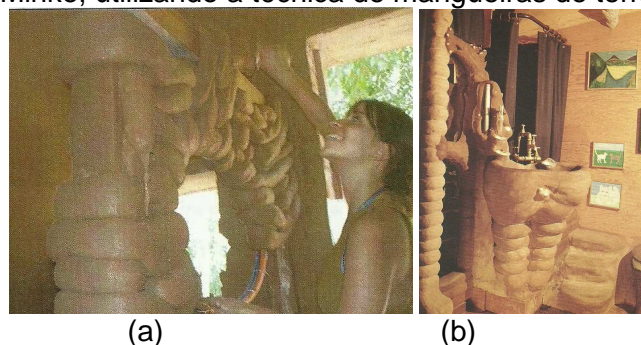


Figura 03: (a) confecção de uma parede, com utilização da técnica de mangueiras, no Centro Integria; (b) banheiro concluído, com utilização da técnica de mangueiras, em Kassel - Alemanha. Fonte: 46a - Integria; 46b - Minke (2008).

3.1.4 Tijolos cerâmicos e argamassa de barro

Em Nova Petrópolis, na Serra Gaúcha, ocorre a promoção de reformas de edificações antigas e novas, em estilo enxaimel, utilizando argamassa de barro para assentar os tijolos cozidos, oriundos de demolição.

A arquiteta Karin Brakemeier, responsável por tais obras, aprendeu a técnica em oficinas conduzidas pelo professor Gernot Minke, no Centro Integria, e aplica a mesma também na recuperação de edificações antigas, que tenham sido construídas com terra, sendo que as proporções são, em geral, a mesmas. Ou seja, a argamassa de assentamento utilizada nas obras, é composta por uma parte de barro com esterco, duas partes de areia média e uma parte de areia grossa. A preparação da mesma é feita com a fermentação da mistura envolvendo barro e esterco, deixando-a curtir por três dias e, a seguir, adicionando o restante da composição.

As edificações são produzidas em estilo enxaimel, característico da região em que se encontram, que foi colonizada por imigrantes alemães. Trata-se de estrutura de madeira, com elementos verticais, horizontais e diagonais, preenchidos com tijolos queimados de 6x14x26cm e aberturas, também em madeira. Na Figura 04, observa-se a montagem da estrutura enxaimel, destacando-se a utilização de argamassa de barro no assentamento dos tijolos.



Figura 04: construção em estilo enxaimel, com tijolos assentados com argamassa de barro. Fonte: Juliana Moehlecke.

4. ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA EM TERRA NO URUGUAI

Conforme mencionado anteriormente, a arquitetura em terra no Uruguai é bastante evidente, pelo menos, em comparação com o Rio Grande do Sul, estado brasileiro com o qual se limita. De acordo com Acosta (2010-b), há cerca de dez construtores em todo o país e vários autoconstrutores que integram comunidades e estão trabalhando nessas áreas, de forma que ainda é necessário gerar uma linha de financiamento para centros de produção em vários pontos do país, com fundos públicos e privados, para incentivar o Uruguai a apresentar projetos de caráter profissional.

Através do levantamento realizado, percebe-se a predominância da técnica de adobe ou técnica mista, em que são utilizados tijolos de adobe nas paredes externas e a taipa de mão ou pau-a-pique (*paneles de fajina*) nas internas. Segundo Acosta (2010-a), tal afirmação é corroborada pela arquiteta Rosário Etchebarne, da UDELAR, que afirma que as três técnicas mais utilizadas no Uruguai são o adobe, que é um tijolo não queimado; o BTC – *bloque de tierra comprimida*, que é feito numa máquina à qual estão sendo incorporadas novas tecnologias; e o pau-a-pique, um painel de madeira que leva terra estabilizada com palha e outros componentes.

Em adição, o preconceito a que a terra é sujeita, atualmente, surge da falta de informação da comunidade, da imagem passada por construções precárias erguidas sem qualquer apoio técnico e, também, devido às grandes empresas que tendem, por interesse próprio, a promover a utilização dos chamados “materiais modernos”. Assim, mesmo que um grande número de construtores esteja interessado em desenvolver técnicas de construção que adotem o barro como principal componente construtivo, é de fundamental importância o apoio de instituições que estejam dispostas a promover tais bioconstruções.

Dessa maneira, o Uruguai possui de forma cada vez mais acentuada, o apoio do governo (*Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial e Medio Ambiente - MVOTMA*), de instituições de

ensino (*Universidad de la República - UDELAR*), de instituições financeiras (*Banco Hipotecário del Uruguay - BHU*), de prefeituras

municipais e de outras entidades que, através de associações e trabalhos conjuntos, elaboram programas que contribuem para a multiplicação das edificações em terra no país.

4.1 Principais técnicas construtivas adotadas

4.1.1 Tijolos de Adobe

Os tijolos de adobe confeccionados no Uruguai são, freqüentemente, ensaiados no laboratório da Faculdade de Arquitetura, da UDELAR, em Montevideú. Normalmente, as dimensões utilizadas são de 40x17x10cm, e os tijolos são confeccionados com terra arenosa.

Em relação aos cuidados necessários em estruturas edificadas em adobe, o mais difícil de ser tratado é o comportamento de rebocos e revestimentos, frente ao contato com a água, que decompõe a terra em médio prazo. Tal questão somente pode ser resolvida por meio de decisões de projeto, como o controle da dimensão de beirais, utilização de outros materiais na base da edificação, como pedra e tijolo cerâmico ou, através de rebocos contendo cal ou cimento.

Segundo o CEPED (1984), em locais onde a precipitação pluviométrica supera 600 mm/ano, convencionou-se adotar algum tipo de estabilizante, a fim de reduzir a retração e/ou impermeabilização, sendo mais comuns, a adoção de palha ou qualquer espécie de fibras, emulsões asfálticas e/ou cimento.

4.1.2 Bloques de Tierra Comprimida – BTC (Blocos de Terra Comprimida)

No Uruguai, é bastante freqüente a utilização de BTC – Blocos de Terra Comprimida e, normalmente, seu processo de fabricação envolve atividades de capacitação, transferência de tecnologia e experimentação, não só para a equipe técnica envolvida, mas também para a comunidade interessada. Conforme Etchebarne *et. al.* (2006), o rigor técnico e científico aplicado nas pesquisas realizadas em nível internacional, permitem, hoje, garantir a qualidade desta técnica construtiva.

A Figura 05 ilustra a utilização de bloco de terra comprimida em um edifício que abriga duas salas de aula, da Faculdade de Agronomia, em San António, Salto. A edificação é construída com técnica mista: adobe, BTC e pau-a-pique, para proporcionar maior exposição do sistema construtivo e experimentação à equipe envolvida em sua construção.



Figura 05: salas de aula em BTC, San António, Salto.

Em comparação com os tijolos de adobe, Etchebarne *et. al.* (2006), destacam que os blocos de terra comprimida possuem vantagens, como: a maior possibilidade de armazenamento imediato, área de fabricação e de secagem menores, peças mais regulares, possibilidade de fabricar blocos com formas especiais (ocas, por exemplo), limitação da estabilização à superfície do bloco, maior resistência à compressão e melhor acabamento.

4.1.3 Barro Alivianado (Terra-palha)

A técnica de terra-palha compreende a adição, ao barro, de aditivos porosos, como palha, algas marinhas, cortiça e outras fibras vegetais leves. Assim, obtém-se uma mistura que confere maior isolamento térmico às paredes.

Conforme a norma alemã DIN 18951, denomina-se terra-palha, o barro com agregados leves, cuja densidade é menor que 1200 Kg/m³. Segundo Minke (2008), existem três tipos de terra-palha, conforme sua composição (podendo ser utilizado palha, lascas de madeira ou minerais porosos) e que, por isso, diferem quanto às suas propriedades e métodos de preparação.

No Uruguai, é utilizada a terra-palha com palha, especialmente, a de trigo. Há uma discussão muito grande para definir qual a palha mais adequada; é necessário que, em cada caso, sejam feitos ensaios comprobatórios.

Ainda, é comum, no referido país, a confecção de blocos de terra palha, ou seja, a mistura é lançada em fôrmas menores, assim como ocorre com os tijolos de adobe, porém, os blocos originados não possuem função estrutural. Também é possível fabricar painéis de terra palha, ou seja, a mistura de terra-palha é lançada em uma fôrma de madeira e não é retirada da mesma, de maneira que a parede se forma a partir dos encaixes de um painel no outro. A seguir, na Figura 06, demonstram-se as três formas de utilização da terra-palha no Uruguai: taipa, painéis e blocos.



Figura 06: formas de utilização da técnica de terra-palha no Uruguai, respectivamente: taipa, painéis e blocos. Fonte: www.proyecto-hornero.edu.uy/proyecto.htm.

4.1.4 *Paneles de Fajina / Bahareque* (Pau-a-pique, ou taipa de mão)

O pau-a-pique, ou taipa de mão, conhecido como *paneles de fajina* ou *quincha* no Uruguai, *bahareque* em Honduras e Guatemala, ou *encañizado*, é muito utilizado no país vizinho, principalmente, em divisórias internas. Na Figura 07, demonstra-se a aplicação dessa técnica no interior de um edifício, que abriga duas salas de aula, em San António, Salto. A parede que emprega a referida técnica divide as duas salas de aula; por isso, é composta de duas faces de painéis, cujo interior é preenchido com espumas expansivas de poliuretano, isolante termo-acústico.



Figura 06: parede divisória em taipa de mão, salas de aula – San António, Salto.

O sistema de painéis de pau-a-pique permite fabricar os painéis, de forma modular, para várias casas ao mesmo tempo. De acordo com Etchebarne *et. al.* (2006), a pré-fabricação dos materiais pode ser realizada com diversos graus de mecanização, a partir da produção em pequenas oficinas (com muito trabalho manual, poucas ferramentas e pouca capacidade de armazenamento), oficinas semi-industriais, com um relativo nível de mecanização, racionalização, capacidade de armazenamento e transporte adequado, até indústrias com infra-estrutura, pessoal e maquinaria especializada para uma alta produção. Segundo os autores, os painéis de pau-a-pique consistem em uma estrutura de madeira, que recebe uma trama de taquaras, amarradas ou

encaixadas, de maneira unidirecional (nas direções vertical, horizontal e diagonal), ou multidirecional, sobre as quais se deposita recheio de barro em estado plástico, estabilizado.

4.1.5 *Terrón* (Torrão de terra)

No Uruguai, as edificações com torrões têm influência da habitação rural ibérica, principalmente espanhola, e de construções de indígenas locais. Segundo Alderton (2003), os povoadores costumavam construir suas casas com teto de palha e piso de cupim, ou seja, no acabamento dos pisos, utilizava-se o ninho de cupins, feito com terra misturada à saliva do inseto, pois esses ninhos possuem grande resistência à água.

Entretanto, a partir das décadas de 70 e 80, foi realizada, no país, uma forte campanha de erradicação de habitações insalubres, culminando com a demolição de muitas dessas e posterior aumento de preconceito em relação às casas em terra. Apesar dos benefícios e vantagens da edificação de torrões, esse tipo de técnica deixou de ser utilizado, em todo mundo, e, segundo a autora, o professor arquiteto Hubert Guillaud, do CRATerre, afirma ser o Uruguai o único país a seguir adotando e desenvolvendo essa técnica.

Atualmente, a arquiteta Cecília Alderton, associada a Estella Lorenzo, é a principal construtora que utiliza a técnica de torrões no Uruguai. Abaixo, na Figura 07, se encontram duas edificações erguidas pela mesma, utilizando torrões nas paredes externas, pau-a-pique nas internas e adobe para lareiras, bancos e adornos.



Figura 07 – residências em terra edificadas com a utilização da técnica de torrões, respectivamente, *Flía. Montero*, em Montevideu e *Flía. Weiss*, em Maldonado. Fonte: Alderton (2003).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito recentemente, algum esforço vem sendo feito, no Rio Grande do Sul, para reinserir na cultura popular a tradição de construir utilizando a terra enquanto principal componente construtivo. Nesse sentido, algumas edificações têm surgido a partir da iniciativa de profissionais que, aos poucos, passam a se especializar na técnica e clientes que buscam um modo de vida mais saudável, através de construções que beneficiem o meio-ambiente.

Em contraste, no Uruguai, percebe-se que a técnica está em estado de consolidação. A mesma vem cada vez mais sendo melhor aceita pela população, ao mesmo tempo em que já é aprovada nas prefeituras municipais. A medida em que tem o apoio de distintas instituições, inclusive do governo, tende a, em breve, ter sua própria legislação, a exemplo do que já ocorre em outros países latino-americanos, o que impulsionará ainda mais a construção em terra no país.

Também foi verificado que, devido à assessoria técnica disponível no país vizinho, associada a instituições de ensino, são obtidas edificações de muito boa qualidade. O mesmo não é verificado, atualmente, no Rio Grande do Sul.

Evidencia-se, pois, a necessidade de divulgar os resultados e práticas existentes e de implementar novas pesquisas, junto a construtores e comunidades, de modo a contribuir, assim, para a sua efetiva implementação prática. Através de um monitoramento cooperativo e estudos em grande escala, integrados a uma rede mundial de disseminação de conhecimentos, potencializa-se a conversão de tais conhecimentos em práticas mais sustentáveis.

Bibliografia:

- ACOSTA, I. (2010-a). Uruguaios de barro e palha. *Envolverde Revista Digital*. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.webjornal.net/Envolverde/TerramericaPDF/Terra497.pdf>. Acesso: 23/04/2010.
- ACOSTA, I. (2010-b). Amigos de la tierra: la construcción ecológica se abre camino entre la tradicional. *La Diaria Revista Digital*. Disponível em: <http://ladiaria.com/articulo/2010/3/amigos-de-la-tierra/>. Acesso: 26/04/2010.
- ALDERTON, C. (2003). Bioconstrucción: construcción com materiales naturales. Técnica terrón. In: ALTERNATIVAS A LA OCUPACIÓN: ARQUITECTURAS EN TIERRA SEMINARIO – TALLER, 6, 2003, Montevideo. **Anais...** Montevideo: PROTERRA – CYTED – RED HABITERRA – Facultad de Arquitectura UDELAR.
- CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO - CEPED. (1984). Camaçari. *Manual de construção com solo-cimento*. 3ed. São Paulo: ABCP. 147p.
- DAUDT, C. Pithan. (2006). *Bioconstruções em terra crua: a utilização de técnicas de autoconstrução com adobes e fardos de palha nas cidades de Picada Café e Sentinela do Sul – RS*. Monografia (Especialização em Engenharia Civil). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 84p.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 18951. (1951). *Lehmbauten, Vorschriften für die Ausführung*.
- DO-KYOUNG, K. (2006). The natural environment control system of korean traditional architecture: comparison with korean contemporary architecture. *Buiding and Environment*. V.41. n12. p. 1905-1912.
- ETCHEBARNE, R.; PIÑERO, G.; SILVA, J. C. (2006). *Proyecto Terra Uruguay / Montaje de prototipos de vivienda a través de la utilización de tecnologías en tierra: adobe, fajina e BTC*. In: Construcción con Tierra 2. P. 05-20. Buenos Aires, Argentina: CIHE, SI, FADU, UBA.
- GARCIA, A. Calla. (2002). A construção com terra crua na cultura andina. In: *I SEMINÁRIO ÍBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA 1.*, Salvador, 2002. **Anais...** Salvador: Projeto PROTERRA.
- HERRIOT, R. E.; FIRESTONE, W. A. (1983). Multisite Qualitative Policy Research: Optimizing Descriptions and Generalizability. *Educational Researcher*. v.12. n.2. p14-19.
- MINKE, G. (2008). *Manual de Construcción en Tierra: la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. 3. ed. Montevideo: Fin de Siglo.
- MORGADO, R. Beckman; COSTA, F. C. (2007). Análise dos ranchos de torrão de Aceguá/RS. In: *IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS*. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ANTAC, 2007.
- PRUDENTE, L. Thurmman; COSTA, F. Campos; RIPOLL, A. Cavedon. (2009). Habitação social rural: bioconstrução em assentamento da reforma agrária no pampa gaúcho. In: *V ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2009, Recife*. **Anais...** Recife: ANTAC, 230p.
- RODRIGUES, P. F. (2003). *Construções em terra crua. Tecnologias, potencialidades e patologias (Earth Constructions. Technologies, potentialities and pathologies)*. Lisboa: Faculdade de Ciência e Tecnologia – Universidade Nova Lisboa.

WALKER, R.; MORRIS, H. W. (1998). Development of new performance based standards for earth building. In: *Proceedings of the Australasian Structural Engineering Conference*. Auckland, 30 September–2 October 1998, ed. J. W. Butterworth, vol. 1, 477–84. Auckland: Structural Engineering Society of New Zealand. Disponível em: <http://www.dab.uts.edu.au/ebrf/research/earthbuildingstandardnz.pdf>. (Acesso: 4/11/2009).

YIN, R. K. (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Trad. Daniel Grassi. – 3 ed. – Porto Alegre: Bookman, 212p.

Notas:

¹ Na arquitetura e construção com terra – denominação dada a toda produção arquitetônica que emprega o solo como a principal matéria-prima – ele recebe denominações diversas tais como terra crua, terra sem cozer, terra para construir, porém, o usual e adotado neste trabalho, é o termo **terra**. O termo solo é usado principalmente quando envolve classificações e caracterizações, que também são adotadas em outros campos da Engenharia, assim como os termos solo-cimento, solo-cal e solo estabilizado, entre outros (NEVES *et al.*, 2005).

Curriculum: Ana Paula Bayer. Arquiteta e urbanista (UFRGS, 2006); mestre em engenharia civil (UFRGS, 2010), com o tema “Proposta de diretrizes para o desenvolvimento da arquitetura em terra no Rio Grande do Sul, a partir da interpretação de estratégias uruguaias”. Dedicar-se à pesquisa e construção de edificações em terra.

TIERRA EN URUGUAY

Arq. Alejandro Ferreiro
Farq – UdelaR, Bvar. Artigas 1031
(+598) 94 519601, bibliorato@gmail.com

Tema 1: Diseño contemporáneo de las arquitecturas de tierra

Palabras-clave: diseño, catálogo, Uruguay

1. RESUMEN

Durante el año 2010 se realizó una investigación independiente sobre la obra nueva construida con tierra en Uruguay en los últimos 20 años. El resultado de este trabajo tiene como objetivo principal su publicación en un libro titulado “Arquitectura con tierra en Uruguay” y eventualmente otros formatos como ser una exposición fotográfica, presentaciones multimedia o web. La publicación tiene un perfil que difiere del técnico-científico ya que se pretende acercar a arquitectos, estudiantes y público en general las posibilidades estéticas de la tierra como material de construcción. La publicación se centra entonces en funcionar como un catálogo o portfolio de ejemplos relevantes de arquitectura de tierra, priorizando la obra construida por profesionales pero sin desconocer la obra diseñada y realizada por constructores, autoconstructores o estudiantes de arquitectura. Desde el punto de vista gráfico, se presta la mayor atención a la calidad de las fotografías y en su capacidad para describir la obra a través de las imágenes más representativas. Se destina espacio para alojar fotografías del proceso de construcción y las piezas gráficas adecuadas – plantas, fachadas y cortes. Los ejemplos seleccionados para su publicación fueron elegidos por sus respectivos autores y el equipo de la publicación visitó cada una de las obras para ser fotografiadas durante el otoño y el invierno de este año. Por último, el agradecimiento sincero a Ignacio Ferrari y a Álvaro Cantrigliani, amigos y colegas, por el apoyo, la colaboración, la creatividad y las ganas de participar de este proyecto.

2. INTRODUCCION

En el año 2007, a partir de los vínculos generados entre docentes e investigadores de la Universidad de la República de Uruguay y la Universidad Tecnológica Nacional de Santa Fe en Argentina, en el marco del proyecto bilateral “Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción” coordinado por la arquitecta Rosario Etchebarne y el Ing. Ariel González, se definen algunos lineamientos en lo que el equipo de trabajo entendía que se debía encarar la difusión y la transferencia de las tecnologías con tierra en la regiónⁱ.

Estos lineamientos incluían como dos de los objetivos generales promover la formación de formadores vinculados al diseño, la construcción y la conservación de arquitecturas con tierra y rescatar el patrimonio intangible de saberes populares que ha utilizado la tierra como material de construcción y como identidad cultural regional y reactualizarlo desde una perspectiva científica y contemporánea. Dentro de los objetivos específicos se establecía, entre otros puntos, promover eventos de sensibilización de los diferentes actores involucrados en los procesos constructivos acerca de las características y cualidades de la tierra como material de construcción que incluyan al usuario, al constructor y al arquitecto. La idea de compilar en una publicación las obras construidas con tierra en Uruguay se basa en estas premisas y si bien el libro no es un hecho colectivo del equipo de ese proyecto bilateral, tiene si un origen profundo en las discusiones que se generaron a la interna de las reuniones de trabajo y también en las primeras reuniones de organización de este X SIACOT.

Las publicaciones en inglés sobre el tema son abundantes. Una rápida búsqueda en algunos de los portales de Internet dedicados a la venta de librosⁱⁱ arroja un resultado de más de 80 títulos. Las publicaciones en español sobre construcción con tierra son escasas, por lo menos las que son accesibles desde esta parte del mundo. La misma búsqueda en portales comerciales de Uruguay y de Argentinaⁱⁱⁱ, arroja un número que apenas supera los diez títulos en español. Las publicaciones uruguayas sobre el tema son más escasas aún y son las siguientes:

- Manual de construcción con adobe, Diseño y construcción con tierra (1997)
- Proyecto Hornero: Prototipo global de experimentación, Construcción con materiales naturales (2007)
- Casa de tierra, Construcción con BTC (2008)

Lo que tienen en común es que fueron generadas desde la Universidad de la República y que las tres se encuentran agotadas y sin estimación de posibles reediciones. Dentro de las publicaciones en español que se encuentran en el circuito comercial se presenta la particularidad de muchas son de un mismo autor, producto de investigaciones extranjeras y con características técnicas. Otras publicaciones en español están restringidas a un circuito académico y es difícil que sean accesibles a un público general. En todas ellas se puede acceder a excelentes textos que analizan desde un punto de vista científico y muy serio, los como y los porque de construir con tierra.

La idea original de “Arquitectura con tierra en Uruguay” es, tal como uno de los objetivos específicos indicados anteriormente, ser un “evento” de sensibilización, que acerque a los diferentes actores involucrados en los procesos de la tecnología las posibilidades constructivas y estéticas de la tierra como material de construcción. Un espacio donde se vieran los resultados de muchos años de trabajo de arquitectos y constructores en el Uruguay, un espacio donde aquellos profesionales que aun mantienen prejuicios sobre los resultados estéticos pudieran dejarlos a un lado aunque sea por un momento, un espacio donde los posibles usuarios tuvieran respuestas a muchas inquietudes que se tienen. Todas estas cuestiones se responden a través de lo visual, mediante fotografías y gráficos especialmente realizados.



Figura 1: Trabajo de campo para la producción fotográfica en abril de 2010 (Créditos: A. Ferreiro, 2010).

El trabajo implicó casi un año de trabajo honorario y de horas de trabajo robadas al sueño. En el mes de diciembre de 2009, se comenzó a plasmar la idea, y desde febrero a abril de 2010 se estuvo coordinando con los arquitectos autores de las obras y los propietarios de las mismas la recopilación de la información y las visitas a los ejemplos a ser fotografiados. A partir de abril y hasta el mes de agosto se comenzó la recorrida por los departamentos de Maldonado, Rocha, Canelones, Salto y Montevideo. El armado del libro se fue realizando en forma paralela y se continuó hasta el mes de octubre.

El criterio para la selección de los casos consistió en primera instancia en recopilar la mayor cantidad de datos de los arquitectos que han estado trabajando con tierra en los últimos años. Dado que el mercado local es muy pequeño, los contactos interpersonales funcionaron como fuente de información primaria. Luego de identificarlos, se produjo la primera comunicación vía correo electrónico explicando el trabajo y consultando sobre la disponibilidad para participar de la idea. La selección de ejemplos fue un ida y vuelta entre los arquitectos y constructores y el autor del libro. La información se recopiló mediante una ficha que consultaba sobre la información general de la obra (programa, autores, tipo de obra ubicación) y sobre la información específica (año de construcción, sistemas constructivos y terminaciones). También se solicitó algunas fotografías de la etapa de construcción y los recaudos gráficos de plantas, cortes y fachadas. En

base a este material, posteriormente se elaboraron los textos que acompañan a las fotografías y se reelaboraron los recaudos para unificarlos.

Si bien en el libro se reúnen 15 ejemplos, el material generado incluyó unas 20 construcciones. Por distintas razones –espacio, disponibilidad, coordinación, etc.- cinco casos se dejaron fuera de la publicación.

3- LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN URUGUAY.

En Uruguay, la construcción con tierra existe desde la época colonial, introducida en nuestro medio por los inmigrantes españoles y portugueses y adaptada a las condiciones locales por el criollo.

En cuanto a lo aportes académicos sobre el tema existen antecedentes puntuales de los años 1949 y 1959. En el primer caso, se considera al trabajo de investigación “Construcciones en suelo-cemento” del Prof. Arq. Julio Bauzá, en el que se plantea como necesidad el incorporar conocimiento a la construcción de la vivienda rural de modo de perfeccionar los elementos constructivos básicos: muros, pavimentos y cubiertas. “(...) Por eso nuestro trabajo tiene como objetivo principal, el aportar a la solución del problema de la vivienda rural, lo que creemos necesario para mejorar las condiciones higiénicas de estas viviendas en primer término, sin que por esta razón desmerezcan las cualidades que hacen del rancho una vivienda todavía no superada en muchos aspectos (...)”^{iv}. También en 1949, la revista del Centro de Estudiantes de Arquitectura publicaba un artículo centrado en el problema de los rancheríos rurales, donde aparece una serie de imágenes donde se muestra la construcción de un rancho experimental en el departamento de San José donde se utilizó el terrón como técnica principal. En el breve artículo se menciona que “(...) Los elementos de construcción de la vivienda rural son los materiales naturales del lugar y al alcance fácil del campesino. La técnica es la fácilmente adquirible por la experiencia y el conocimiento práctico extraído de la misma modalidad campesina atendiendo las posibilidades de erección y conservación de las construcciones. (...) La tierra, la madera, la paja, fueron así materiales esencialmente insustituibles.”

En 1959, el Instituto de la Construcción de la Facultad de Arquitectura, trabajaría en las posibilidades del uso de bloques de suelo-cemento y del armado de losas de hormigón y suelo-cemento con cañas tacuaras sustituyendo los hierros. Estos estudios se enmarcaron dentro de la búsqueda de soluciones urgentes de vivienda para los damnificados de las inundaciones del año 1959.

Después de este año y hasta luego de terminada la dictadura en nuestro país, son escasos los registros de trabajos o investigaciones sobre alternativas a los materiales industrializados para la construcción de viviendas.

A partir de 1985 comienzan las primeras experiencias profesionales con el uso de la tierra como material de construcción. Se puede considerar que estas experiencias buscaban, directa o indirectamente, una resemantización de la imagen de la vivienda rural tanto en su morfología como en los materiales utilizados pero con la incorporación fundamental del diseño y conocimiento para optimizar las condiciones tradicionales de construcciones con adobe, fajina y terrón^v. Estas nuevas construcciones con tierra en nuestro país aportaron la durabilidad, la higiene y el confort adecuados, con el diseño de aberturas que ofrecieran buena ventilación, orientando las fachadas en forma adecuada para aprovechar la energía pasiva del sol, proyectando interiores revocados y pintados y protegiendo los muros exteriores tanto del agua de lluvia como de la humedad natural del terreno.

Se puede considerar como fermental el período comprendido entre 1990 y 2000, donde muchas de las construcciones con tierra realizadas en esos años se convirtieron en referencias para usuarios, estudiantes y profesionales y contribuyeron para la aceptación y difusión de la tecnología. Esta década generó las bases para que se comenzara a hablar seriamente sobre construcción con tierra en Uruguay. Dentro de esta situación se encuentra la Comunidad del Sur en el departamento de Montevideo.

A partir del año 2002, se desarrollaron algunos proyectos universitarios que funcionaron como nuevos difusores de la construcción con tierra en Uruguay. Estos proyectos financiados por el Programa de Desarrollo Tecnológico se destacan tanto por el trabajo concreto de construcción de prototipos como por los múltiples talleres de capacitación y actividades de transferencia tecnológica que involucraron gran cantidad de personas en todo el país. Otras experiencias destacables de este período es la formación de cooperativas de viviendas construidas en tierra financiadas mediante préstamo de instituciones estatales.

Por último, se debe mencionar el aporte de las experiencias de autoconstrucción. Este modo de gestión y ejecución ha sido elegido por muchos para sus viviendas de temporada o viviendas de uso permanente. Las experiencias más exitosas de autoconstrucción tienen en común que sus propietarios poseen experiencia previa y formación sobre construcción con tierra y procedimientos constructivos en general. Dentro de la autoconstrucción es también remarcable la situación los pueblos del interior del país que aún poseen la tradición de construir sus viviendas con tierra.

A partir de los datos recopilados para la publicación se puede tener una cifra fiel sobre cuantas construcciones con tierra existen en el Uruguay. Se pueden contabilizar 85 construcciones desde 1988 hasta 2010. Los conjuntos de más de una vivienda se consideraron como una construcción sola por lo que ese número puede ser sensiblemente mayor. El crecimiento en número de la cantidad de construcciones con el correr de los años es bien notorio. En los últimos años de la década del 80 no se llegaba a 10 construcciones, en los años 90 la cantidad de construcciones nuevas promedió las 15 viviendas, mientras que en la primera década de este siglo XIX, se superaron las 60 construcciones (figura 2)

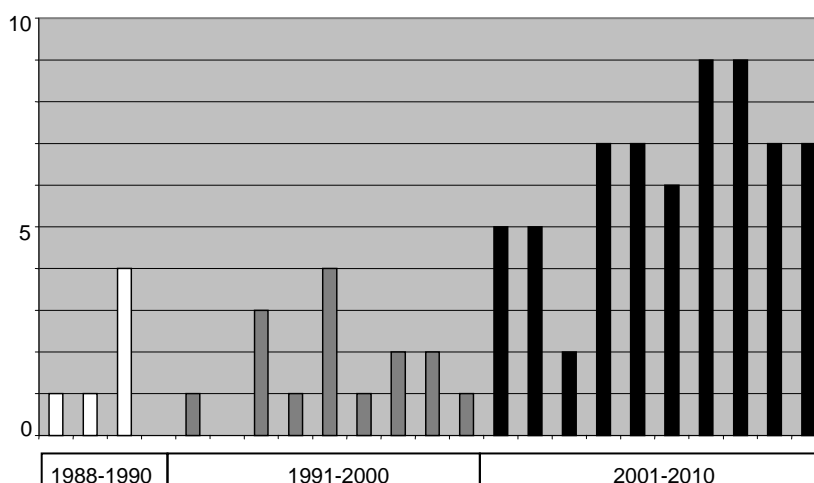


Figura 2: Tabla de cantidad de construcciones con tierra en Uruguay en los últimos 20 años (Créditos: A. Ferreiro, 2010).

En cuanto a las técnicas constructivas, un 46% de los casos está construido con adobe, un 18% con terrón, un 19% con tierra alivianada, un 7% con fajina, un 6% con bloques de tierra comprimida y un 4% con técnicas varias como ser fardos de paja, cob y superadobes.

Estas cifras refieren exclusivamente a los que se pudo registrar con este trabajo vinculando técnicas y años de construcción, aunque seguramente esté incompleto. El objetivo de la publicación no era específicamente el relevamiento de la totalidad de las construcciones con tierra sino la selección de algunos ejemplos significativos. Seguramente, sumando las construcciones existentes en algunos pueblos del interior y muchos casos de autoconstrucción, se alcanza la cifra de 100 construcciones con tierra en Uruguay.

4. CONCLUSIONES

Las técnicas presentadas en la publicación, buscan ser lo más variadas. Aunque el programa de vivienda es el más habitual en estos casos también existen construcciones con otros destinos

como ser centros de educación infantil, clubes de campo, posadas y hasta un aulario. Así mismo, muchas de las construcciones son públicas, lo que ciertamente le otorga a esta tecnología un respaldo muy particular: se incluyen aquí centros CAIF y alojamiento y aulas universitarias.



Figuras 3 y 4: Vivienda con zócalos y aleros (Arq. C. Alderton, 2007) y vivienda de tierra revestida en madera (Arq. J. Márquez, 2006). (Créditos: I. Ferrari, 2010).

El diseño de la arquitectura con tierra en Uruguay ha cambiado, o por lo menos se pueden detectar algunos procesos de cambios, especialmente en lo que refiere a la estética. Las arquitecturas de un primer período reflejan formalmente la estética de la vivienda rural tradicional –aleros, techos a dos aguas y zócalos altos por ejemplo.

En las obras más recientes, diseñadas por arquitectos egresados en los últimos cinco años se puede observar la incorporación de algunos elementos que modifican la estética de la vivienda rural que se mencionaba anteriormente. Estos elementos son el uso de cubiertas verdes o techos vivos que minimizan la pendiente del techo y el uso de revestimientos exteriores en los muros que trae como consecuencia la posibilidad de eliminar los aleros de protección. No se cuestiona aquí las primeras experiencias sino que se considera un aporte la incorporación de otros materiales complementarios que ayudan a potenciar las posibilidades tradicionales de la construcción con tierra.

Bibliografía:

Alderton, C. (2003). Bioconstrucción: construcción con materiales naturales. *Alternativas a la ocupación: arquitecturas en tierra*. Montevideo: Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, pp. 3-7.

Bauzá, J. (1949). Construcciones en suelo – cemento. *Anales de la Facultad de Arquitectura N° 11*. Montevideo: Facultad de Arquitectura, Universidad de la República, pp. 76-89.

Etchebarne, R.; Piñeiro, G.; Beasley, A. (1997). *Manual de construcción con adobe, Diseño y construcción con tierra*. Salto: Facultad de Arquitectura, Universidad de la República.

Etchebarne, R.; Piñeiro, G.; Silva, J. C. (2008). *Casa de tierra, Construcción con BTC*. Salto: Facultad de Arquitectura, Universidad de la República.

Proyecto Hornero (2007). *Proyecto Hornero, Prototipo global de experimentación, Construcción con materiales naturales*.

Montevideo: Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. ISBN 9789974003804.

Revista del CEDA (1949). Montevideo: Facultad de Arquitectura, Universidad de la República.

Vidart, D. (1955). *La vida rural uruguaya*. Montevideo: Departamento de Sociología Rural, Publicación N° 1.

Notas:

¹ “Esta región se podría identificar como aquella zona del sur de América con similitudes topográficas, orográficas, climáticas y culturales. Se entiende una zona de llanuras y ríos, con un clima templado subtropical y períodos de abundancia de lluvias. Una zona sin presencia de sismos y con suelos finos donde los limos y las arcillas sean preponderantes. En cuanto a lo antropológico se distingue a la zona con una base cultural de etnias aborígenes; de fuerte influencia de la inmigración europea a principios del siglo XX y de marcada migración interna de campo a ciudad aunque con una marcada economía de base en la producción rural. No se encuentran diferencias idiomáticas que oficien como obstáculos y se observan costumbres culturales homogéneas con sus variaciones locales como datos en cierto modo anecdóticos como el uso de la yerba mate, la guitarra criolla y la imagen del gaucho. Se observa también una distribución homogénea en este territorio de Universidades, Facultades y Escuelas de Arquitectura que cuentan con experiencias e investigaciones sobre el uso de la tierra como material de construcción como la UNL y la Universidad Tecnológica Nacional en Santa Fe, el Grupo Tierra Tucumán, la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires, la Universidad de la República en Uruguay y la Facultad de Arquitectura de Asunción. Se considera a la región como la zona que comprende todo el territorio de Uruguay, las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán, Chaco, Formosa, Corrientes y Misiones, parte de la provincia de Córdoba, la región centro-sur de Paraguay y el estado de Río Grande do Sul en Brasil.” – en “Frontera: Talleres de capacitación // Uruguay_Argentina”, ponencia presentada al seminario Terrabrasil 2008 (Rosario Etchebarne, Alejandro Ferreiro, Helena Gallardo, Ariel González, Mariano Pautasso, Gabriela Piñeiro, Daniela Verzeñassi)

² www.amazon.com

³ www.entrelibros.com y www.concentra.com.ar

⁴ “Construcciones en suelo-cemento” en Anales de la Facultad de Arquitectura, p. 76.

¹ “(...) Según el Prof. Arq. Hubert Guillaud, Uruguay es el único país en el cual se está construyendo actualmente con terrón, retomando y respetando las antiguas y sabias tradiciones (...).” – Cecilia Alderton en “Alternativas a la ocupación”, p. 6.

Currículum:

Alejandro Ferreiro: Arquitecto desde 2005, egresado de Facultad de Arquitectura, UdelaR, Uruguay. Docente de la Cátedra de Arquitectura y Tecnología. Ha participado de experiencias de transferencia y construcción con tierra desde ámbitos privados y universitarios. Integrante del proyecto bilateral de formación en bioconstrucción (2007-2008). Integrante de “Proyecto Hornero” (2002-2006). Integrante de Proterra.

PROJETO DE UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL COM BLOCOS DE TERRA COMPACTADA E FERROCIMENTO

Márcio Buson; Aline Nemer; Cícero Castro; Hana de Andrade; Júlio Vieira Junior; Lara Araújo; Luisa Venancio; Maíra Guimarães; Marcelo Silva; Marília Tuler; Renato Paulinelli; Rodrigo Cruz; Tamiris Tomimatsu

CASAS – Escritório Modelo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. ICC Norte Bloco A – FAU, 70910-900 Brasília, DF. Brasil
mbuson@unb.br / marcio.fau.unb@gmail.com

Tema 1: Desenho contemporâneo das arquiteturas de terra

Palavras chave: BTC, ferrocimento, habitação popular.

RESUMO

Este trabalho apresenta a descrição do projeto arquitetônico-constructivo desenvolvido no Escritório Modelo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília para uma habitação de interesse social em Luanda, Angola. Este projeto foi apresentado no concurso de idéias A HOUSE IN LUANDA: PATIO AND PAVILION, organizado pela Trienal de Arquitectura de Lisboa de 2010. Utilizou-se a arquitetura de terra associada a componentes constructivos pré-fabricados de ferrocimento para produzir mais uma alternativa para habitações de baixo custo, de qualidade e duráveis. Foram exploradas as boas características dos BTCs modulados vazados e com encaixes em associação com componentes de ferrocimento pré-fabricados, como: pré-forma para lajes nervuradas, telhas, reservatórios de água, escadas, bancadas, pias e sanitários compostáveis. São apresentadas as diretrizes de projeto, os sistemas constructivos adotados e o partido arquitetônico do módulo inicial e das possíveis expansões, bem como o estudo do tecido urbano resultado da replicação das várias possibilidades de implantação.

1. INTRODUÇÃO

A compreensão de uma obra de arquitetura exige conhecer o objeto social que a mesma reflete, bem como aquilo que caracteriza o sujeito da obra em questão (Svensson, 1992).

Entretanto a arquitetura influencia os sujeitos ao ponto de mudá-los, vezes para melhor e vezes para pior, e estes, por sua vez, também têm o poder de ajustar, aperfeiçoar e personalizar a arquitetura.

Cada país, povo, família e indivíduo têm expressões típicas que refletem circunstâncias e características tanto locais quanto pessoais. Surge a questão, como satisfazer a criatividade ao projetar para Luanda uma espécie de habitat simbólico no qual se encontram respostas às necessidades e urgências humanas básicas sem conhecer intimamente os sujeitos das ações, ou melhor, os usuários das futuras habitações?

A solução proposta para a situação imposta pelo concurso de idéias passa pelo que se pode lavar ou obrar com facilidade, pelo que é maleável e flexível.

Conceber uma habitação unifamiliar de construção radicalmente barata para Luanda resulta, por efeito natural, na utilização do que está disponível localmente de baixo custo; na escolha de técnicas constructivas de fácil execução; no processo de fazer manual do maior número possível de componentes constructivos; e na multifuncionalidade dos elementos que constituem a obra.

Angola é um país com excelentes condições para a utilização da construção em terra, pelo seu clima e pela sua abundante matéria-prima. A introdução de técnicas inovadoras pode desfazer preconceitos em relação a este tipo de construção e promover a sua utilização no mercado da habitação (Jalali e Eires, 2008). Atualmente os materiais mais utilizados nas construções são os blocos vazados de concreto e telhas de chapas metálicas.

Para a escolha do material de construção predominante numa obra de interesse social devem-se pensar, prioritariamente, nos aspectos de produtividade; na diminuição de custos com outros materiais; na redução de desperdício; na resistência e durabilidade; e na facilidade de manutenção. Portanto, deve-se pensar não só no material, mas no processo e sistema constructivo (Buson, 2007).

Optou-se pelo uso do Bloco de Terra Compactado – BTC. Uma evolução do bloco de adobe que consiste na compactação da terra através de uma prensa, a qual pode ser manual e acionada pela força humana ou hidráulica/elétrica. Os moldes da prensa podem ser variados, o que permite

a produção de diferentes tipos de blocos: maciços; vazados; tipo canaleta; meio bloco; com e sem encaixes. Para esse projeto foram utilizados BTCs vazados e com encaixes, como pode ser visto na Figura 1.

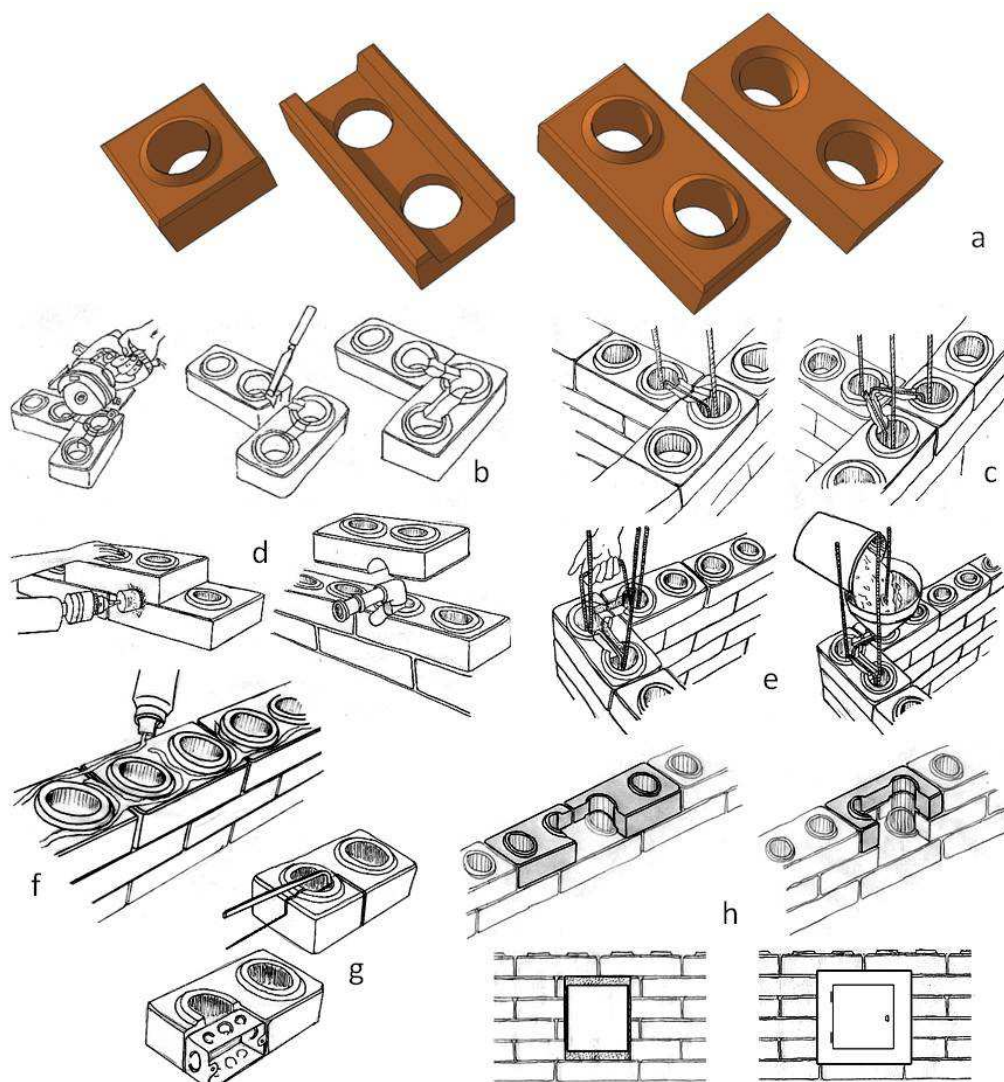


Fig.1 – Detalhes construtivos para paredes de BTCs vazados e com encaixes: a) Meio bloco, canaleta e faces do BTC; b) rasgos nos BTCs com serra circular e formão; c) grampos em encontros de paredes; d) abertura para passagem de tubulações; e) concretagem de colunas; f) Assentamento com cola branca; g) corte com arame de tungstênio e colocação de caixa 5x7; h) corte em BTCs para embutir Quadro de Luz (créditos: Buson, 2007).

O BTC vazado e com encaixes é um componente construtivo extremamente versátil por desempenhar várias funções. Além de propiciar a vedação e divisão dos ambientes, proporciona reduções de custos ao dispensar e/ou minimizar o uso de outros materiais e de algumas etapas de construção. Os BTCs podem ficar aparentes, o que dispensa materiais de revestimento e acabamento; servem de forma para os elementos estruturais; possibilitam a passagem de tubulações e instalações prediais; e dispensam o uso de argamassa de assentamento, pois podem ser assentados com cola branca.

Escolheu-se o ferrocimento – cimento e areia (traço 1:2) e telas metálicas – como material e sistema construtivo para produção dos pisos estruturais; coberturas; vigas calhas; escada; bancadas; lavatórios; pias; tanques; vasos sanitários; e reservatórios de água. Técnica simples e de fácil transmissão e execução.

Tanto o BTC quanto o ferrocimento são recursos à manufatura e à autoconstrução por parte dos futuros moradores.

O componente feito de ferrocimento mais explorado nessa proposta construtiva é a cascaje – tetos e pisos feitos de painéis abobadados pré-fabricados, os quais têm a vantagem de economizar material, pois são muito finos, de 1 a 3 cm de espessura (Lengen, 1997).

Como o próprio nome diz meio casca (telha e/ou forma) meio laje. Proporcionam tetos abobadados e também servem de pré-laje para pisos estruturais nervurados, dispensando escoramentos. Executadas em formas de chapas zincadas e tarugos de madeira, resultam em peças leves que dispensam o uso de equipamentos para sua instalação. Por se tratar de um elemento cuja transmissão térmica é elevada, recomenda-se o uso de camada isolante acima das telhas de cascaje. Essa camada pode ser feita de várias maneiras, Lengen (1997) sugere uma camada de serragem e cimento. Também foram incorporadas às telhas de cascaje aberturas para ventilação e/ou iluminação. Com um custo mínimo agregaram-se novas funções ao componente construtivo.

Outro uso para a cascaje foi para estruturar a escada. Com a utilização de formas laterais simples de madeira, dispostas de cada lado da cascaje, os degraus pré-fabricados de ferrocimento são apoiados para posterior concretagem e fixação.

Estes componentes de ferrocimento são pré-fabricados e este processo pode acontecer individualmente no local de cada obra ou numa central de produção, o que poderia reduzir ainda mais os custos. A exemplo do que foi feito no projeto “Modelo Comunitário para Saneamento Familiar: Boas práticas nos musseques de Luanda”, desenvolvido pela ONG Luta Contra Pobreza Urbana – LUPP.

Um sistema de coleta de águas pluviais e outro para tratar as águas servidas foram propostos como alternativas à infra-estrutura urbana, para melhorar a qualidade de vida da comunidade.

Para apoio e suporte das cascajes foram propostas estruturas pré-fabricadas do tipo viga calha de ferrocimento, as quais também terão a função de coleta das águas pluviais.

A armazenagem das águas das chuvas coletadas ocorrerá em duas caixas d’água de 500 litros localizadas no pavimento superior e em uma cisterna com capacidade para 12.500 litros construída abaixo do pátio central, ambos elementos de ferrocimento.

Um tanque ou canteiro bio-séptico é usado para tratar as águas servidas. Localizado no pátio de trás, ele elimina qualquer resíduo, gerando biomassa, como frutas comestíveis (Soares e Legan, 2009).

Outro sistema proposto como alternativa ecológica é o vaso sanitário seco, do qual se pode extrair adubo. O layout dos sanitários permite aos futuros moradores a opção tanto do vaso seco quanto do vaso com caixa acoplada. O canteiro bio-séptico proposto tem capacidade para absorver qualquer das alternativas.

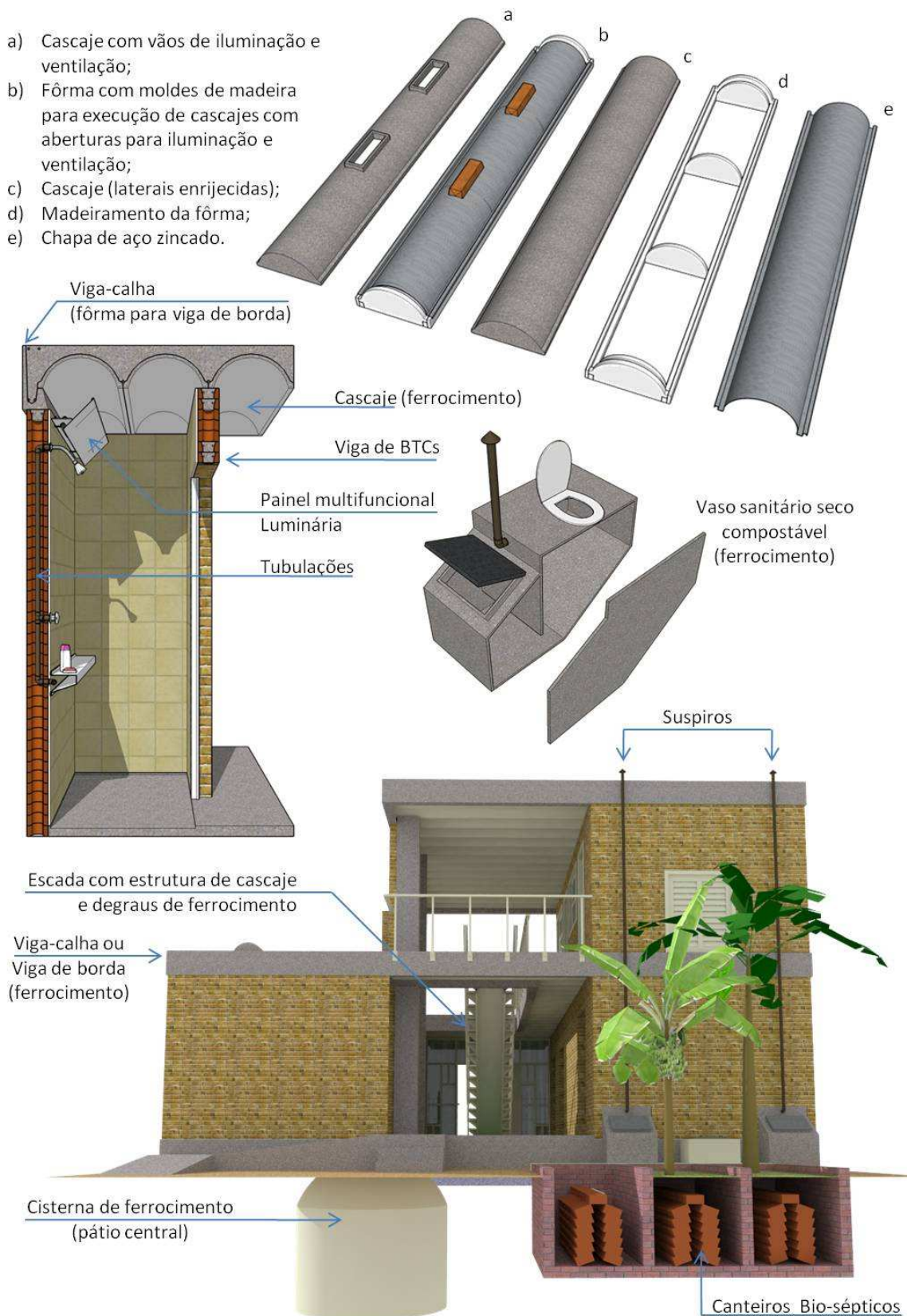


Fig.2 – Elementos pré-fabricados de ferrocimento e alguns detalhes construtivos (créditos, Buson, 2010).

2. A CASA

O Edital do concurso define que o projeto deverá contar com a possibilidade das habitações comportarem soluções evolutivas, eventualmente em auto-construção, adaptando-se, assim, à velocidade de transformação do tecido social angolano e de

Luanda como grande metrópole africana que, tendencialmente, será. Também informa que o projeto é para uma “unidade familiar que origine um pátio, com um baixo custo de construção, destinada a famílias em situação de grande carência, comumente constituídas por 7-9 pessoas (Pais, 3 filhos e 2 avós ou Pais, 5 filhos, 2 avós), num terreno de topografia plana, situado no perímetro de Luanda, com dimensões de 10m de frente por 25m de profundidade. A área de construção até 100m².

O desenho surgiu com a tentativa de criar relações estreitas entre interior e exterior, entre coberto e descoberto, entre aberto e fechado e do entendimento de “pátio” como recinto murado e descoberto que vai desde a entrada externa até a construção principal e de “pavilhão” como uma pequena construção por vezes isolada, outras vezes ao meio ou aos lados do corpo principal do edifício.

O desenho proposto delega aos futuros moradores a incumbência de definição de qual será a parte principal de suas casas, os pátios ou os pavilhões.

Os ambientes cobertos ladeiam e dobram suas funções ao também serem usados como muros. O espaço é bem definido, mas não rígido, podendo ser modificado sem perder seu caráter.

A casa é desenhada ao longo de um eixo forte, desobstruído no centro, definindo um espaço de convívio. Este eixo principal conduz à escada, o eixo vertical, ao redor do qual a casa continua a se desdobrar. Um largo e longo ambiente sem obstruções no centro da edificação, onde todos podem se encontrar, com vista do céu, um pedaço de terra, intimidade, a presença da natureza.

A casa se volta para o seu interior ao mesmo tempo em que a ampla entrada se apresenta para a rua e convida o visitante a entrar exatamente pelo núcleo da morada. As relações fundamentais da socialização começam e terminam à escolha dos usuários.

A casa voltada para o seu interior facilita a construção por fases ao diminuir ou eliminar a necessidade de ajustes e reformas no já construído. Os novos pavilhões ou futuras ampliações podem ocorrer de forma flexível e com custos reduzidos. No pavimento superior, por exemplo, a área construída pode ser dobrada e outros quatro cômodos podem surgir bastando apenas transformar as coberturas de cascaje em lajes de piso.

O layout dos ambientes favorece a redução dos custos de construção, como: prateleiras e guarda-roupas de embutir em nichos de paredes de BTCs, todos modulados e com a mesmas dimensões; e os ambientes com aberturas amplas sem portas ou esquadrias. O fechamento destes ambientes ocorrerá com painéis, feitos de esteiras, fixados em trilhos por detrás de painéis multifuncionais, os quais também possibilitam a redução de custos e facilitam a manutenção das instalações elétricas, são fixados nas paredes e servem ao mesmo tempo de luminárias para teto e para parede, além de condutores de fiação e suporte dos trilhos dos painéis esteiras.

Para atender ao programa de necessidades e propiciar que um dos quartos seja utilizado confortavelmente por até cinco crianças uma quinta cama foi adicionada acima do espaço das caixas d'água, o que também propiciou mais espaço para os armários desse quarto. Chega-se a esta cama por uma escada fixada na parede, como num beliche. O desenho oferece dessa maneira intimidade e conforto aos casais (pais e avós) sem ultrapassar a área máxima de construção.



Fig.3 – Plantas baixas, cortes e fachada. Térreo: hall de entrada; sala de estar; copa/cozinha; banheiro; área de serviço; quarto; escada; pátio com cisterna; e canteiro bio-céptico (fundos). Pavimento superior: quarto casal; quarto triplo (beliche acima dos reservatórios para captação das águas das chuvas). Nas coberturas é possível ver os vãos de iluminação (vidros coloridos) e algumas cascajes cobrindo os vãos de ventilação (créditos, Buson, 2010).

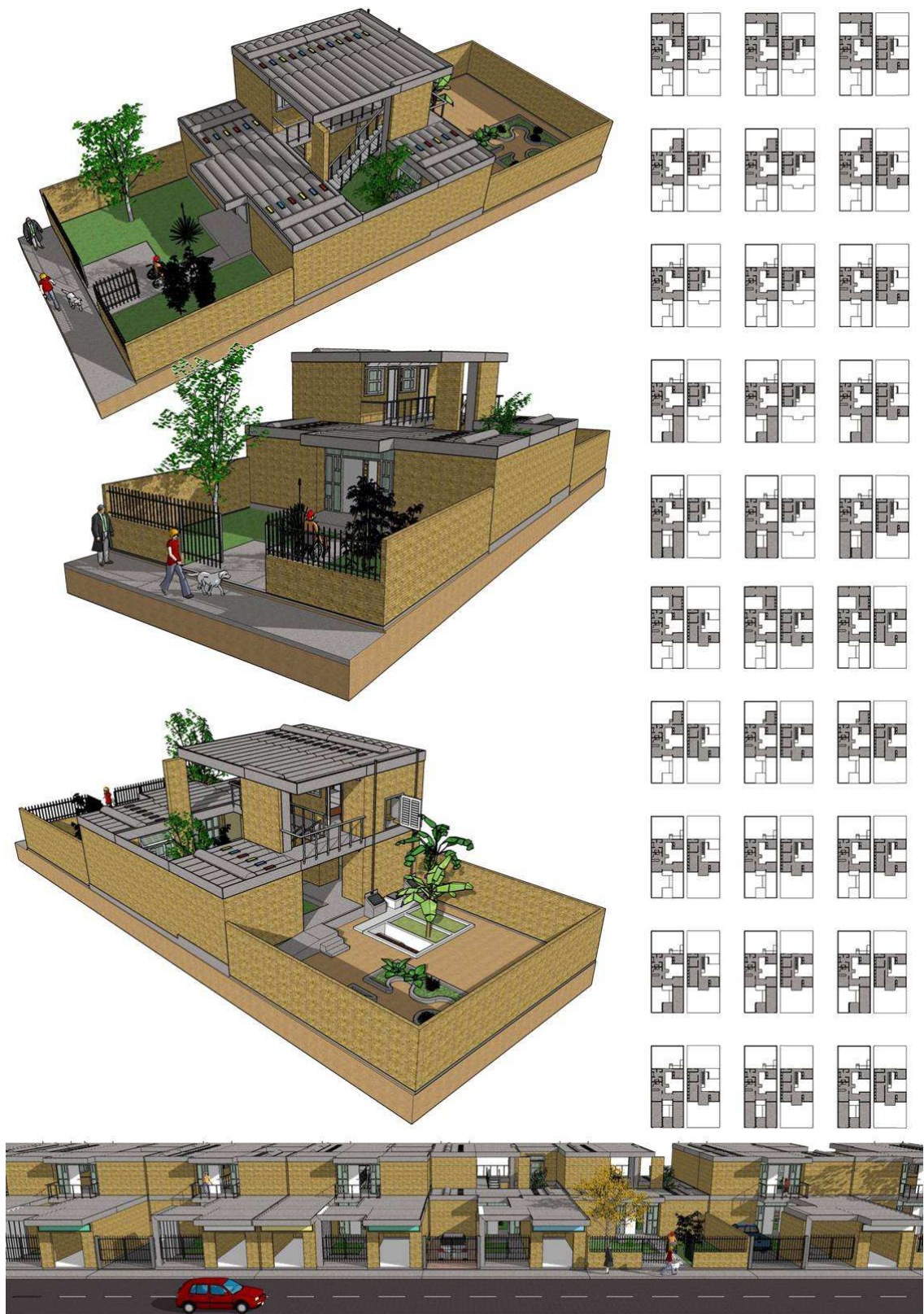


Fig.4 – Vistas externas da casa e de uma conformação de tecido urbano; algumas das expansões e ampliações possíveis para os dois pavimentos (créditos, Buson, 2010).

3. EXPANSÕES

O desenho simplifica o processo de construção em fases, exigência do concurso de idéias, ao eliminar as necessidades de ajustes e reformas. Novos cômodos ou futuras expansões podem ser construídos de maneira flexível e barata. No segundo piso, por exemplo, a área construída pode

dobrar e quatro novos quartos podem ser criados simplesmente ao transformar as cascajes de cobertura em lajes nervuradas de piso.

4. TECIDO URBANO

A lógica de racionalização e sustentabilidade da proposta também está nas possibilidades de agregar valor ao imóvel e gerar renda. O afastamento proposto entre o módulo inicial da casa e a divisa da rua proporciona a execução futura de módulos que podem servir, por exemplo, para atividades de comércio ou serviço.

A proposta resulta num modelo replicável que pode crescer e ser alterado de acordo com o morador. A capacidade da construção de acomodar diferentes moradores sem perder seu caráter permite um tecido urbano atraente que é diversificado, mas coeso. São muitas as composições e possibilidades espaciais.

5. BIBLIOGRAFIA

Buson, M. (2007). *Autoconstrução com tijolos prensados de solo estabilizado*. Brasília. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

Conselho de Ministros da República de Angola (2009). *Decreto promoção e acesso a habitação social* (versão preliminar). Angola.

Jalali, S.; e Eires, R. (2008). *Inovações científicas de construção em terra crua*. Azurém. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil.

Lengen, J. v. (1997). *Manual do arquiteto descalço*. Rio de Janeiro. Fundação TIBÁ.

Soares, A.; Legan, L. (2009). *De olho na água: construindo o canteiro bio-séptico e captando água da chuva*. Pirenópolis. Ed. Mais Calango.

Svensson, F. (1992). *Arquitetura, criação e necessidade: algumas indicações para a formação de arquitetos na República Popular de Angola*. Brasília. Universidade de Brasília.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho recebeu o apoio do Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade de Brasília – DPP/UnB, através do Edital 04/2010, para a participação do autor no SIACOT.

Currículo: Márcio Buson

Arquiteto. Doutor em Tecnologia da Construção pela FAU/UnB com estágio de doutorado na Universidade de Aveiro, Portugal (2006-2009). Professor da Área de Construção da FAU/UnB. Coordenador do CASAS - Escritório Modelo da FAU/UnB. Desenvolve pesquisas e trabalhos com a Arquitetura de Terra, Sistemas Construtivos Sustentáveis, Bioconstrução e Bioarquitetura.

Currículo: demais autores

Alunos de graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Participam do CASAS – Centro de Ação Social em Arquitetura Sustentável, o Escritório Modelo da FAU/UnB.

LA CONTEMPORANEIDAD DE LA ARQUITECTURA EN TIERRA A TRAVÉS EL DESARROLLO TÉCNICO-EXPRESIVO DEL MATERIAL: REINTERPRETACIÓN Y RENOVACIÓN ARQUITECTÓNICA

Patricia Marchante, Marcelo Cortés, Tierractual, Camino el Sol 2345 Comunidad Ecológica de Peñalolén, Santiago de Chile, www.tierractual.com

Tema 1: Diseño contemporáneo de las arquitecturas de tierra

Palabras-clave: teoría, expresión, contemporaneidad

0. ABSTRACT

El sector de la construcción es responsable por una gran parte de los gastos energéticos, de la emisión de CO2 y de los desechos no reciclables del planeta. Es por lo mismo importante y actual el debate de la revalorización de la arquitectura y de la construcción en tierra.

Las ventajas sociales, económicas, locales y sociales de este material son ampliamente conocidas, y aún así son mantenidos prejuicios comunes en los más diversos lugares del planeta. Estos son relacionados con el uso de la tierra por quienes no puede acceder a otros materiales y con la inferior posibilidad constructiva de la tierra relativamente a los nuevos 'super-materiales' de la contemporaneidad. A través de ambos se forma una imagen pasadista y anacrónica de las construcciones de tierra, y por eso mismo creemos necesaria la renovación arquitectónica y plástica de las arquitecturas de tierra en conjunto con su desarrollo tecnológico.

Son fundamentales no solo la incorporación de los medios contemporáneos en el desarrollo de las técnicas de construcción de tierra, como también el debate de nuevas propuestas arquitectónicas. El entendimiento y el manejo técnico y plástico parecen ser un camino en dirección a un lenguaje propio del material en cada lugar y en cada técnica de tierra.

1. PROBLEMÁTICA E HIPÓTESIS

Asistimos a una homogeneización de las edificaciones con el dominio del uso del cemento en las técnicas de construcción y a la consecuente pérdida de las culturas constructivas locales. Esto representa un horizonte de clara insostenibilidad que se refleja en la ineficiente adaptación de los nuevos edificios a la diversidad climática, natural y humana del planeta.

Dentro de la actual globalización cultural y económica de nefastos resultados ecológicos visibles, volvemos a mirar la importancia de los recursos y de las culturas tradicionales locales por su sostenibilidad material, económica y social.

El material Tierra sigue siendo un elemento de muchas culturas locales y es hoy un material cuya validación actual y futura está en su eficiencia ecológica y sostenible. Pero para que se apague su mítica connotación de antigüedad y/o pobreza, connotación que impide su aceptación: ¿no podrá ser un camino, paralelo a la innovación tecnológica, la renovación de su imaginario, de su expresión y estética?

2. LA MATERIA EN LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

Porque hablamos de un material sobre lo cual buscamos un desarrollo contemporáneo, es interesante mostrar ejemplos de otros materiales en su proceso de desarrollo plástico, técnico y tecnológico.

El ejemplo del trabajo del arquitecto suizo Peter Zumthor ilustra una trayectoria basada en el conocimiento y dominio de la materia. La tectónica de los espacios criados por Zumthor se inspira de una fuerte consciencia local y contextual.

La materia en su esencia está presente en el ambiente del edificio, y en su contexto geográfico y cultural.



Fig1. Termas de Valls, Suiza, arq. Peter Zumthor; Capilla en Sumvitg, Suiza, arq. Peter Zumthor - (crédito: Paulo Moreira, 2004);

La innovación por medio del material nos parece solo posible a través de un conocimiento profundo del material con que se trabaja y con las técnicas que se pueden generar.

La manipulación creativa del material exige la consciencia de sus características mecánicas, físicas y plásticas.

Hablamos de un entendimiento de arquitectura en cuanto materia-técnica-estructura-espacio-forma y expresión en un contexto físico y temporal.

El material mismo y sus técnicas locales pueden igualmente ser la conexión entre una tradición y la contemporaneidad. La tradición reflejase en los recursos y tradiciones técnicas locales y la contemporaneidad en la reinvención/reinterpretación de los mismos.

En la cultura vernácula, fruto del ensayo y del error, las tradiciones son los valores asegurados que son obligados a rectificarse con los cambios de diferentes ámbitos al largo de los tiempos.

Podemos tomar Vrin, un pueblo en Suiza donde trabaja el arquitecto Gion Caminada, como ejemplo de una cultura constructiva que no tiene su base en el material tierra, pero que muestra bien la continuación de una cultura y sus tradiciones técnicas en sus formas contemporáneas.



Fig.2 Vrin, Suiza, casa tradicional; Matadero de Vrin, Suiza, arq. Gion Caminada – piedra y madera, los materiales tradicionales del lugar. (crédito: Patrícia Marchante)

3. EL CASO DE SANTIAGO DE CHILE Y DE LA MALLA METÁLICA

Ilustramos de lo que se habla con el caso de la quincha metálica y la técnica del ‘teknobarro’, desarrollado por el arqto. Marcelo Cortés en Chile, principalmente en la ciudad de Santiago. Basado en la tradicional quincha de madera o madera/caña y tierra, este sistema responde de forma eficaz a la mayor amenaza de las construcciones en Santiago de Chile: los sismos.

La cultura constructiva que erigió la ciudad de Santiago de Chile al largo de centenas de años desde su fundación española se desarrolla frente a los derrumbes continuos provocados por los terremotos y su fragilidad frente a las inundaciones.

Ambas catástrofes llevan los Santiaguinos a construir altos sobrecimientos de ladrillo y anchos muros de adobe en el primero piso conectados por llaves de madera que cortan las hiladas de adobe dispersando energía sísmica. El segundo piso tornase más liviano y flexible a través de una estructura de madera. Así, surgen la pandereta de adobe con sus adobes en vertical ‘entelados’ por alambres, y la técnica de la quincha que impiden que caigan los muros en caso de movimiento sísmico.

La técnica de la quincha metálica surge de la observación de los sistemas tradicionales y del conocimiento del material Tierra, en conjunto con la búsqueda de una eficiencia tecnológica contemporánea.



Fig.3 Casa Vivi, Peñalolén,
– la quincha metálica.
(créditos: Andrés Cruz,



Santiago
2005)

La quincha metálica resulta
masa más homogénea que
quincha tradicional. Ahí, la
estructura de madera divide
de tierra. Con la fina malla metálica, la masa de tierra logra una mayor unidad, luego, un
comportamiento más homogéneo y elástico.

ser una
la
la masa

La paja ayuda a la tierra a entrelazarse entre la malla y a formar el muro. Es la masa de tierra la estructura a compresión. El trabajo de tracción que surge con los movimientos sísmicos está asegurado en la malla, y en su trazado tridimensional en el interior del muro.

En el plano de la lógica económica/constructiva contemporánea, la malla metálica confiere al sistema constructivo un desarrollo más industrializado.

El mismo sistema fue siendo perfeccionado y diseñado en obra, siendo asimilado por una mano de obra no especializada capaz de ejecutar procesos de construcción simples. Fue así fundamental contar con la presencia de materiales prefabricados y un sistema masivo y simple, que por su repetición y experiencia fue siendo asimilado en obra por sus maestros.

4. EL ARQUITECTO-CONSTRUCTOR Y EL DESARROLLO TÉCNICO Y EXPRESIVO

El trabajo en terreno, el acercamiento a todo el proceso de las técnicas constructivas y a las características del material son fundamentales para la iniciativa de este desarrollo tecnológico. Fue necesario ser arquitecto y constructor al mismo tiempo.

La expresión obtenida es el resultado creativo de las posibilidades tecnológicas del sistema constructivo y del manejo de la materia.

Se considera lograr una expresión propia a una arquitectura de tierra. Resultado de un conocimiento y pesquisa locales, la arquitectura de la quincha metálica se va desarrollando por una creatividad consciente tanto de sus límites como de sus posibilidades a explorar.

Actualmente, con el trabajo del Arq. Patricio Arias, la malla logra salir de su rigidez estructural y juega con sus propiedades plásticas de malla, que como un textil se puede moldear y torcer. Nuevas espacialidades y efectos aparecen.

5. LA CREATIVIDAD Y/O L'INOVACION TECNOLOGICA

La creatividad y/o la innovación tecnológica, interviniendo sobre un conocimiento sólido del material y de sus técnicas son los motores en la búsqueda de la expresión de la arquitectura contemporánea en tierra.

La creatividad puede ser suficiente para innovar sobre una determinada técnica que se domina, no obstante se cuente con medios rudimentales.

Por otro lado, puede ser el avance tecnológico lo que permite imaginarse otras espacialidades y lenguajes.

Pero es siempre una mirada contemporánea y una iniciativa de búsqueda, que determina la innovación.



Fig.4 Klaus Bruder Chapel, Suiza, arqto. Peter Zumthor – tapia de cemento com enconfrado interior de palos rollizos ;(crédito: Rodrigo Jorge, 2007); Casa Arruda, Portugal, Plano b arqtos. – quincha aislada con corcho y protegido com chapa de policarbonato. (crédito: Patrícia Marchante, 2008)

6. CONCLUSIONES...

Creemos que la construcción y la arquitectura en tierra tienen su justificación por su eficiencia de sostenibilidad histórica y actual. Igualmente creemos que su expresión arquitectónica es el medio para que se reconozca su contemporaneidad. Así son demostradas sus potencialidades plásticas y tecnológicas que corresponden a la nuestra cultura actual.

Esa expresión será propia al material – la Tierra – y a sus especificidades locales, que serán siendo reconocidas y desarrolladas técnica y específicamente en las diferentes situaciones climáticas, geográficas, culturales y sociales en todo el mundo. Ellas representan la diversidad de los diferentes contextos, las que mejor se adaptan, con menos esfuerzo y más inteligencia. De ahí su competencia, eficiente y sostenible en un lenguaje tan heterogéneo como pertinente.

De la tradición nos interesa el 'ser' local manifiesto en las experiencias y saberes centenarios y milenarios de adecuación a un contexto natural y humano.

Son los PRINCIPIOS que originan determinada arquitectura (y que la hacen adecuada a un contexto) que hay que rescatar de una tradición. Se tornan más interesantes estos principios y saberes constructivos, que las formas y su expresión. Esa expresión es la de un determinado tiempo, y tiene su razón en este espacio /tiempo.

Y la contemporaneidad es una situación temporal.

El paradigma del arquitecto contemporáneo aislado, introspectivo y alejado del lado constructivo, se ve difícil de colaborar en el desarrollo de la arquitectura en tierra.

Hay que tocar y conocer la materia con que se quiere trabajar.

Bibliografía:

Peixinho, M. (2005) - "Sinais de contemporaneidade rural. *Arquitectura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum, 2005.

Zumthor, P. (1998) - *Peter Zumthor works: buildings and projects 1979-1997*. Baden: Lars Müller, 1998.

Guillaud, H. (2007) - Evolution de la culture constructive et architecturale du pisé. *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue: actes de la table-ronde de Villefontaine (Isère), 29-29 mai 2005*. [s.l.]: Ed. de l'Esperou, 2007.

Pinto, F. (1993) - Arquitecturas de Terra - Que futuro?. *Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra, 7, Silves, 1993*. Lisboa: D.G. E. M. N., 1993.

Currículum:

Patrícia Marchante (1977, Abrantes, Portugal) obtiene su diploma en arquitectura en 2005 en la Faculdade de Arquitectura da Universidade de Porto, Portugal, y termina en 2008 'le Diplôme de spécialisation et approfondissement en Architecture en Terre, CraTerre- ENSAG, Grenoble, Francia. Desde 2009 trabaja en Santiago de Chile en diversos proyectos de arquitectura y construcción en tierra. Con el arquitecto Marcelo Cortés funda 'Tierractual – diseño y arquitectura en tierra', empresa que aspira a la difusión de la tierra como material contemporáneo en los diferentes aspectos y objetos de la arquitectura, la construcción y el diseño.

Marcelo Cortés (1954, Santiago, Chile) obtiene su diploma de arquitecto en 1981 en la Universidad de Chile. Construye en tierra desde 1989, desarrollando sistemas contemporáneos en la construcción de edificios en tierra y para la conservación del patrimonio construido en tierra. En 2005 funda la empresa 'Surtierra – arquitectura y construcción', continuando el desarrollo de la quincha metálica y del 'tecnobarro'. En 2009, con la arquitecta Patrícia Marchante, funda 'Tierractual – diseño y arquitectura en tierra', empresa que aspira a la difusión de la tierra como material contemporáneo en los diferentes aspectos y objetos de la arquitectura, la construcción y el diseño.

CASA DE BTC EN ROCHA

Gerardo Cadenazzi - Andrés Nogués
A r q u i t e c t o s
Estudio: Pedro F. Berro 878 E 302
094495723 E-mail: arqnogues@gmail.com
099785021 E-mail: geracade@gmail.com

Tema 1: Diseño contemporáneo de las arquitecturas de tierra

Casa de BTC: Bloque de Tierra Comprimida - OBRA POR ADMINISTRACIÓN

1. EL PROYECTO

Vivienda para el casero de la Estancia La Soñada, en la Ruta 15, km. 18, Rocha, Uruguay

En el entorno de una antigua construcción anterior a 1910, antigua sede de un local escolar hoy transformada en galpón de depósito de herramientas y materiales de uso en el establecimiento rural, se creó una vivienda para el casero de la estancia.

Se conformó un patio entre las dos construcciones, el cual genera un microclima y zona de transición. El conjunto lo integra un aljibe existente, donde se recolecta el agua de lluvia.

Ver Fig. 1

1.1 La obra

Se trata de una vivienda de dos dormitorios para una familia integrada por un matrimonio y su hijo de 4 años.

Uno de los objetivos fundamentales era el económico por lo que se llegó en el diseño a una planta compacta, rectangular, que contiene un estar - comedor - cocina en un único ambiente.

En ese ambiente de múltiples usos, se ubica una estufa a leña, que además de calefaccionar el ambiente en invierno, por sus dimensiones puede usarse como cocina a leña o como parrilla.

Para economizar en los acondicionamientos sanitario y eléctrico, se ubicó la cocina junto al baño.

A continuación del baño se ubicó el dormitorio del matrimonio y luego el dormitorio del niño.

Debido a la implantación, se priorizó la ubicación de los dormitorios y el estar - comedor - cocina hacia el norte, de manera que el corredor de circulación entre las distintas habitaciones se ubicó al sur.

El corredor de circulación se ilumina y ventila por dos ventanas hacia el patio del sur. Ver Fig. 0

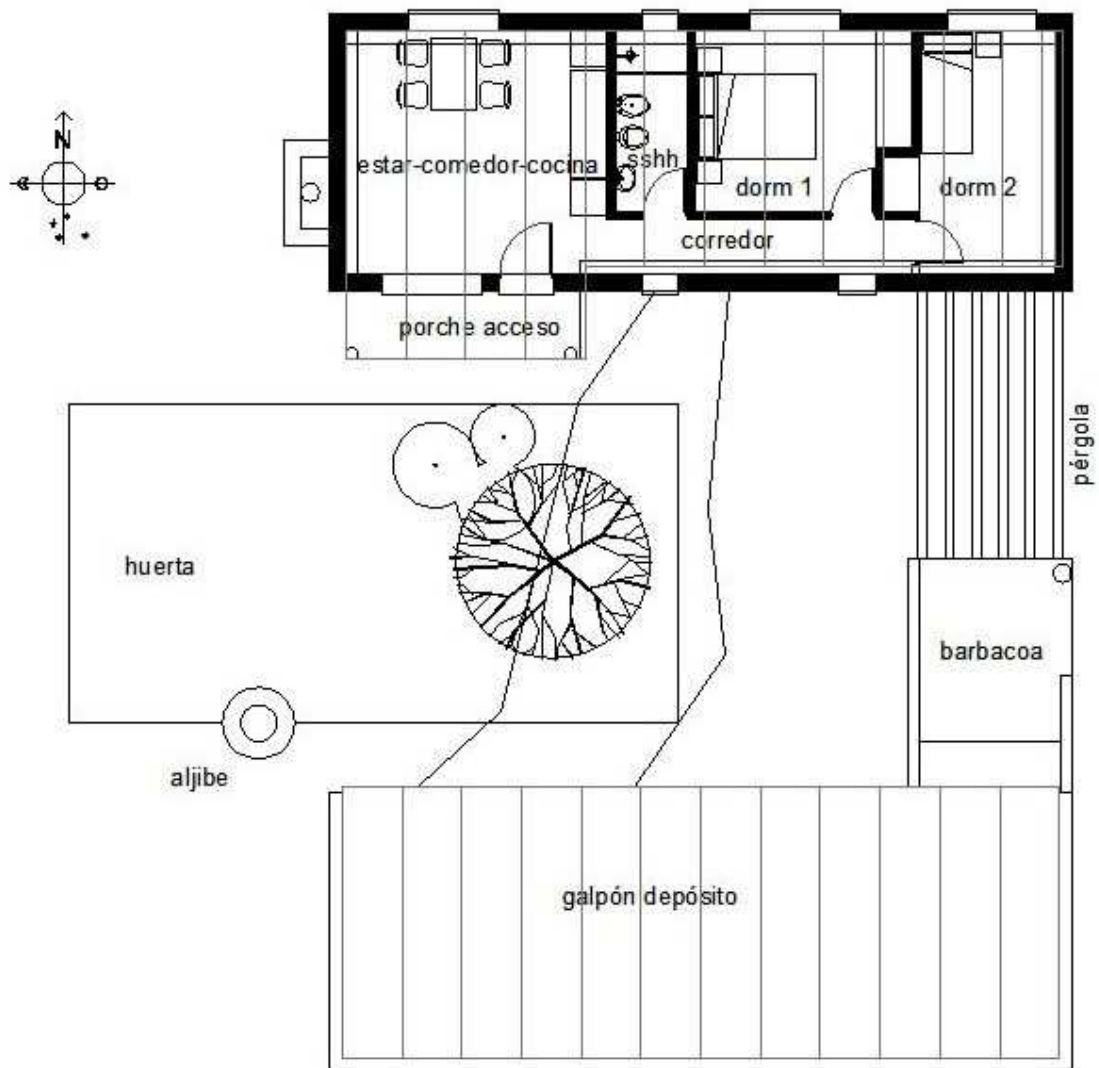


Fig. 0 La implantación (Créditos Arq. Andrés Nogués - 2010)

1.2 El diseño

Austero, simple, compacto, un solo volumen de mampostería portante de BTC a la vista interior y exterior, con aberturas de madera de eucaliptus.

Se completa el patio con una pérgola de madera que conecta con un sector de galpón que se recicla para su uso como parrillero.

La imagen es una gran caja que oculta el techo, perforada sólo en el acceso, donde un generoso alero hace la recepción.

La apertura hacia el patio sur es el acceso a la vivienda que se materializa mediante un porche, un alero apoyado en postes de rolos de eucaliptus de madera tratada.

De ésta manera el estar - comedor - cocina se orienta norte - sur.

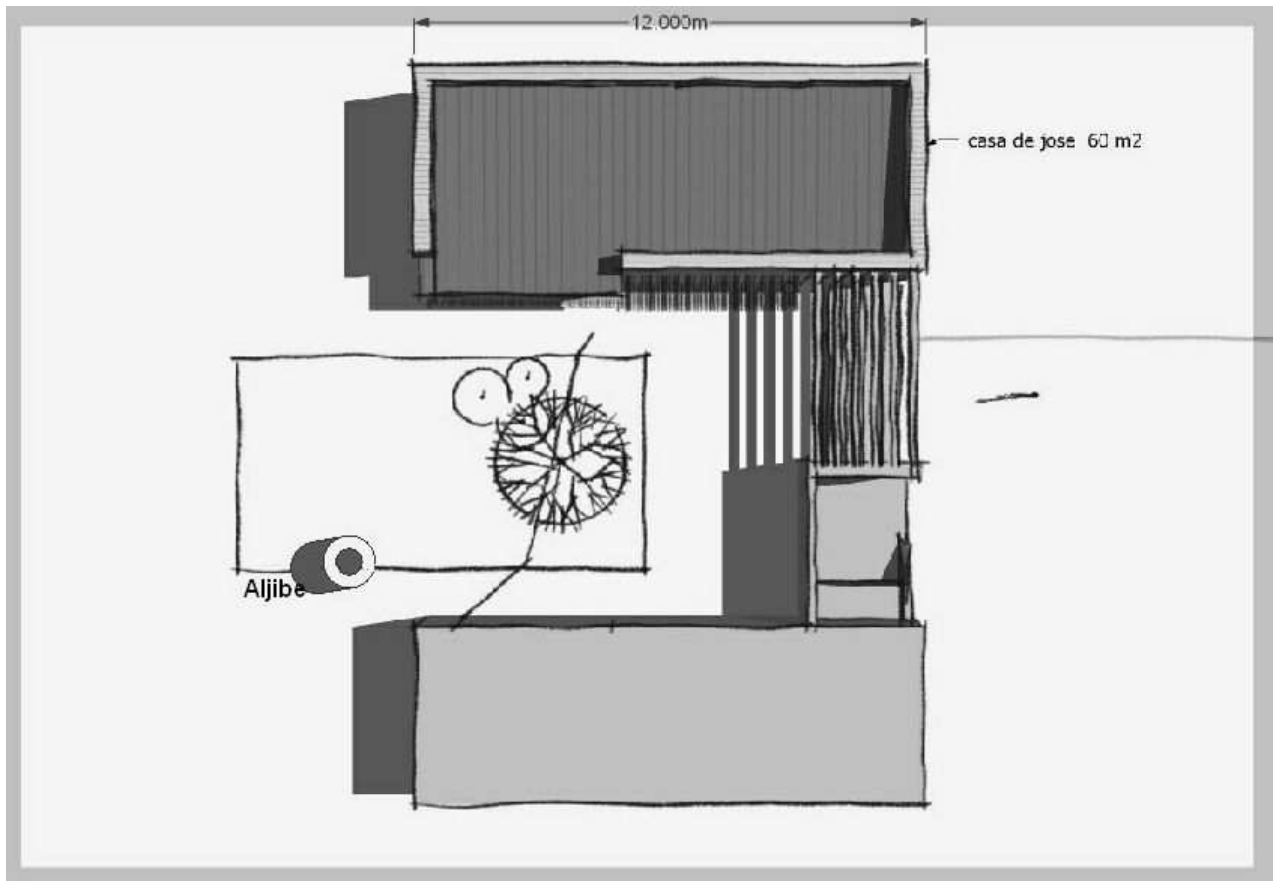


Fig. 1 La implantación (Créditos Arq. Gerardo Cadenazzi - 2010)

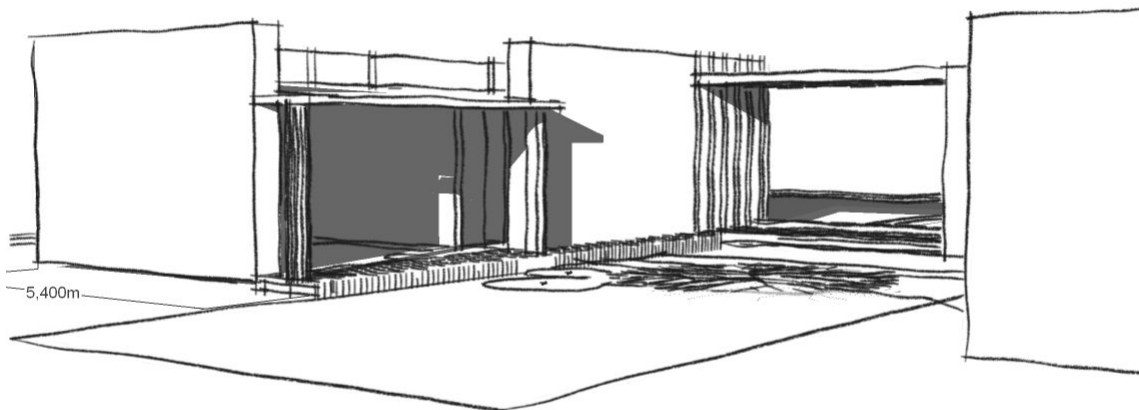


Fig. 2 Croquis de estudio (Créditos Arq. Gerardo Cadenazzi - 2010)



Fig. 3 Croquis de estudio avanzado (Créditos Arq. Andrés Nogués - 2010)



Fig. 4 La casa terminada (Créditos Arq. Andrés Nogués - 2010)

1.3 El proyecto arquitectónico

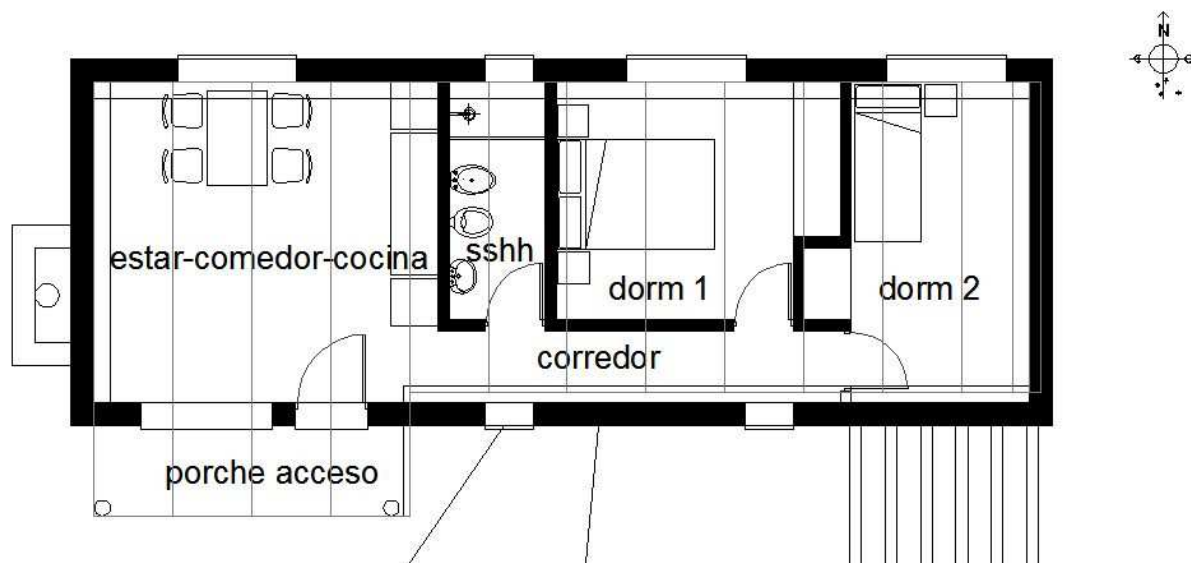
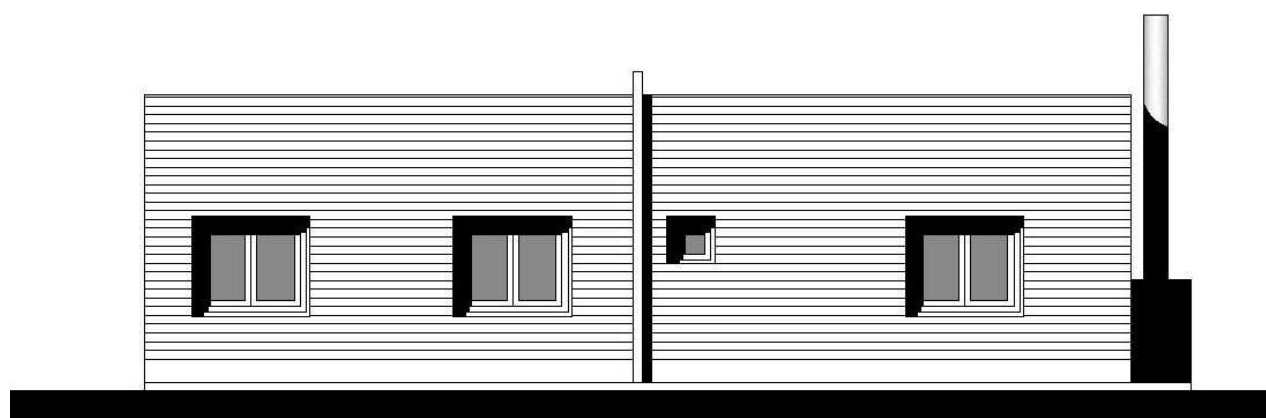


Fig. 5 La planta de la vivienda (Créditos Arq. Andrés Nogués - 2010)



FACHADA SUR

Fig. 6 La fachada Sur de la vivienda (Créditos Arq. Andrés Nogués - 2010)



FACHADA NORTE

Fig. 7 La fachada Norte de la vivienda (Créditos Arq. Andrés Nogués - 2010)



Fig. 8 Las fachadas Este y Oeste de la vivienda (Créditos Arq. Andrés Nogués - 2010)

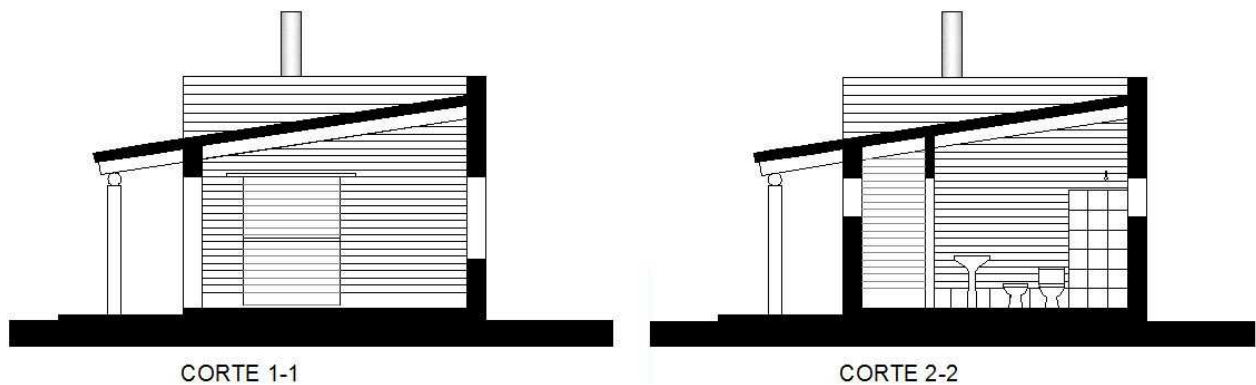


Fig. 9 Los cortes 1-1 y 2-2 de la vivienda (Créditos Arq. Andrés Nogués - 2010)

1.4 La tecnología

La tecnología utilizada en los muros fue BTC, Bloques de tierra comprimida realizados a pie de obra.

Por las condiciones del suelo del lugar, se prefirió traer tierra de una cantera cercana a la obra, debido a la composición de la misma, la que contenía mejores proporciones de arcilla y mejor color que la tierra del lugar. Se utilizó una proporción de 10 partes de tierra y 1 parte de cemento portland gris. Se realizaban un promedio de 180 BTC por jornada, contando con una máquina Cinva-RAM y tamiz, involucrando en este rendimiento la preparación de la tierra, el tamizado, el adicionado de cemento y agua y el compactado de los mismos. Se curaron regándolos con agua por un período de 7 días.

El techo es de chapa de acero galvanizado, apoyado en clavadores de madera los que generan una cámara de aire entre la chapa y el cielorraso de OSB, conteniendo una aislación térmica ecológica de barro y paja.

La instalación eléctrica en las paredes es exterior con cañería de hierro negro y cajas y registros plásticos. La instalación eléctrica del techo es embutida con caños corrugados plásticos.

La instalación sanitaria es convencional, embutida, realizada mediante termofusión.

VIVIENDAS PARTICULARES con tecnologías de tierra

2010 Proyecto, de vivienda unifamiliar ecológica en barro, Las Flores Maldonado, *Proyecto en ejecución*. Tecnología usada. BTC perforados autoportantes con estructura de refuerzo de pilares de hormigón en los huecos, en muros exteriores e interiores. Techo de chapa galvanizada con aislación de barro y paja. Revestimiento exterior parcial de madera tratada tinglada con aislación térmica con barro y paja.

2010 Proyecto, dirección y administración de obra de vivienda unifamiliar ecológica en barro, Estancia "La Soñada" Ruta 15 Km18.500, La paloma - Rocha, asociado al Arq. Gerardo Cadenazzi. Tecnología usada. BTC en muros autoportantes exteriores e interiores. Techo de chapa galvanizada con aislación de barro y paja.

2009 Vivienda unifamiliar ecológica en barro para la familia García Rocha, localidad de Los Cerrillos, Canelones. *Proyecto*. Tecnología usada: muros exteriores e interiores de adobes y techos verdes.

2008 Vivienda unifamiliar, para la familia Pintado Olivera, Localidad El Pinar, Canelones. *Proyecto* Tecnología usada: muros exteriores e interiores de adobes y techos verdes.

2007 Vivienda unifamiliar, para la familia Salgueiro Rubio, localidad Los Titanes, Canelones. *Proyecto* Tecnología usada: muros exteriores e interiores de adobes.

2007 Vivienda unifamiliar, para el Sr. Alfredo Ferriolo, localidad de Santa Ana, Colonia. *Proyecto* Tecnología usada: muros exteriores e interiores de adobes habitación anexa: muros de Fajina. Techos verdes.

2006 Vivienda unifamiliar para la Sra. Elena Fonseca, La Juanita - José Ignacio, Maldonado, *Proyecto, dirección y ejecución de obra* Tecnología usada: muros exteriores e interiores de adobes. Techo de chapa galvanizada con aislación de barro y paja.

2005 Vivienda unifamiliar, Quiroz - Muñoz, localidad Maitenes de Lagunillas, Comuna de Casablanca, Valparaíso, V Región, Chile. *Proyecto* Tecnología usada: Planta baja: muros exteriores e interiores de adobes reforzados con estructura de madera. Planta alta: Fajina, Techo de tejas de barro cocido con aislación de barro y paja

2004 Vivienda Sra. Magdalena Francolino, "El Pinar", Canelones. *Proyecto* Tecnología usada: muros exteriores e interiores de adobes. Techo de chapa galvanizada con aislación de barro y paja.

2003 Casa de Campo en Lascano, Rocha. Asociado a la Arq. Kareen Herzfeld *Proyecto* Tecnología usada: muros exteriores e interiores de bloques de tierra alivianada. Techo de chapa galvanizada con aislación de barro y paja.

BIODETERIORO EN EDIFICIOS HISTÓRICOS DE TIERRA: RUINAS DE CAPAYÁN, LA RIOJA, ARGENTINA

Guillermo Rolón¹ y Gabriela Cilla²

¹Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas, FADU-UBA, Pabellón III, Ciudad Universitaria, Ciudad de Buenos Aires, Argentina. ²División Entomología y Laboratorio de Actuopalinología, Museo Argentino de Ciencias Naturales, Av, Ciudad de Buenos Aires, Argentina. E-mail: grolon@fadu.uba.ar; gcilla@agrouba.ar.

Tema 1: Diseño contemporáneo de arquitectura de tierra

Palabras-clave: Patologías constructivas, Arqueología histórica, *Centris muralis*

Resumen

Los continuos procesos de biodeterioro de la cultura material han provocado grandes pérdidas de elementos de valor histórico y artístico de culturas pasadas. En el presente trabajo se exponen las características del deterioro causado por una especie de abeja nativa en una construcción histórica en tierra de la provincia de La Rioja, Argentina. El estudio fue abordado desde niveles macro y microscópicos e implicó la identificación del agente causante del deterioro.

1. INTRODUCCIÓN

Las construcciones históricas son parte importante de la evidencia material en la ocupación humana reciente. Su estudio nos permite aproximarnos a la historia de sus habitantes y su contexto. Sin embargo, los materiales utilizados para estas construcciones exhiben un amplio rango de resistencia/fragilidad al quedar expuestos a las condiciones ambientales, siendo los materiales a base de tierra particularmente lábiles a la erosión por lluvia y viento. Por ello, la falta de cuidado de las construcciones frente estos eventos pone en peligro la integridad de las mismas.

Existen continuos procesos de biodeterioro de la cultura material que provocaron grandes pérdidas de elementos de valor histórico y artístico de culturas pasadas. Si bien los edificios persisten por largos períodos, a veces las modificaciones químicas y físicas infligidas por las condiciones ambientales (deterioro abiótico o físico) junto con las causadas por el ataque microbiano (biodeterioro), son capaces de provocar una importante devaluación de las construcciones expuestas a la intemperie y a las inclemencias del clima (Torfs y Van Grieken 1997; Warscheid y Braams 2000; Herrera y Videla 2004; Jiménez-González *et al* 2008). Una opción plausible para la recuperación y conservación de edificios históricos de tierra es la implementación de programas de investigación enfocados al desarrollo de nuevos materiales y técnicas (Martínez-Camacho *et al*, 2008; Avrami *et al*, 2008; Degirmenci y Baradan, 2005; Viñuales, 1981).

En la provincia de La Rioja (Argentina), entre el siglo XVII y principios del siglo XX, los materiales a base de tierra fueron los más empleados para la construcción (Canepuccia *et al*, 1976; Armellini *et al*, 1970; FAU, 1969). Las Ruinas de Capayán, un presunto asentamiento del período colonial (De la Vega Díaz, 1994), en el sector central del Valle de Antinaco-Los Colorados, constituyen un grupo de edificios históricos de tierra (Figura 1). En la actualidad, estas ruinas constituyen un exponente de la arquitectura local por su valor patrimonial, estético, histórico y turístico. La diversidad de morfologías, técnicas constructivas y el buen estado de preservación general de este asentamiento permitirían llevar a cabo estudios arqueológicos y arquitectónicos más profundos focalizados en discernir y ampliar el conocimiento sobre las características del habitar de este período histórico y de esta región. Sin embargo, se han identificado en algunos muros presencia de importantes signos de biodeterioro por nidificación de abejas. Todos estos recursos pertenecientes a la cultura material corren el riesgo de desaparecer gradualmente debido al inadecuado resguardo, el cual puede ser explicado al menos en parte, por el poco conocimiento de su valor patrimonial y el desconocimiento de los procesos específicos de biodeterioro.

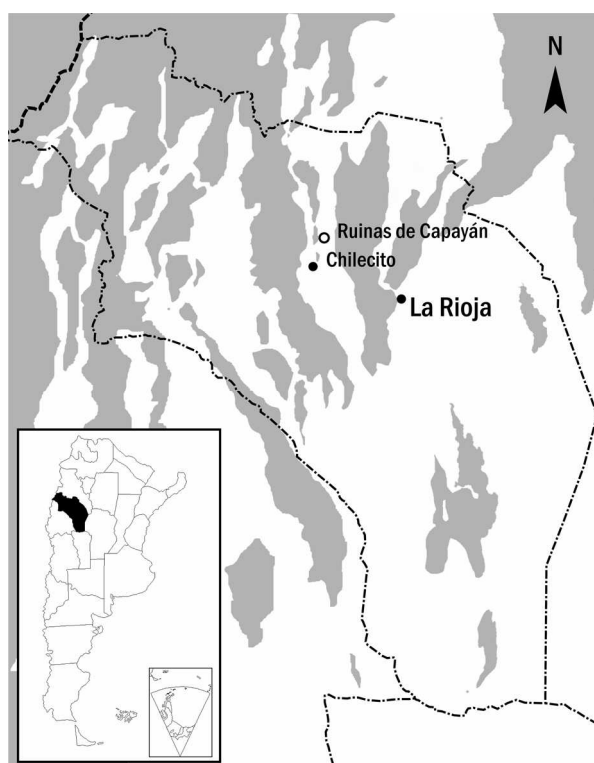


Figura 1. Ubicación del sitio de estudio (elaboración propia).

La mayoría de los estudios acerca del biodeterioro en elementos de la cultura material fueron enfocados hacia objetos valiosos hechos en madera, los cuales fueron atacados por bacterias y hongos (Blanchette 2000; Huisman *et al* 2008, Fazio *et al*, 2010). También se ha detectado biodeterioro por actividad microbiana en archivos documentales y edificios (Borrego *et al*, 2010; Herrera *et al*, 2007; Nuñez *et al*, 2008). Existen unos pocos trabajos que tratan acerca del biodeterioro causado por plantas en edificios (Mishra *et al* 1995). Respecto de los insectos, estos no fueron reportados como importantes agentes causantes de deterioro, siendo las termitas el tema más frecuentemente abordado (Alves da Silva *et al* 2007; Clausen y Yang 2007; Verma *et al* 2009).

El propósito del presente trabajo es caracterizar el biodeterioro causado por la especie de abeja silvestre *Centris muralis* en los muros de adobe de una construcción histórica en La Rioja conocida como Ruinas de Capayán.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Sitio de estudio

La región donde se ubican las Ruinas de Capayán corresponde al área norte del Monte desértico, un bioma xérico de acuerdo al tipo de vegetación y fisionomía (Roig 1998; Roig-Juñent *et al* 2001). El clima es de tipo subtropical, cálido-templado con una temperatura media anual de 15°C, el rango de precipitación va desde los 80 a los 200 mm. La provincia fitogeográfica del Monte es definida como un bioma xérico en base al tipo de vegetación y fisionomía (Roig 1998; Roig-Juñent *et al* 2001). La vegetación predominante es la estepa arbustiva cuyos elementos más representativos pertenecen a la familia *Zygophyllaceae* (*Larrea*, *Bulnesia* y *Plectocarpa*). El período de floración está comprendido entre los meses de septiembre a abril encontrándose algunas especies con dos períodos de floración. Las más importantes por su predominancia en este ecosistema árido son *Larrea divaricata* y *Bulnesia retama* (Michelette y Camargo, 2000). Estas plantas son la fuente de aprovisionamiento de gran parte de la entomofauna de esa región.

2.2 Estudios macroscópicos

Los muros biodeteriorados y no biodeteriorados fueron inspeccionadas visualmente de manera exhaustiva y posteriormente fotografiados con cámara Canon EOS 350D (Canon Inc., Tokio,

Japón). Se seleccionó un muro en particular que presentaba importantes signos de biodeterioro (Figura 2a, b). Se midió el nivel de profundidad por desprendimiento de material por biodeterioro.

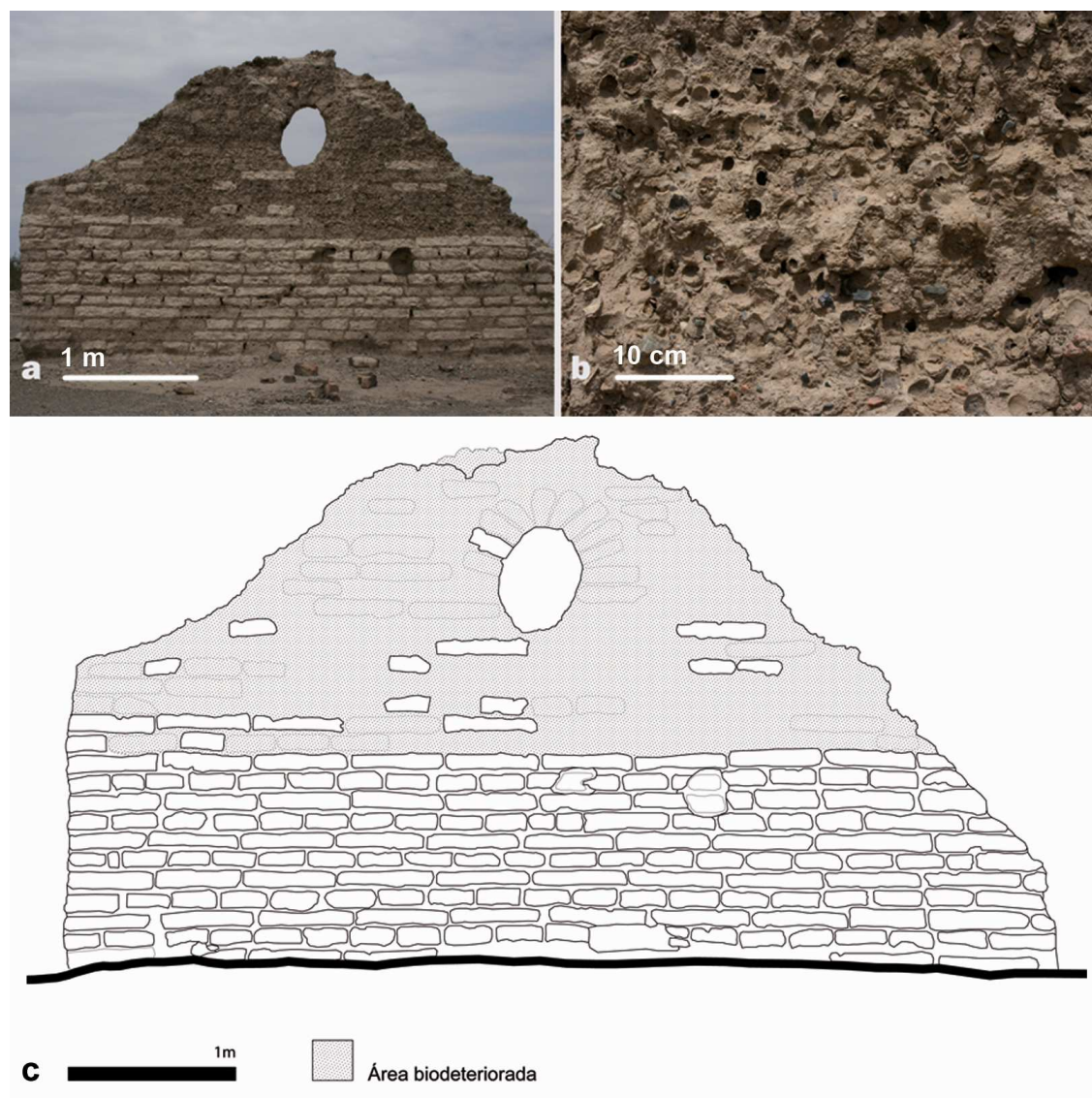


Figura 2. Imágenes correspondientes al muro estudiado (elaboración propia). Se tomaron tres muestras de adobes, de aproximadamente 2,50 kg cada una (10 × 10 × 15 cm, aprox.) con y sin signos de biodeterioro. Se realizaron diversas acciones que consistieron en el cálculo de la densidad del material, cortes delgados para ser observados con microscopio óptico y montaje de material para microscopía electrónica de barrido.

Para estimar la densidad del adobe, se secaron y pesaron 10 muestras (no mayores a 40 g cada una) hasta alcanzar un peso constante. Luego, las muestras fueron impermeabilizadas con barniz acrílico y el volumen fue estimado por medición del peso de líquido desplazado al sumergir la muestra (Principio de Arquímedes). Dado que el líquido desplazado era agua destilada el peso del líquido desplazado (g) equivale a su volumen (cm³). La densidad de las muestras fue calculada según la ecuación:

$$\text{Densidad (g/cm}^3\text{)} = \text{peso seco de la muestra (g)} / \text{volumen de agua destilada desplazada (cm}^3\text{)}$$

La profundidad por el material desprendido en la pared con signos de biodeterioro fue medida utilizando como referencia el sector que no presentaba signos de biodeterioro, tomando 25 puntos seleccionados al azar. Las superficies biodeterioradas y no-biodeterioradas fueron estimadas con el uso de fotografías digitales convertidas en siluetas dibujadas en AutoCAD 2005, Autodesk Inc.

(Figura 2c), previamente rectificadas (Adobe Photoshop 10.0, Adobe Systems Inc.). El volumen de material desprendido se estimó de acuerdo con la ecuación:

Volumen (cm^3) = profundidad por el material desprendido (cm) x superficie biodeteriorada (cm^2)

Entonces, el peso total de material de tierra desprendido por biodeterioro fue calculado de acuerdo a la ecuación:

Peso total (g) = volumen (cm^3) x densidad (g cm^{-3})

2.3 Estudios microscópicos

Se realizaron cortes delgados en un adobe que contenía celdillas permitiendo, mediante microscopio óptico (Zeiss Axioskop 40), observar las características de la alteración de la estructura del mampuesto. Las muestras de material biodeteriorado y no-biodeteriorado fueron preparadas según la técnica descrita por Jongerius y Heintzberger (1975). Esta información se complementó con los resultados observados a través de imágenes obtenidas con microscopio electrónico de barrido (SEM EDS, Inca Energy, Oxford Instruments scanning electron microscope with field emission gun [FEG] Zeiss DSM 982 Gemini secondary electron in-lens detector) de sectores próximos a la interfaz celdilla-adobe.

2.4 Análisis de los nidos

Para los análisis de los nidos se realizó el estudio en dos etapas. La primera etapa consistió en determinar el patrón, la densidad y la orientación de los nidos en la muestra de adobe. En la segunda etapa algunos nidos fueron retirados de las muestras de adobe. Adultos no emergidos y larvas encontradas en el interior de las celdillas se utilizaron para la identificación taxonómica del agente causante del biodeterioro.

3. RESULTADOS

3.1 Estudios macroscópicos

A simple vista, el más grave deterioro observado en las once hiladas inferiores del muro estudiado es el desprendimiento del revoque. Por otra parte, la mitad superior mostró un avanzado estado de deterioro, en parte debido al desprendimiento del revoque, a la pérdida por caída del material del seno del muro y a la presencia de numerosas cavidades. La distribución de estas cavidades no es uniforme, encontrándose zonas con elevada densidad, no solo en superficie sino también hacia el interior del muro.

Las cavidades observadas en primera instancia corresponden a nidos o parte de los nidos, celdillas sueltas o restos de celdillas construidos por *C. muralis* y que implicaron la remoción de importantes cantidades de material del interior del adobe y del mortero de asiento. La mayor cantidad de celdillas se ubican en la superficie y en menor grado hacia el interior del muro, penetrando hasta 12 cm de profundidad.

La pared biodeteriorada estaba formada por albañilería de adobes de 10 x 20 x 40 cm. Los adobes están vinculados mediante mortero de barro de un espesor de 3 cm. La pared presentó 28 hiladas colocadas alternativamente a soga y tizón (aparejo inglés) resultando en un espesor del muro de 40 cm. Las paredes estaban cubiertas en ambas caras con mortero de barro de 2 cm de espesor. La densidad de los adobes biodeteriorados y no biodeteriorados se estimó en 1,62 g/cm^3 (Desvío Estándar – DE – <10%) y el volumen de cada celda fue de 1,49 cm^3 (DE <10%). Las zonas erosionadas mostraron alta densidad de cavidades como consecuencia de la eliminación de las celdillas (708 celdillas/ m^2 , DE <5%) que resultó en 9,38 Kg de material removido en superficie sólo por la actividad de las abejas y ocupado por las celdillas. Curiosamente, se observó que las once hiladas inferiores no exhibieron las cavidades observadas en todas las hiladas superiores. El área biodeteriorada fue estimada en 5,52 m^2 (Figura 3), el peso del material desprendido del muro favorecido por el proceso de biodeterioro fue de 729 Kg equivalente a 0,45 m^3 . En las zonas no biodeterioradas se observó pocas cavidades y sólo en el sector de juntas.

3.2 Estudios microscópicos

Los cortes delgados observados al microscopio óptico mostraron que las paredes de las celdillas están formados por una capa (0,7mm aproximadamente) (Figura 3d, entre flechas) embebida en algún material cementante (orgánico) secretado por la abeja y/o resinas extraídas de la vegetación circundante y transportadas hasta el área de nidificación. Esta capa es fácilmente distinguible del resto de la matriz de adobe en la que están inmersas las celdillas. La sucesión de capas hacia la luz de la celdilla no corresponden a la estructura del nido sino al capullo o “cocoon” tejido por uno de los estadios inmaduros (Figura 3d, círculo). Se realizaron observaciones al SEM de muestras de material de adobe sin nidos (Figura 3a), parte no alterada del adobe con nidos (Figura 3b), y parte con alteraciones (Figura 3c). Las micrografías revelaron que no existe alteración de la granulometría luego del milímetro de distancia a la interfaz celdilla-adobe. Dentro del milímetro existe alteración dado que no se observaron granos de arcilla ni limo.

3.3 Análisis de los nidos

Las paredes de las celdillas midieron 0.7mm de espesor aproximadamente. Más duras que la matriz de adobe en las que se encontraban inmersas, probablemente por la incorporación de secreciones y/o resinas colectadas de la vegetación del lugar. La incorporación de estas sustancias incrementaron la cohesión del material constitutivo del adobe e impermeabilizaron las celdillas. Las paredes se encontraban recubiertas de un film de color castaño, de textura liso cerosa, adherido en toda su superficie. Este no pudo ser distinguido de la capa más interna del capullo, en contacto con la pared de la celdilla, al observar el corte delgado (Figura 3d, círculo). Al ser desprendido con gran dificultad y friccionado entre los dedos fue posible reconocer el olor característico de *Larrea divaricata* y *L. cuneifolia* en el período de floración. Los nidos comprendían entre unas a dos celdillas. Orientadas vertical a horizontalmente estas se introducían hasta una profundidad de 12 cm en el muro. Las celdillas midieron entre 20 a 22mm de largo y 12 a 14mm de diámetro. Las larvas y adultos encontradas en su interior fueron identificadas como *C. muralis*. Dado el elevado grado de erosión, la mayoría de las celdillas quedaron expuestas en la superficie del muro y los túneles de entrada a los nidos se perdieron.

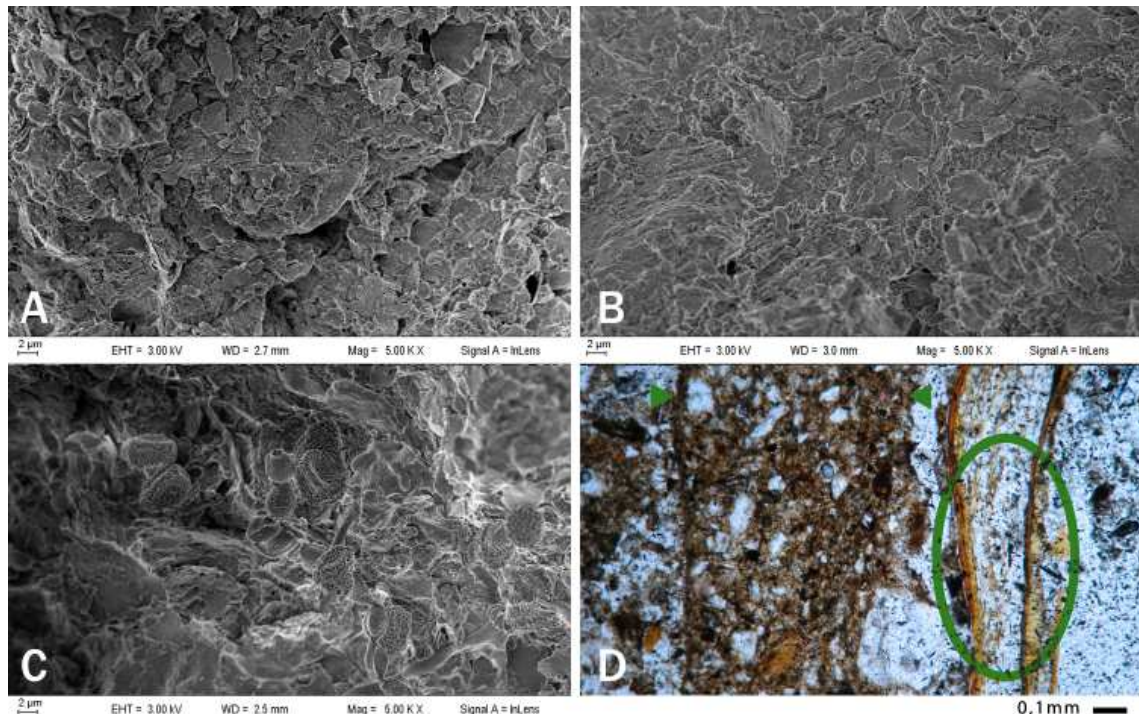


Figura 3: A_ Imagen SEM de adobe no biodeteriorado. B_ Imagen SEM de adobe biodeteriorado a 3mm de interfaz celdilla-adobe. C_ Imagen SEM de adobe biodeteriorado a 1mm de interfaz celdilla-adobe. D_ Imagen al microscopio óptico en interfaz celdilla-adobe (elaboración propia).

4. DISCUSION

Con los estudios realizados consideramos que el efecto erosivo de la actividad de nidificación causado por *C. muralis* es doble: por un lado estos insectos remueven material de los adobes cuando excavan y construyen celdillas para nidificar y, por otro, como efecto secundario de tal actividad facilitan el desprendimiento del revoque y el posterior debilitamiento de la estructura del adobe. En última instancia, la irregularidad de la superficie del muro biodeteriorado propiciaría que el desgaste provocado por la lluvia y el viento se acelere, colapsando las partes circundante al nido y comprometiendo la estabilidad de todo el muro.

Por la densidad de nidos computados, sólo en la superficie del sector biodeteriorado, y de la cantidad de material removido únicamente por acción directa de la construcción de las celdillas, consideramos que la actividad erosiva de la abeja resulta en extremo elevada y compromete la estabilidad de sectores del muro. Dado que se observó que hacia el interior del mismo las celdillas continúan, es posible comprender que el deterioro y la remoción de material no se limita en un proceso a nivel superficial.

El biodeterioro no sólo afecta al muro por la remoción de material, también contribuye al aumento de la superficie de éste expuesto a la acción de los agentes físicos. Facilita que acción de estos factores penetren y puedan provocar deterioros en el seno de la pared y no sólo a nivel superficial.

No está claro el tiempo transcurrido entre las primeras instancias de nidificación de *C. muralis* hasta el estado actual en fue identificado el muro, pero si que fue un proceso que debió ser consecuencia de sucesivos períodos de nidificación y de poblaciones numerosas de abejas. En la bibliografía los ataques de *Centris muralis* a caseríos fueron documentados y descritos por Jörgensen en 1912 (1912) como colonias de abejas en muros y paredes entre los meses de octubre a mediados de diciembre. Dado que estas abejas originalmente nidifican en barrancos (Jörgensen, 1912; Michener, 2007), la presencia de superficies verticales como ser los muros de adobe, representan un sustrato propicio para nidificar. La eclosión de éstas abejas está asociada a la floración de *Larrea* spp. y *Bulnesia retama* entre los meses de septiembre a abril (Michelette y Camargo, 2000). *C. muralis* emerge en primavera y en grandes grupos nidifican en los muros (Jörgensen, 1909). Los distintos estadios inmaduros se suceden durante el verano hasta alcanzar la fase adulta en abril. Pasan el invierno como adultos dentro de los nidos hasta la próxima primavera, donde emergen y vuelven a nidificar. Este proceso se continúa mientras la disponibilidad de alimento (flora asociada) y sustrato de nidificación (muros de adobe) se mantenga en el sitio.

La comparación entre las imágenes SEM y las imágenes de los cortes delgados permite advertir dos cosas. Por un lado, que en los sectores de adobe no biodeteriorados o biodeteriorados pero alejados de la proximidad de la celdilla no presentan características de alteración de la estructura de composición. Por otro, en la interfaz con la celdilla se evidencia la presencia de un material cementante secretado por la abeja. Por las características de este material cementante, es posible suponer que además de incrementar la cohesión del material constitutivo del adobe agrega impermeabilidad a las celdillas.

Los estudios y sus resultados obtenidos nos conducen a proponer un modelo de las distintas etapas involucradas en el proceso de biodeterioro: inicialmente *C. Muralis* aprovecha las superficies lisas o relativamente regulares de los muros para la nidificación. En ellas practica pequeñas perforaciones que emplea como ingreso común de varios individuos para la construcción de celdillas de nidos en el seno del muro pero a nivel superficial (Figura 4a). Una segunda etapa se produce cuando por la presencia de una importante cantidad de celdillas se debilita la unión del revoque y el muro y se produce el desprendimiento del primero (Figura 4b). Posiblemente la acción de nidificación de la abeja continúe aún con la ausencia de esta capa protectora buscando penetrar más al interior del muro. Por último, la acción deteriorante de los agentes físicos se magnifica tanto por el aumento de la superficie expuesta como por el cambio de las características cohesivas introducidas por la abeja en el material del muro (Figura 4c).

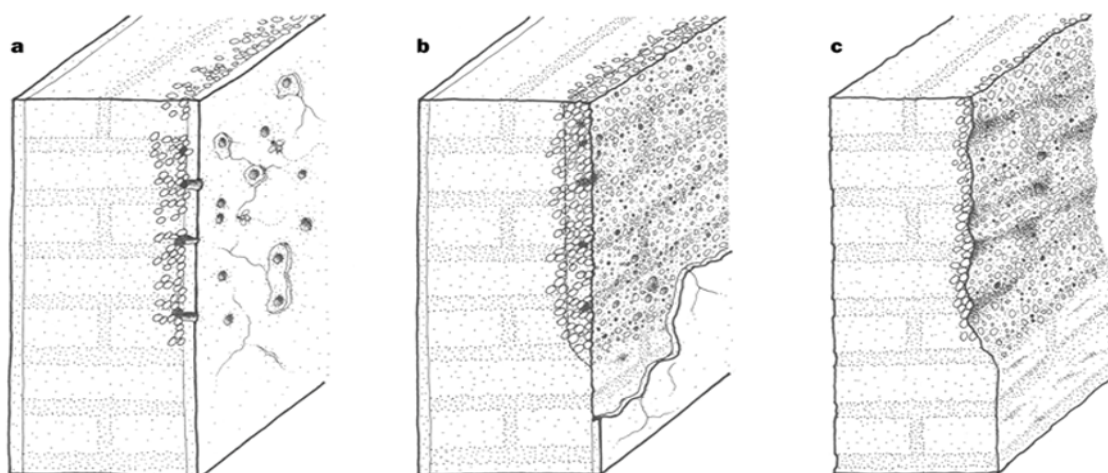


Figura 4: Hipótesis del proceso de biodeterioro (elaboración propia).

5. CONCLUSIONES

Con este estudio, abordado desde un análisis macroscópico y microscópico, aportamos el primer reporte sobre el proceso de biodeterioro causado por abejas silvestres en construcciones históricas de tierra en Argentina. Pretendemos ampliar los conocimientos sobre los mecanismos y factores que actuaron en la degradación de los elementos de albañilería. La comprensión de los mismos permitirá tomar medidas más apropiadas para el resguardo e intervención en este tipo de construcciones.

El biodeterioro producido por esta abeja no es repentino. Se trata de un proceso prolongado cuyos efectos más nocivos se manifiestan ante una elevada densidad de nidos, lo cual compromete la estructura y estabilidad de las construcciones. Esto ocurre cuando existe un total abandono del mantenimiento y conservación de las mismas.

Consideramos que es posible evitar este proceso de biodeterioro con mínimos mantenimientos de los revoques, identificando a tiempo y obturando los orificios que practican estas abejas sobre los mismos que funcionan como entrada común a un elevado número de individuos. Es justamente la actividad de nidificación la principal responsable del debilitamiento y caída de los revoques, dejando expuestos a los adobes de los muros a las inclemencias del clima.

Los edificios históricos en tierra en La Rioja están entre las más significativas construcciones, pero son parte de la cultura material más vulnerable y la supervivencia de estas arquitecturas es de suma importancia. En este trabajo se demostró que las mismas no solo son objeto de daño por las inclemencias del clima sino también por el biodeterioro que juega un papel no deseado en generar un deterioro severo.

BIBLIOGRAFIA

Armellini, O., Cópola, H., Iglesias Molli, G. y Rosso, R. (1970). *Programación de vivienda y servicios comunitarios en el Valle de Antinaco – Los Colorados: Provincia de La Rioja*. Anexo 3.1: Estudio particularizado de la vivienda en el área. Convenio Consejo Agrario Nacional – Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires – Instituto de Investigaciones de la Vivienda. Buenos Aires.

Avrami, E., Guillaud, H. y Hardy, M. (2008). *Terra Literature review. An Overview of research in earthen Architecture Conservation*. The Getty Conservation Institute. Los Angeles.

Borrego, S., Guimet, P., Gómez de Saravia, S., Batistini, P., Garcia, M., Lavin, P. y Perdomo, I. (2010). *The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs*. *International Biodeterioration and Biodegradation* 64: 134-145.

Canepuccia, P., Castro, H., Ocvirk, M. y Ostropolsky, E. (1976) *Viviendas tradicionales en zona árida: La Rioja*. Programa de la OEA para la Vivienda. Publicación del centro de investigación Mendoza – IADIZA – LAHV. Mendoza.

De La Vega Díaz, D. (1944). *Toponimia riojana*. La Rioja, Argentina.

Degirmenci, N. y Baradan, B. (2005). *Chemical resistance of pozzolanic plaster for earthen walls*. Construction and Building and Materials. 19:536-542.

FAU (Facultad de Arquitectura y Urbanismo). (1969). *Tipos predominantes de vivienda natural en la República Argentina*. Instituto de Investigaciones de la Vivienda. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.

Fazio, A., Papinutti, L., Gómez, B., Parera, S., Rodriguez Romero, A., Siracusano, G. y Maier, M. (2010). *Fungal deterioration of a Jesuit South American polychrome wood sculpture*. International Biodeterioration & Biodegradation doi:10.1016/j.ibiod.2010. 04.012

Herrera, L., Arroyave, C., Guiamet, P., Gomez de Saravia, S. y Videla, H. (2004). *Biodeterioration of peridotite and other constructional materials in a building of the Colombian cultural heritage*. International Biodeterioration and Biodegradation 54:135-141.

Herrera, L. y Videla, H. (2004). *The importance of atmospheric effects of cultural heritage constructional materials*. International Biodeterioration and Biodegradation 54:125-134.

Jiménez-González, I., Rodríguez-Navarro, C. y Scherer, G. (2008). *Role of clay minerals in the physicomaterial deterioration of sandstone*. Journal of Geophysical Research. 113: F02021, doi:10.1029/2007JF000845

Jörgensen, P., 1909. *Beobachtungen über Blumenbesuch, biologie, verbreitung usw. der Bienen von Mendoza (Hym.)*. Deutsche Entomologische Zeitschrift 211–227.

Jörgensen, P., 1912. *Revision der apiden der provinz Mendoza, República Argentina (Hym.)*. Zool.Jahrb.Abt.Syst. 32, 89–162.

Martínez-Camacho, F., Vazquez-Negrete, J., Lima, E., Lara, V. y Bosch, P. (2008). *Texture of nopal treated adobe: restoring Nuestra Señora del Pilar mission*. Journal of Archaeological Science. 35:1125-1133.

Michelette, E. y Camargo, J., (2000). *Bee-plant community in a xeric ecosystem in Argentina*. Revista Brasileira de Zoololgia 147, 651–665.

Michener C. D. (2007). *The Bees of the World*. Second edition Johns Hopkins University Press, New York.

Nuñez, G., Küppers, G., Guimaet, P. y Gómez de Saravia, S. (2008). *Estudios de Biodeterioro en las Ruinas de San Ignacio Miní, Misiones*. Ciencia, Vol. 3, 4: 81-93.

Roig, A. (1998). *Vegetación de la Patagonia*. Colección Científica INTA 8:48-166.

Roig-Juñent, S., Flores, G., Claver, S., Debandi, G. y Marvaldi, A. (2001). *Monte Desert (Argentina): insect biodiversity and natural areas*. Journal of Arid Environments. 47:77-94.

Torfs, K. y Van Grieken, R. (1997). *Chemical relation between atmospheric aerosols, deposition and stone decay layers on historic buildings at the Mediterranean coast*. Atmospheric Environment. 31:2179-2192.

Viñuales, G. (1981). *Restauración de Arquitecturas de Tierra*. Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de la Arquitectura y el Urbanismo. San Miguel de Tucumán

Warscheid, T. y Braams, J. (2000). *Biodeterioration of stone: a review*. International Biodeterioration and Biodegradation. 46:343-368.

Guillermo Rolón es arquitecto desde 2008. Desarrolla actividades de investigación dentro del Instituto de Arte Americano de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA. Becario Doctoral CONICET investiga sobre la vivienda rural popular en la Provincia de La Rioja, Argentina.

Gabriela Cilla es bióloga desde 1999. Desarrolla actividades de investigación dentro del Museo Argentino de Ciencias Naturales-División Entomología y de docencia en la Facultad de Agronomía de la UBA. Becaria Doctoral de la UBA investiga sobre la biología de especies de abejas nativas de la Argentina.



Eje temático 2

Innovaciones en los componentes constructivos

CARACTERIZACIÓN ANALÍTICA DE MATERIALES CONSTRUCTIVOS DE TIERRA EN VIVIENDAS RURALES POPULARES DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA, ARGENTINA

Guillermo Rolón¹ y Margarita Do Campo²

¹Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas, FADU-UBA, Ciudad Universitaria, Buenos Aires, Argentina. ²Instituto de Geocronología y Geología Isotópica, CONICET, Ciudad Universitaria, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: grolon@fadu.uba.ar; marga@ingeis.uba.ar.

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras-clave: Elementos constructivos de tierra, Construcciones históricas, Arqueometría

Resumen

La tierra cruda ha sido el material de construcción empleado de manera predominante en la arquitectura rural popular de la provincia argentina de La Rioja. En el presente trabajo se exponen los resultados preliminares de estudios analíticos realizados sobre muestras de diversos elementos constructivos (muros, cercos, pilares, revoques, techos y terraplenes) procedentes de los valles del Velasco y de Antinaco – Los Colorados de la citada provincia. El objetivo de este estudio es identificar técnicas y materiales constructivos de construcciones rurales de los últimos 200 años dentro del área señalada. Con estos datos se podrán identificar construcciones que por características tecnológicas singulares sean pasibles de ser catalogadas como patrimonio, y posteriormente tomar decisiones en cuanto a la preservación de dicho patrimonio.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Factores

La arquitectura vernácula de la provincia de La Rioja (Argentina), tanto urbana como rural, se ha caracterizado durante gran parte de su historia por la preponderancia de construcciones realizadas en base a tierra cruda (Canepuccia *et al*, 1976; Armellini *et al*, 1970; FAU, 1969). En efecto, en el ámbito de la vivienda rural popular esta tecnología es empleada en la elaboración de una importante variedad de elementos constructivos a base de tierra cruda (ECT) como muros, cercos, pilares, revoques, techos y terraplenes. Las principales causas de la persistencia y difusión de esta tecnología son: la amplia disponibilidad de esta materia prima en la región, su relativo aislamiento respecto de importantes centros urbanos e industriales (debido a las circunstancias geográficas) y la transmisión oral de los conocimientos.

Durante muchos años las Arquitecturas de Tierra fueron menospreciadas y consideradas sinónimo de pobreza, sin tener en cuenta las ventajas que presentaban desde diversos puntos de vista tanto económicos como de aislamiento térmico y sustentabilidad ambiental, temas hoy en boga. Sin embargo en las últimas décadas esta tecnología ha sido revalorizada, tanto para la ejecución de obras nuevas como para la intervención sobre el patrimonio ya construido (Martínez-Camacho *et al*, 2008, Avrami *et al*, 2008). A esto se suma la intensa actividad de estudio por parte de profesionales, investigadores y constructores especializados que está permitiendo ampliar el conocimiento acumulado sobre estas técnicas, así como sobre las propiedades tecnológicas de los materiales empleados (Guerrero Baca, 2007; Jiménez delgado y Cañas Guerrero, 2006; Cañas Guerrero *et al*, 2005).

1.2 Objetivos y caracterización de área de estudio.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los ECT de viviendas rurales populares de la provincia de La Rioja, focalizando en aquellas realizadas en los últimos doscientos años, mediante el empleo de diversas técnicas analíticas. En esta primera parte del trabajo el área de estudio se circunscribió al sector de valles de la provincia, en particular a los valles de Antinaco-Los Colorados y Velasco (Figura 1). De esta manera, se buscó obtener datos que permitan caracterizar las tecnologías constructivas empleadas, sobre la base de datos empíricos tales como densidad, granulometría, mineralogía, contenido de C, etc. Cada una de las muestras originales sirvió como fuente de submuestras con las cuales se realizaron las diferentes determinaciones analíticas. Además de las muestras que se tomaron de ECT (argamasas,

revoques, adobes y tortas de techos) se analizaron muestras de suelos correspondientes a zonas aledañas a las viviendas, o a áreas indicadas por los lugareños como fuentes de aprovisionamiento. Otro de los objetivos es identificar construcciones que por la singularidad de sus características tecnológicas sean pasibles de ser catalogadas como patrimonio, y posteriormente tomar decisiones en cuanto a la preservación de dicho patrimonio.

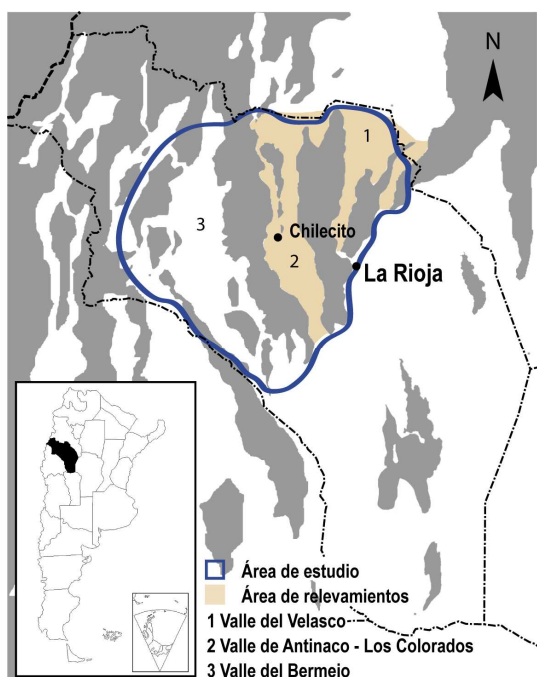


Figura 1: Ubicación (Elaboración propia)

2. DESARROLLO

2.1 Materiales y métodos

Los estudios analíticos fueron realizados en su totalidad en el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, UBA-CONICET). Hasta el momento se realizaron los siguientes ensayos para un total de 29 muestras: análisis de textura (granulometría), contenido de fibras vegetales, determinación de densidad, contenido de materia orgánica, contenido de fósforo disponible en sedimento, análisis mineralógico de roca total por difracción de rayos-X e identificación de color Munsell en seco.

Los análisis de textura, contenidos de materia orgánica y de fósforo disponible en sedimento se realizaron en el Laboratorio de Agroambiente. Para el análisis de textura se empleó el método de Bouyoucos utilizando 100 g de muestra. Para determinar el contenido de materia orgánica se empleó el método Walkley-Black, que cuantifica el carbono orgánico íntimamente ligado a la fracción mineral del suelo (COS), es decir, el porcentaje de humus de cada muestra (Schumacher 2002). Para conocer el contenido de fósforo disponible en suelo se estableció mediante el método de Kurtz y Bray I. En ambas determinaciones se emplearon 5 g de muestra molida a polvo. Los resultados del análisis granulométrico se volcaron en gráficos triangulares de porcentajes relativos de arcilla, limo y arena.

Se determinó la densidad de adobes y de argamasas (morteros de asiento y revoques) a partir de submuestras de < 30 g, dadas las características de los instrumentos de medición utilizados. La densidad de los ETC correspondientes a tortas no pudo medirse debido a su escasa cohesión. En primer lugar se procedió a secar las muestras en estufa a 50 °C hasta alcanzar peso constante. Luego, las muestras fueron impermeabilizadas con barniz acrílico y el volumen fue estimado midiendo el peso de líquido desplazado al sumergir la muestra (Principio de Arquímedes). Dado que el líquido desplazado era agua destilada el peso del líquido desplazado (g) equivale a su volumen (cm³). La densidad de las muestras fue calculada según la ecuación:

Densidad (g/cm³) = peso seco de la muestra (g) / volumen de agua destilada desplazada (cm³)

Para estimar el contenido porcentual en peso de fibra vegetal presente en los ETC se diseñó un procedimiento de separación por flotación. Por medio de inspección visual se seleccionaron las muestras que presentaban indicios de fibra vegetal en su constitución, para el resto se consideró que no contenían fibra o su porcentaje se encontraba por debajo del límite de detección (< 0,1% en peso). Se tomaron aproximadamente entre 110 y 160 g de muestra de los ETC seleccionados y se secaron en horno a 50 °C durante una hora para estimar su peso en seco. Luego se disgregaron e inmediatamente fueron tamizados en tamiz N° 60 para eliminar el limo y la arcilla. Lo retenido en tamiz se volcó en vaso de precipitado y se colmó con agua, separándose la fibra vegetal que flotaba. Dado que no todo el contenido de fibra vegetal flota, se procedió luego con colador de malla de igual dimensión. Se coló hasta tres veces el vaso colmatado y se fue descartando el contenido de arena decantado. El contenido de fibra retenido en el colador se reunió finalmente con la primera tanda de fibra separada por flotación en un vaso de precipitado y se secó en horno a 50 °C una noche. Por último se tomó registro del peso y se calculó el valor porcentual en peso según la ecuación:

Fibra vegetal (%) = peso de fibra vegetal (g) / peso seco de la muestra (g) × 100

El análisis mineralógico de las muestras se realizó por difracción de rayos X (DRX) mediante el método del polvo, empleando un difractómetro Philips equipado con goniómetro vertical y radiación de CuK α . Para realizar este análisis a las muestras fueron molidas en un mortero de ágata y el polvo obtenido (tamiz malla 200) se colocó en el portamuestras, procurando no ejercer presiones que pudieran causar orientación preferencial (de la Torre López, 1995). La determinación de coloración de las muestras se realizó en seco con luz de día mediante comparación con la Tabla de Color Munsell.

2.2 Resultados

De acuerdo a la clasificación de Neves *et al* (2009) las texturas de las muestras de ECT se encuentran relativamente concentradas, ubicándose en los campos de “tierra, tierra limosa y tierra limo arcillosa”. En el caso de muestras correspondientes a adobes (puntos azules), la dispersión es menor. En cambio, la textura de los suelos resultó más variable que la de los ECT, siendo en general más arenosos (Figuras 2). Como se observa en la Figura 2, en los ECT los porcentajes de arcilla son en todos los casos inferiores al 30%, mientras que en la textura de suelos este valor se reduce al 20% (salvo en la muestra VM2).

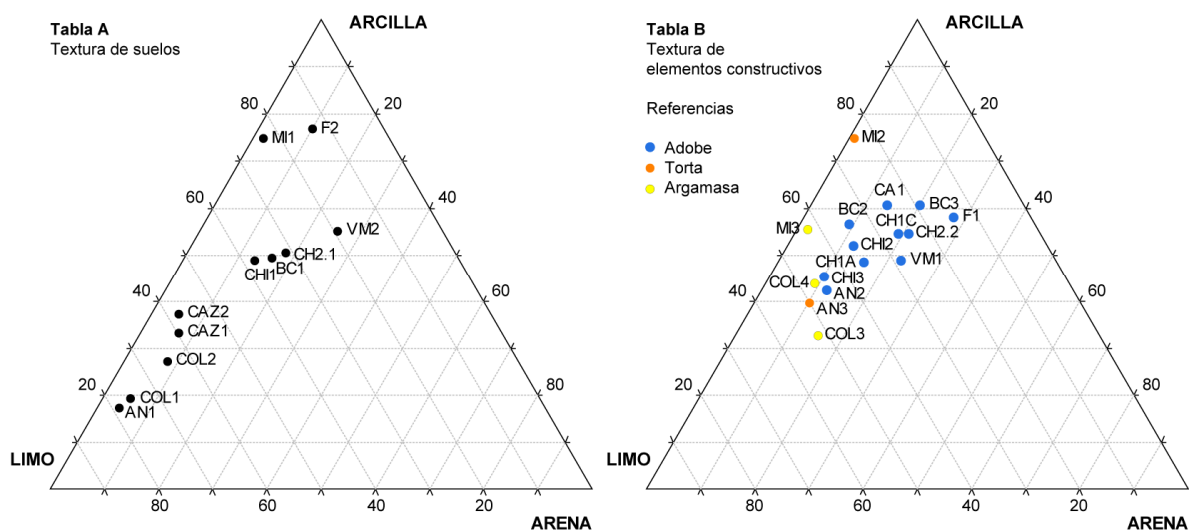


Figura 2. Porcentajes relativos de arcilla – limo – arena (elaboración propia).

Abreviaturas aclaración: Las muestras AN1-AN2-AN3-VM1-VM2 fueron colectadas en diferentes sitios del Valle del Velasco, por su parte, las muestras BC1-BC2-BC3-CA1-CHI1-CHI2-CH1A-CH1C-CH2.1-CH2.2-CH3-CAZ1-CAZ2-COL1-COL2-COL3-COL4-F1-F2 lo fueron en el Valle de Antinaco-Los Colorados. La siglas de la abreviatura corresponden a los nombre de los sitios de relevamiento: Anillaco (AN), Bajo Carrizal (BC), Capayán (CA), Chilecito (CHI), Chañarmuyo (CH), Catinzaco (CAZ), Famatina (F), Los Colorado (COL) y Villa Mervil (VM).

Los contenidos de fibra vegetal de los ECT no superan el 3,5% (m/m), existiendo casos en los cuales esta ausente, o era tan escasa que no se las llega a detectar. Por su parte, los valores de densidad de los ECT se ubicaron en el rango de 1,30 a 1,80 g/cm³, con una \bar{x} =1,59 g/cm³, un S=0,14, ubicándose la mayor parte de los valores por encima de 1,55 g/cm³. En cuanto al contenido de carbono orgánico se obtuvieron valores de media y desviación estándar mayor para ECT (\bar{x} =12,22 g/kg, S=10,28) que para suelos (\bar{x} =5,30 g/kg, S= 5,07). Para el contenido de fósforo se obtuvo en ECT un valor de media \bar{x} =32,85 mg/kg con desviación estándar de S=33,30, mientras que los valores obtenidos para suelos son de \bar{x} =47,18 mg/kg y S=47,35. Los minerales identificados en los ECT fueron, en todos los casos: minerales de arcilla, cuarzo, mica, plagioclasas y feldespato potásico. Sólo en algunas muestras se detectaron además calcita, hematita, clorita, analcima, heulandita y yeso (Tabla 1, primera parte). La identificación de color en Munsell¹ arrojó una agrupación muy concentrada de *Hue* (H) entre los valores 5YR y 2,5Y (menos de un cuarto del espectro de *Hue*), con índices de *Value* (V) y *Chroma* (C) algo más variables para muestras de igual procedencia (Tabla 1, segunda parte).

ID Muestra	Valle	Procedencia	Tipo	Roca Total													H	V	C	Denominación		
				Arcillas	Cuarzo	Mica	Plagioclasa	Feldespatos K	Calcita	Hematita	Clorita	Caolinita	Analcima	Antfólo	Moscovita	Heulandita					Pirofilita	Yeso
AN 1		Anillaco	Suelo															2,5Y	5	3	Light olive brown	
AN 2		Anillaco	Adobe															2,5Y	5	3	Light olive brown	
AN 3		Anillaco	Torta															2,5Y	5	3	Light olive brown	
BC 1		Carrizal	Suelo															10Y	4	3	Brown	
BC 2		Carrizal	Adobe															2,5Y	5	3	Light olive brown	
BC 3		Carrizal	Adobe															2,5Y	7	6	Yellow	
CA 1		Capayán	Adobe															2,5Y	7	4	Pale yellow	
CAZ 1		Catinzaco	Suelo																		No medido	
CAZ 2		Catinzaco	Suelo																			No medido
CH1A		Chañarmuyo	Adobe															5YR	6	4	Light reddish brown	
CH1C		Chañarmuyo	Adobe															5YR	6	4	Light reddish brown	
CH2.1		Chañarmuyo	Suelo															5YR	5	4	Reddish brown	
CH2.2		Chañarmuyo	Adobe															5YR	6	4	Light reddish brown	
CHI 1		Chilecito	Suelo																		No medido	
CHI 2		Chilecito	Suelo Selec.																		No medido	
CHI 3		Chilecito	Adobe																		No medido	
COL 1		Los Colorados	Suelo															5YR	5	6	Yellow ish red	
COL 2		Los Colorados	Suelo															7,5YR	6	4	Light brown	
COL 3		Los Colorados	Revoque Nu															10YR	7	3	Very pale brown	
COL 4		Los Colorados	Revoque Or															5YR	6	6	Reddish yellow	
F 1		Famatina	Adobe															2,5Y	7	2	Light gray	
F 2		Famatina	Suelo																		No medido	
MI 1		Miranda	Suelo																		No medido	
MI 2		Miranda	Torta																		No medido	
MI 3		Miranda	Mortero																		No medido	
S 1			Suelo															7,5YR	7	4	Pink	
S 2			Suelo															7,5YR	6	4	Light brown	
VM 1		Villa Mervil	Roca															7,5YR	6	4	Light brown	
VM 2		Villa Mervil	Suelo															7,5YR	7	4	Pink	

Tabla 1. Primera parte: Composición mineralógica de las muestras. En gris oscuro composición confirmada, en gris claro composición dudosa. Segunda parte: Color según Tabla Munsell (elaboración propia).

3. DISCUSIÓN

De los estudios realizados se pudo comprobar que los contenidos de arcilla, tanto en suelo como en elementos construidos es siempre inferior al 30% con un valor de media de $\bar{x}=15,29\%$. Estos valores se encuentran dentro del rango que diversos autores consideran propicio para la elaboración de ECT (Minke, 2008; Viñuales *et al*, 1994; Doal *et al*, 1979). Un resultado interesante

surgido del análisis de los gráficos triangulares de distribución granulométrica sugiere que suelos que no resultaban aptos para construir (AN1, COL1, COL2, F2 y M1) fueron modificados de forma tal de llevar su composición granulométrica a los campos de “tierra, tierra limosa y tierra limo arcillosa”. Este hecho surge de comparar la textura de ECT y suelos de una misma área. En la figura 2 se puede observar además que los puntos correspondientes a suelos resultan más dispersos que los que corresponden a ECT.

Con el objetivo de mejorar la resistencia a la tracción y evitar las fisuras por retracción durante secado de los adobes, resulta frecuente agregarles fibras vegetales (Binici *et al*, 2005) durante la preparación del barro. Se pudo comprobar que las variaciones en la densidad de los adobes se pueden explicar en gran parte por la incorporación de este aditivo. En particular el grupo Capayán² (BC3, CA1 y F1) se diferencia del resto por presentar los contenidos más altos de fibra vegetal y las densidades más bajas (Figura 3). Es posible que las características que presenta el grupo Capayán, que permiten diferenciarlo del resto de las muestras, obedezcan a tradiciones constructivas locales. Cabe destacar que dichas muestras corresponden a localidades próximas entre sí ubicadas en el sector medio del Valle de Antinaco – Los Colorados.

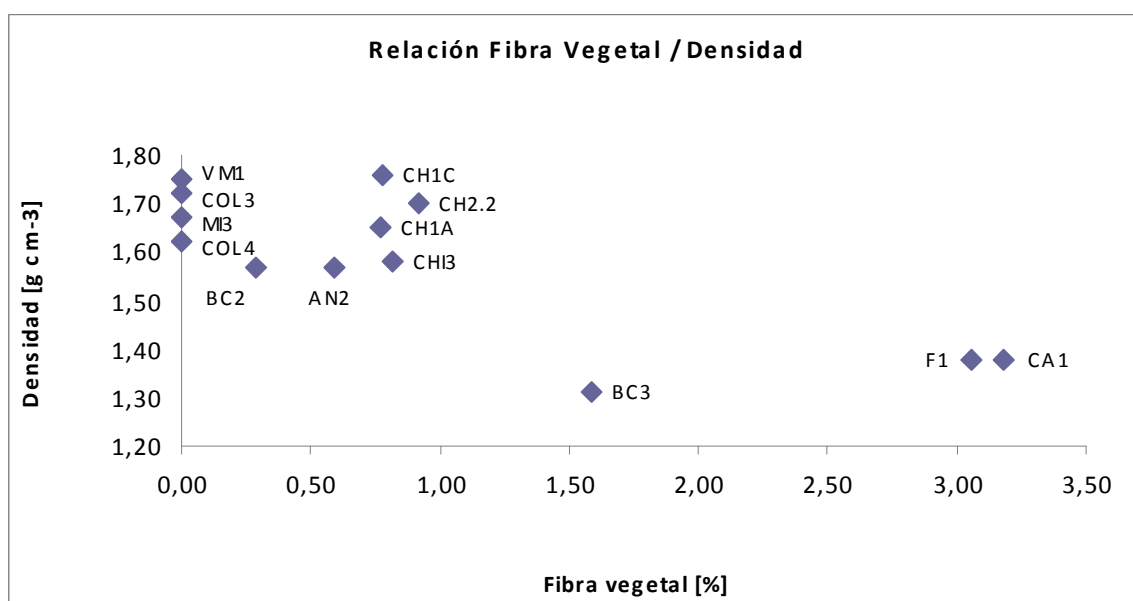


Figura 3. Gráfico de relación fibra vegetal vs densidad (elaboración propia).

Por otro lado, se observó una correlación positiva entre densidad y porcentaje de limo-arcilla en la mayor parte de los materiales constructivos analizados (Figura 4). Si bien no se realizaron ensayos mecánicos específicos, la densidad da idea del grado de cohesión de los ECT, y entendemos que el aumento de la densidad se debe a una menor porosidad en los materiales que contienen mayor porcentaje de partículas finas. Los ECT del grupo Capayán se alejan de la tendencia señalada, probablemente debido a su mayor contenido de fibra vegetal y no a su textura.

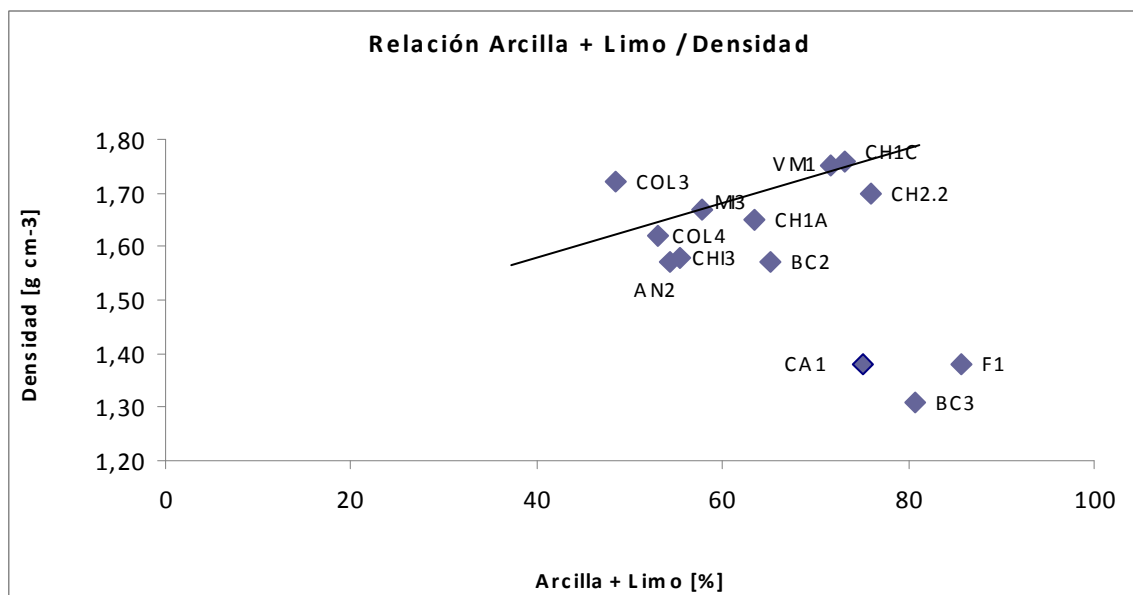


Figura 4. Gráfico de relación arcilla + limo vs densidad (elaboración propia).

Respecto de las características de color, si bien existe poca variación en las tonalidades, la presencia de hematita coincide con la variación al rojizo de algunas de las muestras, principalmente aquellas que proceden de Chañarumuyo y de Los Colorados. En cambio las muestras de Miranda (MI1, MI2 y M3) presentan colores más claros que se vinculan con la presencia de yeso (para estas muestras no se determinó el color Munsell).

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se desprende que las técnicas constructivas no resultaron homogéneas en el área de estudio. Tampoco son homogéneos los suelos de los que se dispone en cada región, que muy probablemente fueron la materia prima empleada para construir. Los estudios realizados han permitido identificar, en principio, un grupo de elementos constructivos (como es el caso del denominado grupo Capayán) que presenta características particulares y bastante similares para los diversos ECT analizados, y que además, provienen de una misma zona geográfica.

Todavía restan realizar estudios adicionales para lograr una definición más precisa de las características de los elementos constructivos en tierra cruda empleados en la ejecución de las viviendas rurales de la región de valles de La Rioja. Está contemplado obtener cortes delgados de los ECT para realizar observaciones con microscopio óptico, así como ensayos para determinar propiedades físicas y mecánicas. Además se incluirán nuevas muestras procedentes del tercer valle de esta región (valle del Bermejo) para que el área abarcada y la cantidad de muestras empleadas en la investigación sean más representativas.

5. BIBLIOGRAFÍA

Armellini, O., Cópola, H., Iglesias Molli, G. y Rosso, R. (1970). *Programación de vivienda y servicios comunitarios en el Valle de Antinaco – Los Colorados: Provincia de La Rioja*. Anexo 3.1: Estudio particularizado de la vivienda en el área. Convenio Consejo Agrario Nacional – Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires – Instituto de Investigaciones de la Vivienda. Buenos Aires.

Avrami, E., Guillaud, H. y Hardy, M. (2008). *Terra Literature review. An Overview of research in earthen Architecture Conservation*. The Getty Conservation Institute. Los Angeles.

Binici, H., Aksogan, O. y Shah, T. (2005). *Investigation of fibre reinforced mud brick as a building material*. *Construction and Building Materials* 19: 313–318.

Canepuccia, P., Castro, H., Ocvirk, M. y Ostropolsky, E. (1976). *Viviendas tradicionales en zona árida: La Rioja*. Programa de la OEA para la Vivienda. Publicación del centro de investigación Mendoza – IADIZA – LAHV. Mendoza.

Caña Guerrero, I., Martín Ocaña y González Requena, S. (2005). *Thermal-physical aspects of materials used for the construction of rural buildings in Soria (Spain)*. *Construction and Building Materials* 19:197–211.

De la Torre López, M. (1995) *Estudio de los materiales de construcción en La Alhambra*. Monográfica Arte y Arqueología 28. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Universidad de Granada.

Doat, P., Hays, A., Houben, H. y Matuk, S. (1979). *Construire en terre. Craterre*, París.

FAU (Facultad de Arquitectura y Urbanismo). (1969). *Tipos predominantes de vivienda natural en la República Argentina*. Instituto de Investigaciones de la Vivienda. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.

Guerrero Baca, L. Coord. (2007). *Patrimonio construido con tierra*. UAM, México.

Jiménez Delgado, M. y Cañas Guerrero, I. (2006). *Earth building in Spain*. *Construction and Building Materials* 20: 679–690.

Martínez-Camacho, F., Vázquez-Negrete, J., Lima, E., Lara, V. y Bosch, P. (2008). *Texture of nopal treated adobe: restoring Nuestra Señora del Pilar mission*. *Journal of Archaeological Science* 35:1125-1133.

Minke, G. (2008). *Manual de Construcción con Tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Editorial Fin de Siglo, Tercera edición, Montevideo.

Neves, C.; Faria, O.; Rotondaro, R.; Cevallos, P.; Hoffmann, M. (2009). *Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra – prácticas de campo*.

Schumacher, B. (2002). *Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments*. Ecological Risk Assessment Support Center (ERASC). Office of Research and Development. US. Environmental Protection Agency.

Viñuales, G., Neves, C., Flores, M. y Ríos, L. (1994). *Arquitecturas de Tierra en Iberoamérica*. Habiterra. Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Buenos Aires.

6. NOTAS

¹ La tabla Munsell emplea tres parámetros para la clasificación de colores: Tono o *Hue*, Claridad o *Value* y Colorido o *Chroma*. La principal referencia es el Tono y luego los índices de Claridad y Colorido definen con mayor especificidad el Tono.

² Denominación asignada por encontrarse a lo largo del río Capayán, en el Departamento de Famatina.

Guillermo Rolón es arquitecto desde 2008. Desarrolla actividades de investigación dentro del Instituto de Arte Americano de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA. Becario Doctoral del CONICET. Investiga sobre la vivienda rural popular en la Provincia de La Rioja, Argentina.

Margarita Do Campo es Doctora en Ciencias Geológicas, docente en el Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, e Investigador Adjunto del CONICET, siendo su lugar de trabajo el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, UBA-CONICET). Es especialista en minerales del grupo de las arcillas, sus trabajos de investigación enfocan tanto aspectos básicos como aplicados.

COMPONENTES CONFINADOS DE SUELO CEMENTO UTILIZANDO BARROS DE EXCAVACIÓN PARA PILOTES COMO MATERIAL DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA (MBRC).

M.A. Sánchez, H.F. Begliardo , S.N. Casenave , M. Denardi , J. Schuck
Laboratorio de Ingeniería Civil Universidad Tecnológica Nacional FRRa
Acuña N° 49 – Rafaela, Provincia de Santa Fe - Argentina

Tel: (03492) 432702 - mirta.sanchez@frra.utn.edu.ar, msanchp@yahoo.com.ar

Tema 2: Innovación en los componentes constructivos

Palabras claves: Especímenes confinados, relleno fluido, barros de excavación.

RESUMEN

En el centro santafesino, al igual que en otras regiones de la República Argentina, el suelo es el recurso natural más abundante, sino el único para ser utilizado como material de construcción. Tradicionalmente el suelo es aprovechado para la confección de ladrillos cocidos comunes de elaboración artesanal, técnica ampliamente difundida en la región.

El sistema de fundación empleado para la construcción de viviendas y edificios de pequeño porte, tradicionalmente era la zapata corrida de mampostería o bien las bases aisladas. Con motivo del ascenso del nivel freático, disminuyó la capacidad portante de los suelos por lo que, desde hace más de 20 años, se utiliza mayoritariamente la fundación con pilotes excavados y colados in situ. La ejecución de estos involucra la inyección de agua, generando barros de excavación que constituyen un residuo de construcción y demolición (RCD) de estado inicial líquido cuyo contenido de agua es del orden del 50 % del peso seco del suelo. Este tipo de residuo no es aceptado en rellenos sanitarios, fundamentalmente si se trata de construcciones en positivo, como se da en la ciudad de Rafaela, generando un gran problema la localización de su disposición final.

Este tipo de material constituye un insumo fundamental para el desarrollo de nuevos negocios relacionados con el aprovechamiento de un RCD. Este recurso configura una solución medioambiental que traslada sus beneficios a la faz económica y social, por cuanto al presente no tienen valor monetario alguno y con ellos es posible construir ladrillos para atender la demanda de viviendas de interés social.

En recientes jornadas realizadas en el Centro Comercial e Industrial de la Ciudad de Rafaela (CCIR), entidad que agrupa a comerciantes e industriales de la región, con motivo del lanzamiento de la Bolsa de Subproductos de la Región Central de Santa Fe, se mostraron algunos procesos de reutilización de residuos como materia prima de otros procesos. Este cambio de enfoque y de caracterización, trocando el término “residuos” por “Subproductos” o materia prima para otro proceso, es precisamente lo que busca impulsar dicha Bolsa de Subproductos. Este puede ser el caso de componentes de construcción confinados de suelo cemento (ladrillos, baldosas, adoquines, entre otros), utilizando barros de excavación para pilotes, como material de baja resistencia controlada (MBRC).

Como antecedente de la utilización de este tipo de suelos podemos citar el trabajo de investigación “LADRILLOS DE SUELO CEMENTO COMPRIMIDOS ELABORADOS CON SUELOS SUPERFICIALES Y BARROS DE EXCAVACIÓN PARA PILOTES. (Mirta Sánchez – Hugo Begliardo – Silvia Casenave – Javier Schuk). En él se trabajó sobre la base de comparar los ladrillos elaborados con suelos profundos de consistencia inicial líquida (lodos), y los elaborados con suelos de superficie, utilizados habitualmente en la región para la confección de ladrillos cocidos. La caracterización física de los mismos permitió establecer diferencias entre ambos. Si bien se trata en todos los casos de suelos finos, la mezcla de suelos profundos provee un suelo limoso inorgánico de mediana compresibilidad, tipo ML según el S.U.C.S., en tanto que los superficiales son arcillosos de baja plasticidad (CL). Además mediante determinaciones químicas practicadas sobre los dos tipos de suelos revelaron la presencia de sulfato en grado moderado, circunstancia ésta que torna aconsejable el empleo de cementos MRS. Los resultados

revelan el excelente comportamiento, tanto de resistencia como de durabilidad bajo condiciones sumergidas, en todos los tipos y variantes de dosificación de los BSC elaborados.

En la presente investigación se trabajó con especímenes confinados de suelo cemento, utilizando barros de excavación de pilotes, constituyendo con ellos una mezcla con una relación suelo-cemento-agua similar al conocido como relleno fluido. Este material también es conocido como relleno de densidad controlada, lechada de suelo cemento, grout de suelo-cemento, o la terminología empleada por el Comité 229 del ACI como Material de Baja Resistencia Controlada (MBRC). Es un material autocompactante, con una consistencia fluida, utilizado como material de relleno, como alternativa al relleno granular compacto. El relleno fluido no es concreto (hormigón) ni es utilizado para reemplazar el concreto. En términos de su fluidez, el asentamiento (revenimiento), tal como se mide para el concreto, es generalmente superior a 20 cm. Es un material que puede ser colocado con un esfuerzo mínimo en fuerza de trabajo, equipos y tiempo ya que no requiere compactación ni vibrado ni golpes. Endurece como un material fuerte con un asentamiento mínimo alcanzando resistencias a compresión de 8.3 MPa. El MBRC no necesita ser curado como el concreto, pero debe ser protegido de la evaporación brusca y congelación hasta que haya endurecido

1. INTRODUCCIÓN

1.1- ÁMBITO DE ESTUDIO:

2.1. Característica de la zona:

2.1.1. Ubicación:

Desde hace aproximadamente 20 años técnicamente el sistema de fundaciones. La técnica empleada en la ejecución de pozos para pilotes colados in situ involucra la inyección de agua, generando barros de excavación que constituyen un residuo de construcción y demolición (RCD) de estado inicial líquido, donde el contenido de agua es del orden del 50 % del peso seco del suelo. Este tipo de residuo no es aceptado en rellenos sanitarios, fundamentalmente si se hallan construcciones en positivo, como se da en la ciudad de Rafaela, cabecera de la región.

1. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

1.1.- Generales:

- Evaluar las propiedades físico-mecánica de especímenes (probetas cilíndricas, ladrillos, probetas cúbicas y baldosas) confinados de mezclas de suelo-cemento plástico (LCSCP) elaborados con suelos profundos cuya naturaleza es predominantemente limosa proveniente de los barros de excavación para pilotes, pertenecientes en forma mayoritaria a la formación pampa, y comparar dichos resultados con los Ladrillos de suelo – cemento comprimidos (LSCC) elaborados con el mismo tipo de suelo.

1.2.- Específicos:

- Lograr un diseño racional de componentes constructivos elaboradas con suelos profundos en estado plástico con calidad controlada.
- Formalizar un aporte concreto sobre las ventajas del uso de un material compuesto con pocos antecedentes en la región orientado a su aplicación en vivienda de interés social.

2- ÁMBITO DE ESTUDIO:

2.1. Ubicación: Características de la zona

El procedimiento empleado en la ejecución de pozos para pilotes colados in situ involucra la inyección de agua, generando barros de excavación constituyéndose en un residuo de construcción y demolición (RCD) de estado inicial líquido, cuyo contenido de agua es del orden del 50 % del peso seco del suelo. La naturaleza de este material hace que se constituya en insumo fundamental para el desarrollo de nuevos negocios relacionados con el aprovechamiento de un residuo de construcción y demolición, como son considerados en la región de estudio los barros de excavación de pilotes. Este recurso configura una solución medioambiental que traslada sus beneficios a la faz económica y social, por cuanto al presente no tienen valor monetario alguno y con ellos es posible construir componente para atender la demanda de viviendas de interés social.

En las recientes jornadas realizadas en el CCIR para el lanzamiento de la Bolsa de Subproductos de la Región Central de Santa Fe, se mostraron algunos procesos de reutilización de residuos como materia prima de otros procesos. Este cambio de enfoque, reemplaza la caracterización de “residuo” por “Subproducto” o materia prima para otro proceso, es lo que busca impulsar la bolsa de subproductos, que operativamente intentará conectar quien tiene el “subproducto” con aquel que desee usarlo como materia prima para su proceso o desarrollar uno nuevo. Este puede ser el caso de especímenes como ser ladrillos, baldosas, entre otros, utilizando estos barros de excavación, como material de baja resistencia controlada (MBRC).

3.- METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló según el siguiente proceso metodológico:

- Ubicación del material de estudio y cuantificación del material disponible.
- Definición de las variables de estudio. Identificación de la unidad de análisis tomando como patrón los bloques realizados con barros de excavación estabilizados con cemento.
- Caracterización del material seleccionado y utilizado.
- Determinación del porcentaje de cemento que se utilizará para estabilizar el suelo.
- Análisis de los requisitos de ensayos.
- Investigación de ensayos en casos de estudio similares.
- Diseño de metodología para resguardo y almacenaje.
- Confección de planillas para la recolección de datos con codificación de las muestras para su mejor identificación.
- Aplicación de técnicas de estabilización de suelo con aglomerantes como el cemento, modificador de las características del suelo, obteniendo un material de mejor calidad. (Estas técnicas se vienen investigando y desarrollando en el mundo obteniéndose buenos resultados en los bloques de tierra comprimida).
- Análisis de distintas proporciones de cemento-tierra, la relación limo-arena presente en la tierra y la relación cemento-suelo-agua. A partir de esta etapa se adoptó las dosificaciones más apropiadas para la propuesta.

4.- IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS Y DE LAS VARIABLES

Las muestras se identificaron según proporción en peso y tipo de componentes (cemento, agregado fino, hormigón reciclado y agua). En dicho análisis se consideraron las siguientes especificaciones:

- | |
|---|
| <p>→ M_1 : suelo + arena + cemento + hormigón reciclado+ agua.</p> <p>→ M_2 : suelo + arena fina + cemento+agua</p> |
|---|

Posteriormente se determinaron las variables y su incidencia en las propiedades de los especímenes con el objetivo de optimizar las mezclas y los modos de ejecución.

Para la determinación de las dosificaciones utilizadas en los diferentes prototipos se trabajó con los siguientes criterios:

- Para los especímenes M_1 se tomó el peso del cemento con relación al peso seco de la suma de (suelo+arena+reciclado),
- Para el caso de los prototipos M_2 se consideró el peso del cemento (suelo+arena).
- La propuesta se ha orientado a lograr especímenes tales como ladrillos y baldosas utilizando mayor proporción de suelos finos tras el objetivo de tornar aprovechable en el mayor grado posible el suelo del lugar, por tratarse del recurso natural más abundante en la región, sin costo y que no cuenta con una deposición final aceptada.

En la Tabla 1 se muestran las proporciones utilizadas:

Tabla 1- Dosificaciones de los prototipos

MATERIALES	M1 ⁸	M1 ¹⁰	M2 ⁸	M2 ¹⁰
Cemento CPN40	8	10	8	10
Suelo	33,65	32,24	33,65	32,24
Arena Silícea	29,88	28,63	59,76	59,76
AR 25	29,88	28,63	0%	0%
% real de cemento en relac. al peso seco de (suelo+arena+AR)	7,04	11,73	-----	-----
% real de cemento en relac. al peso seco de (suelo+arena)	-----	-----	7,04	11,73
% real de cemento en relac. al peso seco del total de la mezcla	6,58	10,50	6,58	10,50

4.1.- MATERIALES UTILIZADOS:

Se partió de trabajos realizados anteriormente en el Laboratorio de Ingeniería Civil^{(9),(10)} de la Facultad Regional Rafaela de la UTN sistematizando el curado y los ensayos, obteniendo comportamientos físicos y mecánicos según las exigencias de la normativa vigente.



4.1.1- Suelo: Se procedió a secar los barros de excavación profundas para pilotes (mezclas de cota -2,00 m a -13,00m), siendo posteriormente triturados y tamizados. Se caracterizaron dichos barros identificando las variables y su incidencia en las propiedades de los especímenes, con el objetivo de lograr la mejor estabilización y los modos de ejecución.

Tabla 2 . Caracterización de lo suelos

Determinaciones	Ensayos clasificación	Suelos profundos (barros de excavación)
Límite de Atterberg	LL	32,29
	LP	24,10
	IP	8,20
Clasificación	SUCS	ML (Limos inorgánicos de mediana compresibilidad)
Sulfatos	Determinación de azufre inorgánico	S = 119,2 mg S/100g suelo SO ₄ ⁼ 357,6 mg SO ₄ ⁼ /100 g de suelo

4.1.2.- Arena: Se aportó como agregado natural arena silíceo mediana del río Paraná (Santa Fe) la que fue acopiada en estado seco preservándola del humedecimiento debido a condiciones atmosféricas y de la contaminación con material orgánico.

4.1.3.- Reciclado: De la trituración del hormigón recogido se obtuvieron tres tamaños de agregados, designados en función de su tamaño máximo (T.M.) AR 37,5; AR 25,4 y AR 9,5 caracterización realizada en el Laboratorio de Ingeniería Civil¹¹. Se utilizó agregado fino proveniente de hormigón triturado, utilizado como reciclado en la mezcla el tipo AR 9,5.

4.1.4.- Cemento: Se utilizó cemento portland CPN 40 al que no se le incorporó aditivos de ninguna índole.

4.1.5.- Agua: Se utilizó agua potable guardando las mismas exigencias que las demandadas para la elaboración de hormigones (Reglamento CIRSOC 201; Norma IRAM 1601). La cantidad de

⁹ - SÁNCHEZ S, BEGLIARDO H., CASENAVE S., M. FORNERO, SCHUK J. LSCC elaborados con barros de excavación para pilotes 10 PANIGATTI, M. C, BEGLIARDO, H; GRIFFA, C.-"Relevamiento de residuos en la ciudad de Rafaela y Departamento Castellanos-Santa Fe", 4° Encuentro PROCQMA, San Rafael (Mza), 2006.

¹¹ Reciclado de hormigones sin preselección en origen, Autores: Tonda, Marcelo; Begliardo, Hugo; Panigatti, María Cecilia,

agua que se utilizó se definió en base a la trabajabilidad deseada de la mezcla, la que correspondió esencialmente al de una masa fluido-viscosa, por lo que el porcentaje en peso de la mezcla varió de un 20% a un 27%.

4.1.6.- Cemento: Se utilizó cemento Portland MRS, trabajándose con el 8% y 10% de cemento en peso de suelo seco.

5.- CURADO:

Para asegurar un fraguado eficiente, se protegieron los especímenes del sol y la lluvia cubriéndolos con un nylon de 4 micrones, sometiéndolos a un riego de agua en forma de fina lluvia durante 7 días en la cámara húmeda del laboratorio. Todas las muestras de prueba fueron almacenadas en un cuarto de curado, extrayéndose a media que se realizaban los ensayos. (Foto 1).



6.- ELABORACIÓN DE LOS PROTOTIPOS:

6.1.- DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA:

Para la ejecución de la investigación se realizaron 3 pastones para cada dosificación por lo que se confeccionaron 54 prototipos teniendo un total de 216 especímenes en sus diferentes variantes (ladrillos, probetas cilíndricas, probetas cúbicas, y baldosas).

Tabla 3. Prototipos

Tipo	M1 (8%)	M1 (10%)	M2 (8%)	M2(10%)	TOTAL
Probetas Cilíndricas	15	15	15	15	60
Baldosas	15	15	15	15	60
Probetas cúbicas	9	9	9	9	36
Ladrillos	15	15	15	15	60
TOTAL	54	54	54	54	216

7.- ENSAYOS:

Se evaluaron los protocolos existentes de ensayos normalizados para materiales tradicionales y se determinaron los siguientes ensayos según se detallan en la Tabla 4

Tabla 4. Tipo de ensayo s/ tipo de probeta

Prototipo	Ensayos	Tiempo
Probetas Cilíndricas	Compresión	7, 14 y 28 días
	Tracción por compresión diametral	28 días
Baldosas	Flexión	28 días
Probetas cúbicas	Compresión	7, 14 y 28 días
Ladrillos	Compresión	7, 14 y 28 días
	Flexión	28 días
	Adherencia	28 días

7.1.

Descripción de los ensayos:

En el laboratorio de Ingeniería Civil se hicieron los siguientes ensayos: Identificación de suelos (Límites de Atterberg y clasificación según Casagrande S.U.C.S.).

Identificación de los suelos en trabajo de campo.

Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos inorgánicos (extracción con KH_2PO_4 y determinación de sulfato por Método Turbidimétrico con espectrofotómetro a 420 nm).

Caracterización física del agregado natural y reciclado¹²: Tanto los agregados naturales como el reciclado fueron sometidos a ensayos para su caracterización registrándose sus valores en la Tabla 5 y Tabla 6. En los agregados reciclados, dada su porosidad en relación a las arenas se halló la evolución de la absorción en el tiempo, factor que ha sido de utilidad para regular la consistencia y tiempo de amasado de los pastones para la realización de los especímenes. Por lo expuesto se consideró que el tiempo de 10 minutos es un buen criterio de amasado de los pastones.

Tabla 5. Caracterización física del agregado natural y reciclado

Designación	T.M (mm)	M.F	Absorción		
			5 minut.	10 minut	25 hs.
AN (Arena)	--	2,54	--	--	0,18%
AR 37,5	37,5	7,73	3,11%	3,66%	4,43%
AR 25	25,4	6,55	3,56%	4,37%	5,19
AR 9,5	9,5	3,9	--	--	8,46%

Observaciones:

AN: Arena

AR: Agregado reciclado

Tabla 6: Mortero adherido en el agregado reciclado

Designación	Mortero adherido (%)
AR 37,5	17,34
AR 25,4	41,83
AR 9,5	65,72

▪ Método de ensayo Estándar para Consistencia de Flujo en Materiales de Baja Resistencia Controlada (MBRC): Para determinar la consistencia de flujo del MBRC fresco se tomó como documento de referencia los Estándares de la norma ASTM (C 143 Método de Ensayo para Revenimiento del concreto de cemento Hidráulico). Este método es recomendable para mezclas que contienen solamente arena o bien agregados inferiores a 19;0 mm y aporta un procedimiento para determinar la fluidez de la mezcla. La consistencia de flujo, es una medida de la extensión de un predeterminado volumen de MBRC lograda mediante la remoción del cilindro de flujo dentro de un tiempo especificado. Debido a que el MBRC se extiende puede ocurrir segregación por lo que la medición se realiza sobre la mezcla cohesiva en la dirección de dos diámetros perpendiculares entre sí. Se procedió como lo describe la norma tomando como medida definitiva el promedio de ambas. Para mezclas fluidas sin requerimiento de vibración el diámetro promedio del círculo típico esta comprendido entre los 20 a 30 cm., tomando en el trabajo como valor de fluidez de los pastones un diámetro promedio comprendido entre los 20 y 22 cm.

Foto 2 . Consistencia de Flujo



8.- PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN

El procedimiento utilizado fue realizado siguiendo los siguientes pasos:

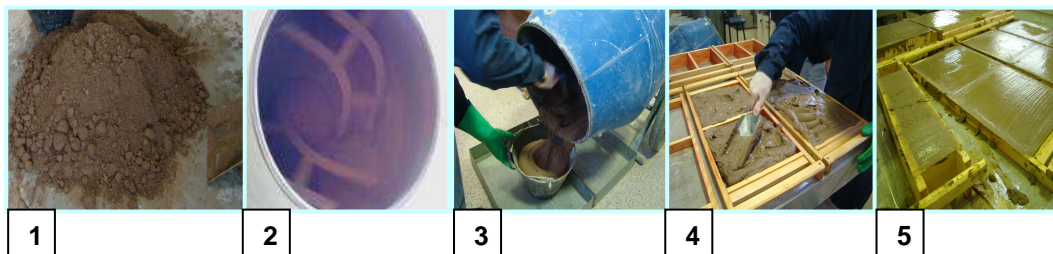
Como premisas de trabajo se consideró

- Para cada diseño de la mezcla (M1 Y M2) se elaboraron pastones según la Tabla 1 y determinándose la humedad de sus componentes.

¹² Idem (1)

- Para una mejor homogeneidad del producto se tomó como criterio colocar en la hormigonera primeramente la arena, luego el suelo y el cemento procediendo al mezclado en seco. Una vez lograda la homogeneidad se le adiciona el agua en la proporción establecida para un valor de fluidez comprendido entre 20 y 22 cm.
- Una vez incorporada el agua se deja en funcionamiento la hormigonera por 10 minutos, para posteriormente dejar descansar la mezcla por el término de 7 minutos, reanudando el mezclado por el término de 5 minutos. Antes de proceder al llenado de los moldes se determina el valor de fluidez del pastón.

Foto 3 - Proceso de fabricación



9. ENSAYOS Y RESULTADOS:

9.1. Probetas cilíndricas: M1c y M2 c

9.1.1.- **Compresión simple:** Los cilindros ensayados a compresión simple tienen las siguientes dimensiones 10 cm de diámetro y 20 cm de altura.

Tabla 6 . Ensayos de compresión simple (kg/cm²)

Muestra	7 días	14 días	28 días
M1 ¹⁰ c	14,32845	21,8242	33,944
M1 ⁸ c	10,39532	16,1936	20,769
M2 ¹⁰ c	12,6570	19,617	26,3668
M2 ⁸ c	9,864	12,3574	19,9770



Foto 2. E. Compresión

9.1.2.- Tracción por compresión diametral

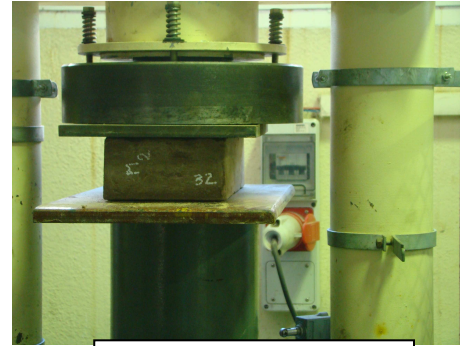


Muestra	Tracción p/compresión diametral (kg/cm ²)
M1 ¹⁰ c	7,961
M1 ⁸ c	4,291
M2 ¹⁰ c	6,645
M2 ⁸ c	3,766

9.2. - LADRILLOS: M1_L y M2_L

Muestra	7 días	14 días	28 días
M1 ¹⁰ c	23,338	35,443	59,031
M1 ⁸ c	21,081	30,437	36,782

M2¹⁰ c	20,384	32,241	52,812
M2⁸ c	17,006	27,573	35,449



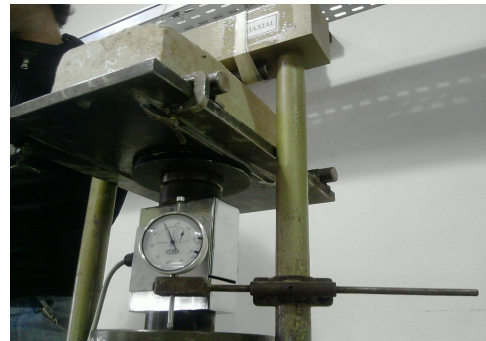
Compresión Simple

9.2.1.- Compresión simple:

9.2.2.- Flexión

Flexión (kg/cm2)

Muestra	Flexión (kg/cm2)
M1¹⁰ c	3,112
M1⁸ c	3,024
M2¹⁰ c	2,965
M2⁸ c	1,679



Ensavo de Flexión

9.2.3.- Esfuerzo de adherencia por corte:

Tabla 7 . Adherencia

Muestra	Resistencia (Kg/cm2)
M1¹⁰ c	1,36
M2¹⁰ c	1,063



9.3- PRISMAS: M1 p y M2 p

9.3.1.- Compresión simple

Tabla 8. Compresión simple

Muestra	7 días	14 días	28 días
M1¹⁰ c	12,175	19,331	33,213
M1⁸ c	14,673	18,853	19,972
M2¹⁰ c	11,904	16,854	31,516
M2⁸ c	10,702	13,311	19,451



Compresión Simple

9.4. BALDOSAS M1 b y M2 p

Las baldosas fueron elaboradas sin capa de desgaste (Foto 3) con excepción de seis de ellas que se prepararon con capa de desgaste (Foto 4) elaborada en el mismo momento que se coló la capa de base. En tres de ellas en la mezcla de la capa de desgaste se colocó suelo zarandeado (Tamiz N° 100) según la siguiente proporción en volumen 1:1:2 (1: cemento; 2: arena; 1: suelo), adicionándole ferrite para darle coloración. Las baldosas realizadas con capa de desgaste luego de 48 de fabricación fueron sumergidas en agua para su curado durante 5 días.



Foto 3



Foto 4

9.5. INMERSIÓN EN AGUA:

Se colocó en agua un trozo de cada uno de los prototipos ensayados (M1 Y M2) durante 20 días y posteriormente se dejan secar en ambiente de laboratorio.



10 - CONCLUSIONES

- Aspectos generales de los resultados:

- Los resultados obtenidos, son considerados positivos para prototipos con mayor contenido de cemento.
- La presencia de sulfatos en suelos o en el agua torna aconsejable el empleo de un cemento resistente a ellos y además es aconsejable realizar la trazabilidad en el tiempo del aspecto de los especímenes sumergidos en agua y sin sumergir.
- Debido a la humedad registrada en el centro de las probetas ensayadas a los 28 días (aprox.20 %) es recomendable comenzar con los ensayos a los 28 días y no a los 7 días como fue propuesto en la investigación.
- Si bien las probetas presenta bordes bien definidos, un corte transversal realizado a las mismas deja ver una falta de homogeneidad en la estructura del prototipo. Esto se puede traducir en un borde de aproximadamente 5 mm de un color más claro que en el centro y cuya dureza es menor sin modificar su aspecto exterior de contornos firmes. Esto hace inferir la necesidad de reducir el agua de amasado o bien trabajar con aditivos del tipo fluidificantes.

- La adición de agregado reciclado (M1) a la mezcla de suelo cemento permite obtener un material que reúne las siguientes ventajas:

- Mínimo cambio volumétrico por pérdida de humedad en el orden del 1,06% en la dirección de la arista mayor (29,5). Inalterabilidad al sumergirlo en agua.
- Para un contenido del 10 % de cemento se logra una resistencia a la compresión a los 28 días del orden de 59,031 kg/cm² siendo similar o superior a la del ladrillo común de arcilla cocida (40 kg/cm²). Para una estabilización del orden del 8% (valor real del 6,58%) presentan menor resistencia, 52,812%, es decir es un 10,54% menor.
- Los especímenes cuyo contenido de agua fue menor utilizándose una regla para nivelar la superficie debido a que la fluidez no era suficiente para autonivelarse presentaron mayor resistencia a la compresión a los 28 días (Ej. M1 con 10% de cemento y 20% de agua: Ladrillos: 61,5 Kg/cm²; Cilindros: 33,3 kg/cm², Prismas: 30,52 Kg/cm²) que aquellos cuyo contenido de agua era mayor y su autonivelación es automática luego de ser volcada la

- mezcla en el molde. (Resistencia a la compresión a los 28 días, M1 10% de cemento y 27% de agua : Ladrillo: 59,03 kg/cm²; Cilindros: 33,94 Kg/cm²; Prismas: 33,21 kg/cm²)
- Para los prototipos elaborados sin el agregado reciclado (M2 10%) presenta características diferenciadas con respecto a los que se les incorporó agregado reciclado, marcando las siguientes diferencias:
 - Al igual de los pastones del tipo M1 presentan sensiblemente mayor cambio volumétrico en el orden del 1,13% en la dirección de la arista mayor (29,5).
 - Inalterabilidad al sumergirlo en agua para prototipos con 10 % de cemento.
 - Poca estabilidad de las aristas en los especímenes M2 estabilizados con el 8% de cemento.
 - Para un contenido del 10 % de cemento se logra para los ladrillos una resistencia a la compresión a los 28 días del orden de 52,81 kg/cm² siendo similar o superior a la del ladrillo común de arcilla cocida (40 kg/cm²). Para una estabilización del orden del 8% (valor real del 6,58%) presentan menor resistencia, 35,45%, es decir es un 32,88% menor no recomendado para su elaboración.
 - Para aquellas probetas con menor contenido de agua presenta igual comportamiento que las probetas M1.
 - Los ensayos de adherencia realizados para los especímenes M1 y M2 presentan una línea de falla sobre la capa superficial de 5 mm mencionada anteriormente por lo que este aspecto es para considerar al momento de determinar el contenido de agua de los pastones. (Tabla 7)

Los resultados alcanzados presentan los avances sobre un proyecto de investigación de mayor envergadura a futuro utilizando aditivos que permitirán reducir el contenido de agua reduciendo las patologías mencionadas y mejorando la adherencia entre las piezas.

Para las baldosas se recomienda un curado igual que las baldosas denominadas "calcáreas", es decir, sumergirlas en agua luego de haber transcurrido 48hs de su elaboración. La capa de desgaste le aporta resistencia no obstante se recomienda colocarlos sobre una base firme.

Para dosificaciones del 10% de cemento con la incorporación de agregado reciclado, una variable a tener presente es el buen acabado superficial de los especímenes, pudiendo utilizarlos para la realización de mampostería de ladrillos con igual técnica que la mampostería tradicional de ladrillos a la vista con junta rasada.

El aumento de la población de datos permitirá determinar valores característicos, útiles para elaborar normativas sobre este material y particularmente interesante resulta el aprovechamiento de dos residuos de construcción y demolición, como son considerados en la región los barros de excavación de pilotes y los RCD proveniente de las obras civiles. Este recurso configura una solución medioambiental que traslada sus beneficios a la faz económica y social, por cuanto al presente no tiene costo alguno y con ellos es posible construir ladrillos para atender la demanda de viviendas de interés social.

11.- BIBLIOGRAFIA

- PANIGATTI, M. C, BEGLIARDO, H; GRIFFA, C.-"Relevamiento de residuos en la ciudad de Rafaela y Departamento Castellanos- Santa Fe", 4º Encuentro PROCQMA, San Rafael (Mza), 2006.
- SÁNCHEZ S, BEGLIARDO H., CASENAVE S., M. FORNERO, SCHUK J. **LSCC** ELABORADOS CON BARROS DE EXCAVACIÓN PARA PILOTES. 978-950-42-0101-4.
- Revista del ISCYC (INSTITUTO Salvadoreño del Cemento y del Concreto) Año 10, Número 39. Diciembre 2005. (www.iscyc.net). 32 p
- Comportamiento de Mezclas de Suelo – Cemento Fluido. Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano. Viceministerio de Obras Públicas, unidad de investigación y desarrollo vial. San salvados (Rep. de el Salvador).
- SÁNCHEZ, M.; BEGLIARDO, H.; CASENAVE, S; SCHUCK, J. "Elaboración de bloques de suelo cemento con barros de excavación para pilotes", 978-85-86036-41-5, 2008.
- CASTRO _ ULLOA, F.O., JIMÉNEZ _ DURÁN, P.O., POCASANGRE _ ALVARADO, A.R., [2000]. "Estudio técnico económico para la fabricación de ladrillo de suelo-cemento y agregado de peso ligero, como posible sustituto del ladrillo de barro, para evitar el deterioro ambiental," Tesis, Universidad de El Salvador, San Salvador, 300p.
- TERZAGHI, Karl- PECK, Ralph B.. Mecánica de Suelos. El Ateneo. Argentina

- JIMÉNEZ SALAS, José A. . Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones en la Tecnología. Dossal España.
- BOWLES, Joseph E. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil McGraw-Hill Latino Americana S.A.
- OTTAZZI PASINO Gianfranco- MARTINS NEVES, Celia M.- Bargas Neumann, Julio- Ribas Hermelo, José-
- BERRETTA, Horacio - GATANI, Maria. Ladrillos de Suelo Cemento. Publicación del Centro Experimental de la Vivienda Económica. Córdoba, Argentina
- INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO. Construcción con Suelo Cemento. Publicación. Buenos Aires, Argentina, 1993.

12.- AUTORES

Directora

- Sánchez, Mirta Amalia: Ing. En Construcciones, Especialista en Metodología de la Investigación Científica y Técnica, Profesor Titular Ordinario de la cátedra Ingeniería Civil II. Investigadora. Investigador UTN Categoría C.

mirta.sanchez@frra.utn.edu.ar; msanchnp@yahoo.com.ar

Codirector

- Begliardo, Hugo Félix, Ingeniero Civil, Profesor Asociado Ordinario de la cátedra Análisis Estructural I de la carrera de Ingeniería Civil. Director del Laboratorio de Ingeniería civil de la FRRa-UTN. Investigador UTN Categoría D.

hfbegliardo@wilnet.com.ar; hugo.begliardo@frra.utn.edu.ar

Investigador:

- Casenave, Silvia Noemí. Ingeniera en Construcciones. Especialista en Docencia Universitaria. Profesor Asociado de la cátedra Estructuras de Hormigón de la carrera de Ingeniería Civil. Investigadora. Investigador UTN Categoría C.

silvia.casenave@frra.utn.edu.ar; casil@arnet.com.ar

BTC ADICIONADOS CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE MUCÍLAGO DE NOPAL Y SÁBILA EN EL AGUA DE MEZCLADO

Dra. Yolanda Gpe. Aranda Jiménez
Universidad Autónoma de Tamaulipas
yoli212@yahoo.com.mx

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras clave: BTC, mucílago, acíbar

RESUMEN

La presente investigación presenta el uso de mucílago (líquido viscoso que se encuentra en diferentes vegetales) y acíbar, principalmente de nopal y sábila, con el objeto de comprobar científicamente si se mejoran las características físico-químicas de los BTC estabilizados con cemento Portland, al emplearlo como aditivo en concentración en el agua utilizada para su fabricación.

1. INTRODUCCION

La problemática de la vivienda en México implica una conjunción de factores que deben ser analizados bajo la perspectiva de diversas disciplinas tanto sociales, políticos, económicos, demográficos, culturales, tecnológicos, entre otros.

Tanto las políticas gubernamentales como la producción de vivienda por parte de los principales promotores del país, no se han caracterizado por tratar de atacar el problema desde el punto de vista de innovación de materiales sustentables y económicos que permitan abatir el costo de la vivienda. Es claro que en los últimos años la oferta de la vivienda supera la demanda, debido a que los créditos no están al alcance de quienes verdaderamente tienen la necesidad. Esta investigación se inserta dentro de la producción nacional de vivienda en la Producción Social y como una alternativa tecnológica y sustentable.

La construcción con tierra es tan antigua como la humanidad, siendo el material primordial en aquellas regiones donde hay escasez de recursos y vivienda. En la actualidad, un tercio de la humanidad vive en viviendas de Tierra y en países en proceso de desarrollo más de la mitad de sus viviendas son de Tierra. Se estima por el Centro para Asentamientos Humanos de las Naciones Unidas (UNCHS) que el suministrar vivienda de bajo costo y de materiales durables es uno de los principales retos en aquellos países. En México la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), ha estimado una necesidad de edificación de 766,000 viviendas anuales hasta el 2030, y la construcción a base de bloques de tierra comprimido sería una posible solución a este problema, por ser un material económico, pero presenta, para las características de ciertas regiones húmedas en nuestro país, algunas desventajas como lo son: su debilidad ante el agua y durabilidad. Maldonado R L(2002).

Ancestralmente sin comprobación científica se han utilizado savias vegetales. Una sustancia que podría agregarse durante la elaboración del bloque de tierra comprimido (BTC) estabilizado, podría ser las provenientes de algunas cactáceas, esto con la finalidad de mejorar propiedades del material como la permeabilidad y resistencia.

La relevancia social de este estudio estriba en que si se logran mejorar las características de este material ante la humedad que es una de sus principales debilidades, se utilizaría en programas de producción social de vivienda con una mayor aceptación por parte del usuario, ya que es un material económico debido al reducido costo de la materia prima básica, la tierra, comparado contra el block de concreto y no requiere de tanta energía si se utilizan las prensas manuales para su fabricación.

2. Objetivo General:

Demostrar que el mucílago de nopal forrajero tunero (*Opuntia ficus-indica* y *opuntia rastrera*) y sábila (*Áloe vera barbadensis*) agregados al agua de mezclado por separado, mejoran las características físico-mecánicas de los BTC siendo especialmente importante la resistencia a la absorción de agua, con el fin encontrar materiales alternativos que sean económicos y aporten soluciones al problema de vivienda en México.

3. Estado del Arte:

Se realizó la pertinencia de originalidad y aportación del presente estudio bajo la verificación de otros estudios realizados al respecto. A continuación se mencionan algunos de ellos.

En la Universidad de Checoslovaquia en Praga, Jan Ruzika para obtener su tesis doctoral realizó una investigación sobre el comportamiento de los bloques de tierra prensados y estabilizados en estado seco y húmedo para determinar si la compresión es la que determinaba la resistencia o la adición de estabilizantes como cemento Pórtland y cal y los porcentajes de estabilización. De igual manera se preguntó ¿cuál era el comportamiento de estos bloques estabilizados de manera húmeda? Para determinar si mejoraban o si era la compresión más importante que la adición. Se lanzó una serie de 150 bloques curados y unos a las 6.3 semanas de elaborados y otros hasta las 77.3 semanas, para cada uno de los grupos, es decir, secos y húmedos, estabilizados con cemento, y estabilizados con cal, y los estudios arrojaron que bajo condiciones de alta humedad, la adición de cemento o cal a los BTC mejora significativamente su comportamiento. El período de la investigación duró desde el 2001 hasta el 2003.

Carmen Sáenz en: Producción industrial de productos no alimentarios, Capítulo 7 de los Cuadernos Técnicos de la FAO, 2006, cita a varios investigadores que han estado utilizando el hidrocoloide del nopal para diversos usos en construcción, a saber: en Perú, Ramsey en 1999 estudió el uso de goma o mucílago de cladodios de nopal para estabilizar bloques de adobe, comparándolo con la cal; los resultados obtenidos no fueron exitosos como se esperaba, probablemente debido a que las dosis empleadas fueron del 10%. La metodología utilizada para preparar la goma de nopal como estabilizante, consiste en limpiar y remojar en agua los cladodios (1:1 en peso); las mejores condiciones de remojo fueron 18 días a 15 – 20 °C (82 - 92 por ciento HR) o entre 7 y 14 días a 20-25 °C (77 - 88 por ciento HR). Del mismo modo, Cárdenas *et al.* (1998) efectuaron ensayos preliminares acerca del uso de jugo de nopal en pastas de Ca(OH)₂, indicando que su incorporación vuelve más débil la textura de la cal, así mismo a señalado que desde hace muchos siglos se agrega jugo de nopal como un adhesivo orgánico a la cal para restaurar y proteger edificios históricos en México.

Torres-Acosta *et al.* (2007) también analizaron la adición de mezclas de nopal y *Aloe vera* en el concreto, como un modo de aumentar las propiedades anticorrosivas al entrar en contacto con el acero.

Por su parte, Hernández y Serrano (2003), en un estudio sobre adición de mucílago de nopal liofilizado a morteros ampliamente usados en la construcción, observaron que la adición de 0,5 g de mucílago liofilizado mejoraba las características mecánicas de la mezcla, con una mejor resistencia a la compresión que los controles sin mucílago de nopal. La mezcla de yeso + arena sílice + mucílago de nopal liofilizado mostró un esfuerzo a la compresión de 151,8 Kg./cm² a los 28 días, en comparación con el control que fue de 125,6 Kg./cm².

La investigación, *Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento Portland Ordinario CPO 20 al 6% y reforzados con fibra de coco, para muros de carga en Tampico (Roux, 2002)* muestra diversos análisis realizados *insitu* de muros fabricados con BTC estabilizados con cemento Pórtland y utilizando un refuerzo a base de fibra de coco, los resultados obtenidos muestran ventajas en las características del BTC al estabilizarlo con cemento pero no así al utilizar fibra de coco.

En el Congreso Internacional de construcción con Tierra TerraBrasil 2008,, Branga, L., Medeiros, V., Santana, M. (2008) presentan: Caracterización de adobe estabilizado con almidón de mandioca cuyos principales componentes de la mandioca se encuentran la amilasa y la amilopectina (mismos que contiene el mucílago de nopal), resultando positivo su trabajo para un 8% de estabilización con este producto para los adobes.

El mucílago de nopal contiene principalmente dos polímeros naturales orgánicos: la amilasa (polímero de la glucosa con unión 1-4 de tipo α consigo misma) y amilopectina (polímero también de la glucosa pero con uniones 1-6), para el caso de los vegetales; y polisacáridos compuestos por D-manosa y D-galactosa, para el caso de las leguminosas. (Masschelein-Kleiner, L. 1995).

Estos polímeros podrían mostrar efectos cohesivos entre partículas a diferencia de diversas sustancias no poliméricas.

El acíbar es el jugo obtenido a partir de las hojas de sábila presenta una apariencia mucilaginoso, glutinoso y de color amarillo verdoso oscuro.

La especie del género *Aloe* contiene una mezcla de glucósidos llamados Aloína colectivamente, la cual es el principio activo de la planta.

4. Metodología: La presente investigación tuvo por objeto responder a la pregunta:

¿Mejora el mucílago de nopal (*Opuntia rastrera* y *Opuntia ficus-indica*) y sábila (*Aloe vera barbadensis*) agregada al agua de mezclado por separado, las características físico-mecánicas de los BTC estabilizados con cemento Pórtland CPO 20 al 6%?

De acuerdo con el objetivo planteado, se analizó científicamente que la utilización del mucílago de nopal y sábila mejora efectivamente las características del material, mostrando que los BTC modificados cumplen los estándares para ser utilizados como material adecuado para la construcción de vivienda, se identificó la composición del suelo con el que se fabricaron los BTC, se determinó el porcentaje exacto de concentración en el agua de mezclado de los mucílago, se identificaron los diferentes índices de absorción de agua, porosidad y densidad ante las diferentes concentraciones de mucílago con el fin de estandarizarlos en una tabla que nos permitió tener indicadores, así se analizaron las diferentes características físicas: compresión seca y húmeda, abrasión o durabilidad, absorción de agua, porosidad, densidad, y las características químicas de: resistencia a los álcalis, ácidos y sales en las diferentes concentraciones de mucílago y acíbar, con el fin de encontrar materiales alternativos que sean económicos y durables, que aporten soluciones al problema de vivienda en México. Para tal efecto se prepararon varios lotes de BTC constituyendo el Universo, los cuales se dividieron por grupos dependiendo de las diferentes concentraciones, unos con mucílago y otros con acíbar.

4.1. Preparación de muestras

Se realizaron Bloques de Tierra comprimido a partir de una mezcla 2:3 de Arcilla-Medrano (Las relaciones se hicieron en **peso:peso**) a la cual se añadió cemento Pórtland CPO20 marca CEMEX como estabilizante equivalente al 6% (p/p) de la proporción y 6L de "líquido"; posterior a la homogenización de la mezcla se vertió esta al contenedor de una prensa hidráulica marca *Adobepres2000* y se compactó a una presión de 6 Mp durante 30 segundos. Una vez obtenido el bloque pasó al área de secado y curado por un periodo de 10 días.

El líquido utilizado se definió de acuerdo al tipo de BTC (Blanco o modificado) que se menciona a continuación.

4.2. BTC blanco

Para las muestras que llamamos **blanco** se añadió como **líquido** agua potable.

4.3. BTC Mucílago

Para las muestras que llamamos **modificadas** se añadió como **líquido** 6L de solución de agua potable y mucílago de nopal. La solución Agua-Mucílago de nopal se obtuvo a partir de una mezcla de pencas maduras de nopal en agua potable que se dejaron macerarse por un lapso de 5 días. Posteriormente se decantó la mezcla descartando el sólido precipitado. Se utilizaron por separado dos especies de nopal, ***Opuntia ficus indica*** (nopal verdura modificado y domesticado) y el segundo ***Opuntia rastrera*** (*nopal forrajero y tunero*). A las soluciones generadas se realizaron pruebas químicas.

Se realizaron pruebas físicas y químicas por separado a 10 bloques obtenidos aleatoriamente de cada lote producido.

4.4. Pruebas físicas:

Se realizaron pruebas de compresión seca y húmeda, abrasión, absorción de agua porosidad y densidad según la norma técnica colombiana NTC-5324, la NMX-C-404-ONNCE-2005 y la norma técnica brasileña NTB-13555.

Dado que los bloques no trabajaran solos sino como mampostería, se anexaron pruebas de durabilidad o prueba de campo y de cortante diagonal.

4.5. Pruebas Químicas

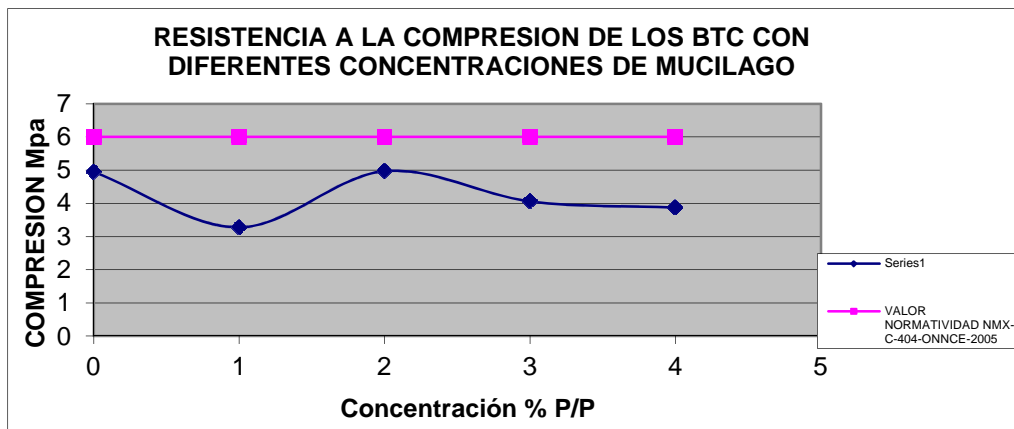
Debido a que los BTC una vez utilizados en la construcción tienen la posibilidad de verse expuestos a diversos componentes químicos naturales como acidez, salinidad, entre otros, se realizaron pruebas químicas esenciales que ahora se detallan:

Se determinó la Resistencia a los álcalis a partir de la norma mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993 y posterior gravimetría. Para la salinidad se lixivió una porción de sólido y al líquido obtenido

se determinó la concentración de cloruros a partir de la norma mexicana NMX-AA-073-SCFI-2001 y pH con la norma mexicana NMX-AA-008-SCFI-2000. A las soluciones de acíbar y mucílago se les determinó también la concentración de cloruros y pH con las normas anteriores además de la viscosidad por el método de Oswald.

5. Análisis de Resultados: La primera fase, consistió en capturar los datos obtenidos de cada una de las pruebas y vaciarlo al formato correspondiente, luego se elaboró el condensado de datos. Después para el análisis estadístico se seleccionaron las pruebas de varianza y la t de student, para contrastar los grupos. Dicho análisis fue realizado con el programa G Numeric, para posteriormente pasar a la interpretación de los resultados. A continuación se presentan las gráficas de los resultados obtenidos.

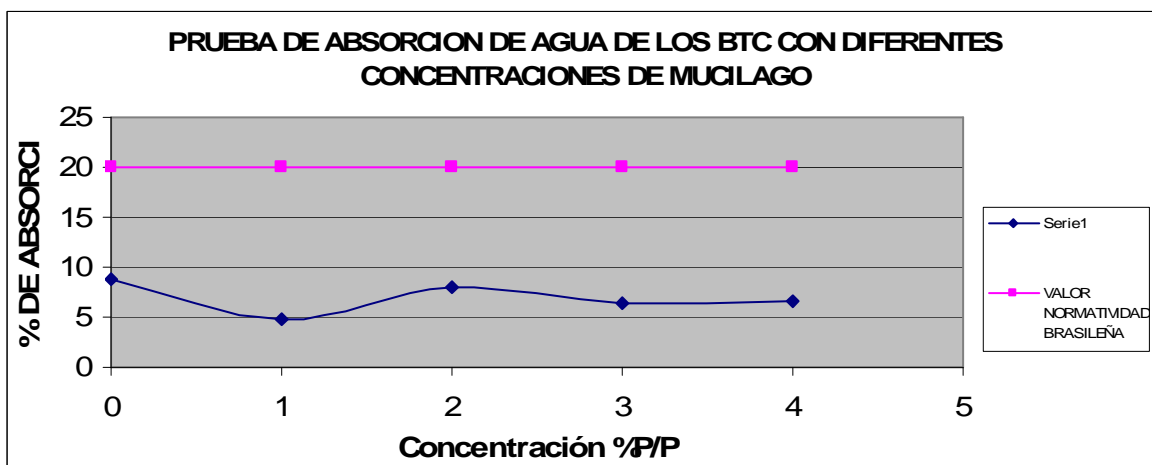
Mucílago de Nopal en bajas concentraciones del 1 al 4%



Gráfica 1 – Resultados de prueba de compresión seca para BTC (según la norma técnica mexicana NMX-C-404-ONNCE-2005)

En la gráfica 1 se puede observar los resultados de la prueba de compresión para BTC en donde se utilizó mucílago de nopal a diferentes concentraciones. Se puede notar que para este caso no se encuentran resultados con diferencia significativa, por lo tanto la producción de BTC con mucílago de nopal a bajas concentraciones (del 1% al 4%) no es recomendable, si lo que se busca es mejorar su resistencia.

La gráfica 2 indica que para las concentraciones experimentadas el porcentaje de absorción de agua está por abajo del valor normativo, sin embargo entre ellas no hay una diferencia significativa.

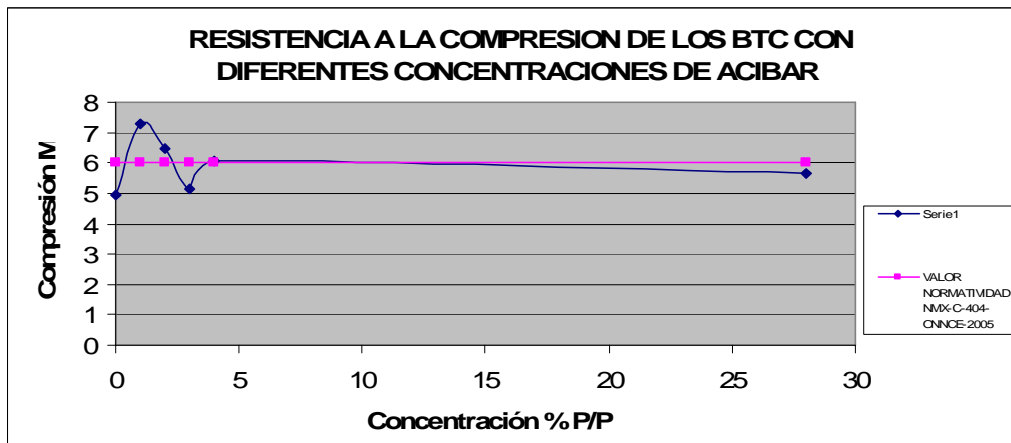


Gráfica 2 – Resultados de prueba de absorción de agua para BTC (según la norma técnica mexicana NMX-C-37-ONNCE-2005 para valores normativos y brasileña 13555).

De igual manera para las diferentes pruebas aplicadas como compresión húmeda, abrasión, porosidad y densidad los valores dieron por debajo de los valores normativos para el grupo de BTC de mucílago de baja concentración de 1 a 4%

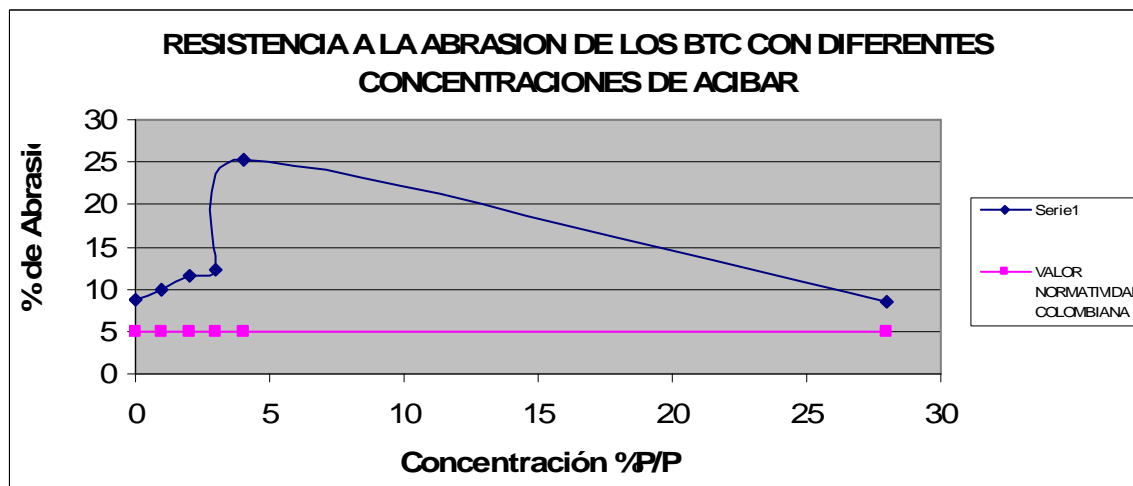
Aloe Vera o Sabila

En la gráfica 3 de BTC con diferentes concentraciones de Sábila, se observa para la compresión seca, los valores están por arriba del valor normativo.



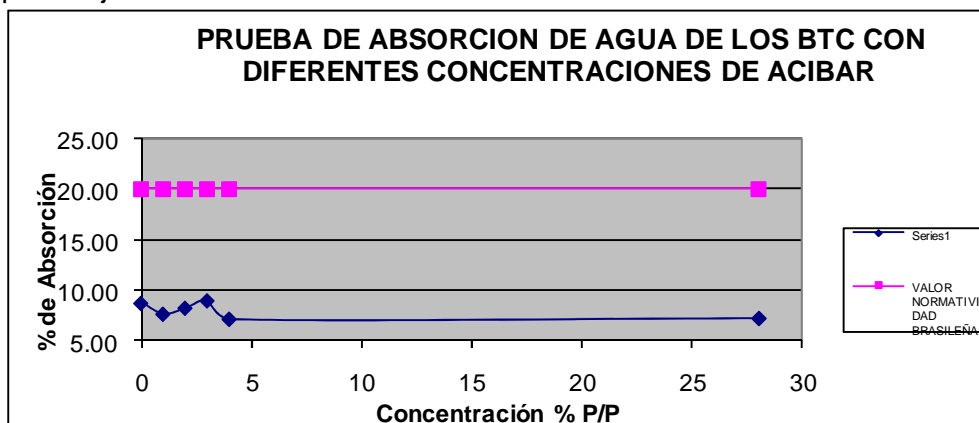
Grafica 3 – Resultado de la prueba de compresión seca de los BTC con acíbar de sábila. (según la norma técnica colombiana NTC-5324/3.4.1)

En la prueba de abrasión el comportamiento de los BTC supera el valor normativo, y comparativamente con los de mucílago la resistencia a la abrasión fue mayor.



Grafica 4 – Resultado de la prueba de abrasión de los BTC con acíbar de sábila. (según la norma técnica colombiana NTC-5324/3.4.3)

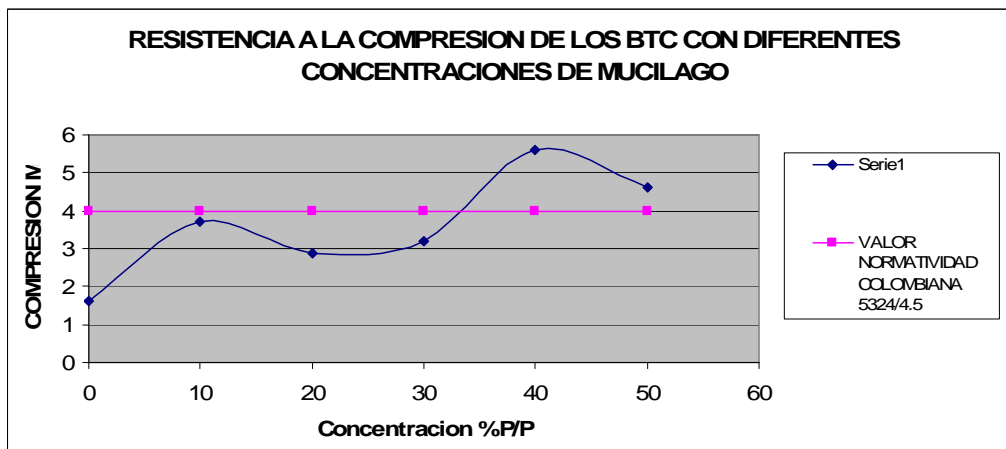
Para la prueba del porcentaje de absorción de humedad de los BTC elaborados con diferentes concentraciones de acíbar de sábila, se observa que el porcentaje de absorción de humedad está muy por abajo del valor normativo.



Grafica 5 – Resultado de la prueba de absorción de agua de los BTC con acíbar de sábila. (según la norma técnica brasileña 13555).

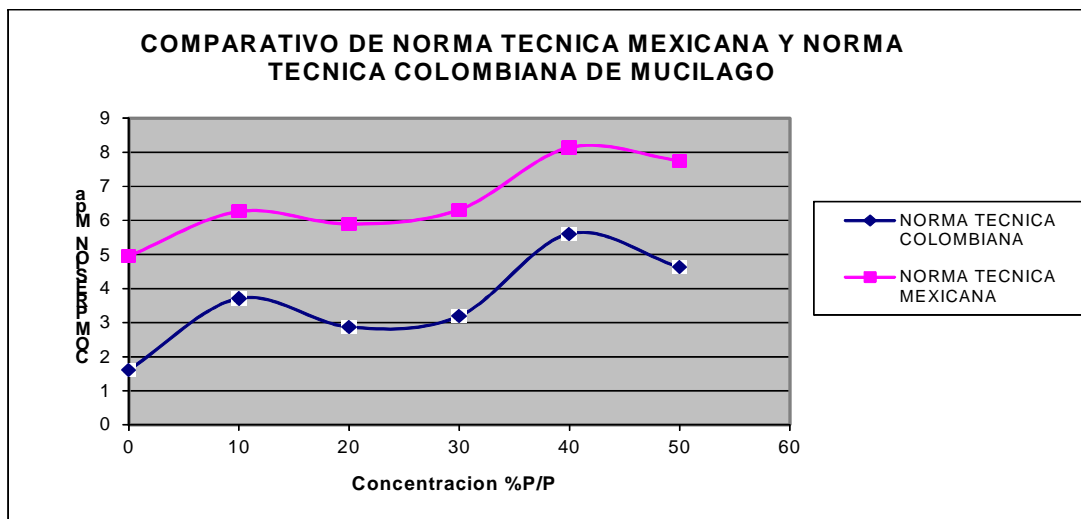
Para la prueba de porosidad se observa un comportamiento similar al de absorción de humedad y muy por debajo del valor normativo.

Mucílago de Nopal en altas concentraciones del 10 al 50%



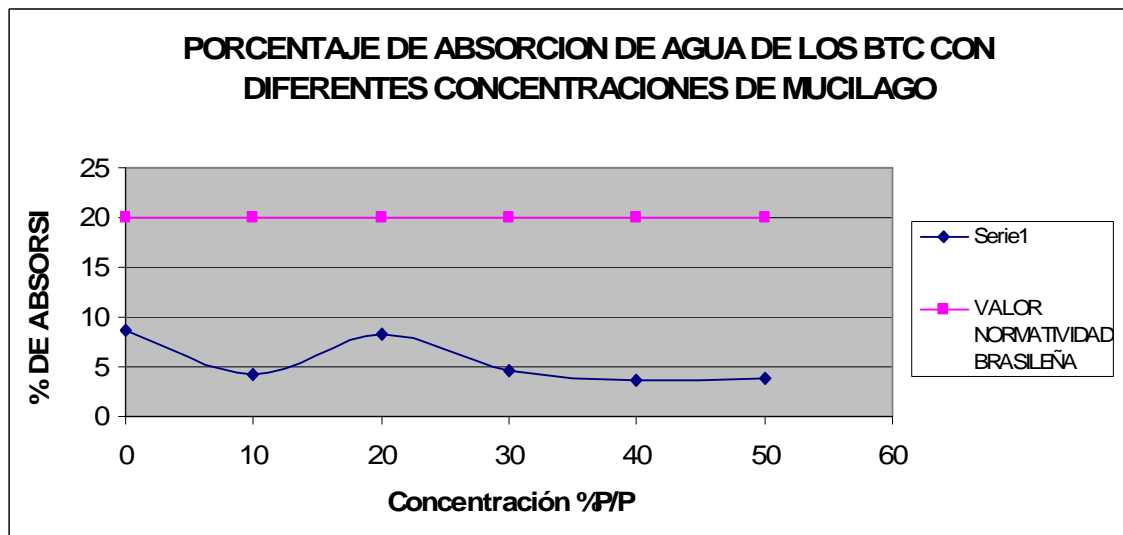
Gráfica 6 – Resultados de prueba de compresión seca para BTC (según la norma técnica colombiana NTC 5324/4.5

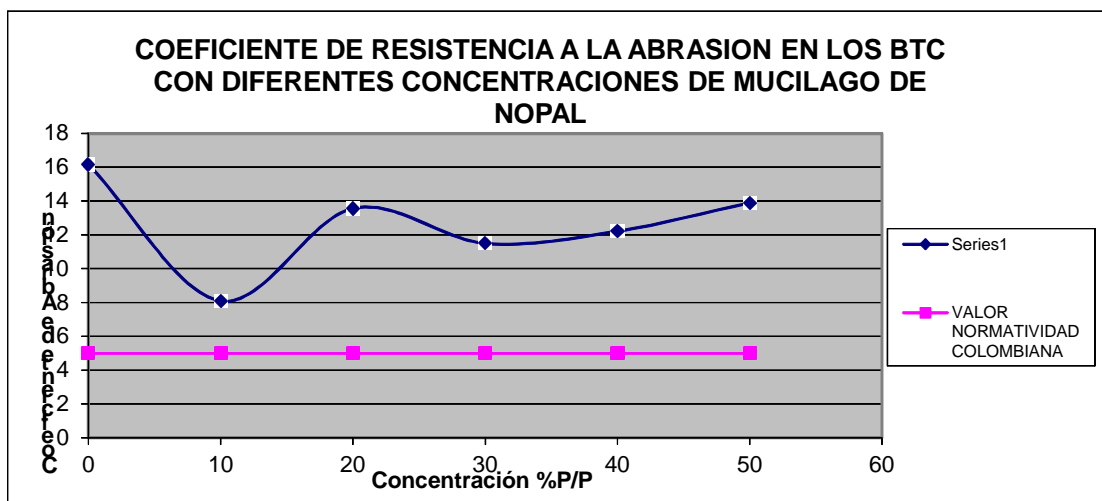
Donde se observa que la concentración del 40% supera el valor normativo.



Gráfica 7-Comparativo de ambas normas

Gráfica 8- Porcentaje de absorción de agua





Gráfica 9-Resistencia a la abrasión

5.1. Sobre las pruebas químicas

La viscosidad de las soluciones de mucílago a 27°C para la *Opuntia rastrea* forrajero fue casi **ochenta veces** más alta que el agua y treinta veces más que el mucílago concentrado de *Opuntia ficus indica* (verdura domesticado)

Para las soluciones concentradas de acíbar de sábila se obtuvo una concentración de cloruros de 919 mg/L y pH de 7.87 este pH, (como se verá más adelante, es mayor al de las soluciones de mucílago), a diferencia del agua potable utilizada para la preparación de la solución que fue de 85 mg/L y 7.37 de pH. Se obtuvieron salinidades de 142.5 mg/L a 180.00 mg/L para soluciones de mucílago concentradas, con respecto al pH en todos los casos fue menor de 7 (ácido). Sin embargo, los bloques en general tienen un pH mayor a 7 (básico). La acidez que presenta la solución agua-mucílago se neutralizará durante la mezcla con el suelo alcalino.

El bloque al final es alcalino, no reacciona con agua pero reacciona presentando efervescencia con ácido clorhídrico; esto quiere decir que los bloques deben mantenerse, en lo mayor posible, alejado de los ácidos. Cabe señalar que esta reacción también se presenta con la presencia de carbonatos en la muestra. Sin embargo, los bloques con mucílago, cuando la concentración de éste es del 1%, presenta una mayor resistencia a los ácidos a diferencia de los bloques blanco (sin solución de mucílago); en ambos casos **no sería recomendable exponer los bloques a medios ácidos extremos (como en laboratorios químicos)**. Por tanto, debido a las características de los bloques, presentan una mayor resistencia a las bases que a los ácidos, pero para los sistemas habitacionales no parece encontrarse ningún problema con ello.

La concentración de cloruros, en los bloques fabricados, es menor de 10mg/dm³, para la concentración baja de mucílago (1%) la concentración de cloruros no es perceptible para los métodos utilizados. Puede inferirse por tanto que no se temerá corrosión a objetos debidas a cloruro de sodio al menos a concentraciones de mucílago del 1%. Los bloques fabricados con acíbar tienen concentraciones menores a 10 mg/dm³ y pH en derredor de 9.7

6. Conclusiones y Recomendaciones:

Para las pruebas de 1 a 4% de mucílago:

En su mayoría no se cumplen las hipótesis para cada una de las pruebas.

Para las pruebas del 10 al 50% de mucílago:

En general el grupo que presentó mejor comportamiento en todas las pruebas fue el de 40% de mucílago, salvo para el caso de la prueba de abrasión.

Para las pruebas de 1 a 4% de sábila:

El grupo de mejor comportamiento fue el de 4%.

Si se compara el grupo del 40% de mucílago contra el de 4% de sábila en las pruebas de compresión seca y absorción de agua, el de mejor comportamiento en ambos casos fue el grupo de 40% de mucílago.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Braga,L., Medeiros, V., et.al. (2008). Terra Brasil 2008. VII Seminario de Construcción con Tierra. II Congreso de Arquitectura y Construcción con Tierra en Brasil. Universidad Estatal de Maranhao y Red Iberoamericana PROTERRA. Brasil.

Bravo-Hollis, H. (1978) Las cactáceas de México, Vol. 1 (2ª. Ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Briccoli, Rovero, et. al (2001). Natural Additives For Improving The Mechanical Properties And Durability Of Adobe Building Material . Materials Engineering. Vol. 12, no. 3, pp. 413-425.
Carballo, F., Gonzalez, G., et.al. (2008) Beneficios del nopal en diversas enfermedades. Recuperado el 09/04/2008. Disponible en: www.acmor.org.mx/cuam/2008/235-nopal%20.pdf.

Cárdenas A, Arguelles W. M. and Goycoolea F.M. (1998). On the Possible Role of Opuntia ficus-indica Mucilage in Lime Mortar Performance in the Protection of Historical Buildings. Journal of the Professional Association for Cactus Development. [3]. Recuperado el 29/11/2006. Disponible en: <http://www.jpacd.org/contents1998.htm>.

Cervantes, R. (2002). Plantas de importancia en las zonas áridas y semiáridas de México. Recuperado el 09/07/2007. En: <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-1105102-161519/>

Chandra, S., Eklund,L.,et.al. (1998) Use of cactus in mortars and concrete, cement and concrete research.

Chiappero, R. O. y Supisiche, M. C. (2003). Arquitectura en tierra cruda: breves consideraciones sobre la conservación y la restauración. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.

CIDAC (1991). Vivienda y estabilidad política. Reconcebir las políticas sociales. México. Diana y CIDAC (1-31pp). Consultado el 12/03/07 Disponible en: <http://www.cidac.org/vnm/libroscidac/vivienda/Vivienda-Cap1.PDF>

CIDOC, SHF (2006). Estado actual de la vivienda en México 2006. México. En: www.shf.gob.mx/file/pdf/EAVM_2006.pdf Recuperado el 2 de enero de 2007.

Flores, V. (2003) Cuadernos Técnicos de la FAO. Comp. Saenz Carmen. Producción industrial de productos no alimentarios. Recuperado el:29/08/2007 en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0534s/a0534s01.pdf>

Doat, P., Hays, A., Houben, H., Matuk, S. y Vitoux, F. (1990). Construir con Tierra. Tomo I (C. E. Sánchez y C. A. Ospina, Trads.). Bogotá, Colombia: Fondo Rotario Editorial.

Dollens, D. (2005). Simone Swan: Adobe Building. USA. Sites Books

Domínguez, A. (1998). Centro Experimental y de Investigación para la construcción con materiales y técnicas autóctonas. . Arquitectura de Tierra: Encuentros Internacionales Centro de Investigación Navapalos. Madrid. Ministerio de Fomento. Centro de publicaciones.

Geoffrey Kerali, Anthony (2001). DURABILITY OF COMPRESSED AND CEMENT-STABILISED BUILDING BLOCKS. UK: University of Warwick. Recuperado el 27/06/2007. Disponible en: www.eng.warwick.ac.uk/DTU/pubs/rn/build/agkthesis.pdf -

Hernández Z. y Serrano G, (2003) Use of nopal in the construction industry, en Proceedings IX Mexican and VII International Congress on Knowledge and Use of Nopal. México. Pg. 286.

Hernández, Z., Caballero, B., et al. (2005). Modification of portland cement mortars with cactus gum. Mexico. Artículo enviado por el autor.

Houben, H., Guillard H. (1994) Earth Construction. A comprehensive guide. Great Britain. ITDG publishing.

Maldonado R., L., Rivera G., D. y Vela C., F. (2002). Arquitectura y construcción con tierra. Tradición e Innovación. Madrid, España: Mairea.

Minke, G. (2001). Manual de construcción en Tierra. La Tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual. Uruguay: Nordan-Comunidad.

Masschelein-Kleiner, L. (1995). Ancient binding media, varnishes and adhesives. Roma, Italia: ICCROM.

Mattone, R. (2007). La construcción con Tierra cruda y la Autoconstrucción. Anuario de investigación de Construcción con Tierra y del Diseño Sustentable. UAT, FADU. México.

Maya, E. (2000). Acerca de los programas de auto-construcción de vivienda en México: mitos y realidades. Cuadernos FICA edición especial. México. 14-15pp.

McHenry P. (1996). Adobe: Como construir facilmente. México. Trillas.

Mellace, R. F. (2006). Cartilla del taller de Capacitación: Diseño y Producción de Bloques de Tierra Comprimida. Argentina: CRIATIC.

Minke, G. (2001). Manual de construcción en Tierra. La Tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual. Uruguay: Nordan-Comunidad.

Ortiz F., y Zarate. (2005) De la marginación a la ciudadanía. 38 casos de producción y gestión social del habitat. Habitat International Coalition

Roux G., R. S. (2002). Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento Pórtland, tipo I al 6% y reforzado con fibra de coco para muros de carga en Tampico. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Roux R., Espuna, et.al., (2007). Proceedings Fourth Internacional adobe Conference of the Adobe association of the Southwest. Adobe USA .USA.

Ruzicka, J. (2006). Bloques prensados de tierra ¿resistentes a la humedad? Recuperado el 12 de enero del 2007. Disponible en: http://www.ecosur.org/ecosur_e-magazine/edicion_23_-_octubre_2006/bloques_prensados_de_tierra_%bfresistentes_a_la_humedad?.html

Saenz, C. (2003). Cuadernos Técnicos de la FAO. Comp. Saenz Carmen. Producción industrial de productos no alimentarios. Recuperado el:29/08/2007 en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0534s/a0534s01.pdf>

Torres A., y Cano B. (2007). Las bondades del Nopal. Construcción y Tecnología Boletín del IMCYC. Disponible en: <http://www.imcyc.com/ct2007/index.htm>. Recuperado el: 12/10/2007.

Torres Acosta, A. (2006). Opuntia-Ficus-Indica (Nopal) mucilage as a steel corrosion inhibitor in alkaline media. Journal Of applied electrochemistry 37. Recuperado el: 28/06/2007 En: <http://www.springerlink.com/content/1071127421w23176/>

UNCHS (1986). Earth construction technology. Nairobi.

CURRICULUM VITAE RESUMIDO

Arquitecta por el ITESM México 1982 Mención Honorífica

Master en Administración de la Construcción 2000 UAT México

Doctorado en Arquitectura con énfasis en Vivienda 2010 UAT México. Mención Honorífica

Catedrático tiempo completo UAT México y Perfil PROMEP

Diversas ponencias en Congresos Internacionales.

Coordinadora de tutorías FADU UAT y Miembro de PROTERRA desde 2005.

VIVIENDA PROGRESIVA RURAL PARA SECANO SANJUANINO

Dubos Alejandra, Albarracín Osvaldo, Merino Norma, Scognamillo Amelia, Flores Mario,
Saldivar Mary, Pringles Alicia

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat-Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño
- Universidad Nacional de San Juan -Argentina – e-mail: janidubos@hotmail.com

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras –clave: Crecimiento Progresivo-Tecnologías Apropriadas- Autoconstrucción

1. INTRODUCCIÓN

El área de **Secano** sanjuanino es una extensa zona localizada en el sur-este de la provincia de San Juan, la conforman parte de los departamentos de Caucete y 25 de Mayo.

Su característica principal es la rigurosidad climática con temperaturas extremas tanto en verano como en invierno y una gran amplitud térmica, las precipitaciones son escasas, alrededor de 80mm anuales lo que la convierte en una zona de marcada **aridez**.

Otro rasgo característico es el alto grado de **sismicidad** ya que se inscribe en Zona IV (máximo grado) según el INPRES, Instituto Nacional de Prevención Sísmica, de la provincia de San Juan, dentro de la República Argentina.

Las viviendas se localizan en asentamientos o puestos situados en lugares donde existe un pozo-balde o en las cercanías de los mismos y donde la vegetación nativa es de tipo arbustiva con pocos árboles y de bajo porte, los troncos de Algarrobos, chañares y retamos son aprovechados para la construcción de los ranchos como columnas y vigas de soporte y algunos arbustos como la Chilca, el Pájaro Bobo o la Jarilla se utilizan como relleno en la construcción de techos o paramentos (quincha).

Las viviendas rurales del secano, en su mayoría, son refugios de quincha y/o adobe, en algunos casos combinación de ambos, realizados mediante técnicas constructivas transmitidas de generación en generación que con el tiempo han ido acumulando deficiencias constructivas, las que sumadas al poco o casi inexistente mantenimiento, las convierte en sitios vulnerables ante la ocurrencia de sismos y a la invasión de bichos principalmente las vinchucas que transmiten el Mal de Chagas a sus habitantes.

La actividad principal de los puesteros es la cría de ganado caprino a pastoreo abierto complementando con algunas actividades agrícolas y/o artesanales como tejidos en telar, trabajos en cuero, elaboración de quesos de cabra, y otras.

Estas actividades, como así también actividades sociales y culturales se realizan en la vivienda y, en su mayoría, en los espacios de transición que generan las galerías, pérgolas y la vegetación del lugar entonces, estos espacios cobran mayor importancia que el resto ya que son organizadores, distribuidores, conectores, integradores y generadores de actividades por lo tanto deben ser espacios protegidos, ventilados, iluminados y confortables.

Las viviendas rurales de esta zona no sólo son unidades de habitación sino también de producción y unidades culturales.

2. DISEÑO DE VIVIENDA Y CONJUNTO

El diseño contempla aspectos culturales y modos de vida de los habitantes de la zona de secano donde se observa que la mayoría de las actividades se realizan fuera de la vivienda entonces es tan importante el diseño y la construcción de los espacios " al aire libre " como de los espacios cerrados.

La Unidad de Producción (vivienda) está compuesta por unidades funcionales; Espacios Cerrados, la vivienda en sí misma compuesta por los módulos A, B y el depósito; Espacios semi-cerrados, galerías y pérgolas y Espacios Abiertos, corrales, horno, patio, huerta, etc.

El partido es abierto y está compuesto por los módulos habitacionales y el depósito que se van construyendo según la familia crece en número de personas y los recursos económicos lo permiten. Este partido va conformando un espacio central convergente de múltiples actividades, funciones y circulaciones.

Desde su origen, el módulo inicial, A, compuesto por dos habitaciones, incorpora en el diseño la galería y los fogones y la inclusión de una pileta de lavado en la galería, cercana a la cocina.

La orientación tiene en cuenta la dirección del viento predominante, sur-sur-este, el asoleamiento en invierno y la protección solar en verano, tanto para el confort interno de la vivienda como para la realización de actividades en los espacios de transición que se generan alrededor de la misma.

La materialidad de la vivienda está dada por el uso del bloque de suelo cemento a la vista, evitando el uso de revoques, y utilizando un material de características y color similares a la tierra del lugar creando un "diálogo" entre lo construido y el sitio donde se implanta y otorgando al conjunto cierto carácter expresivo.

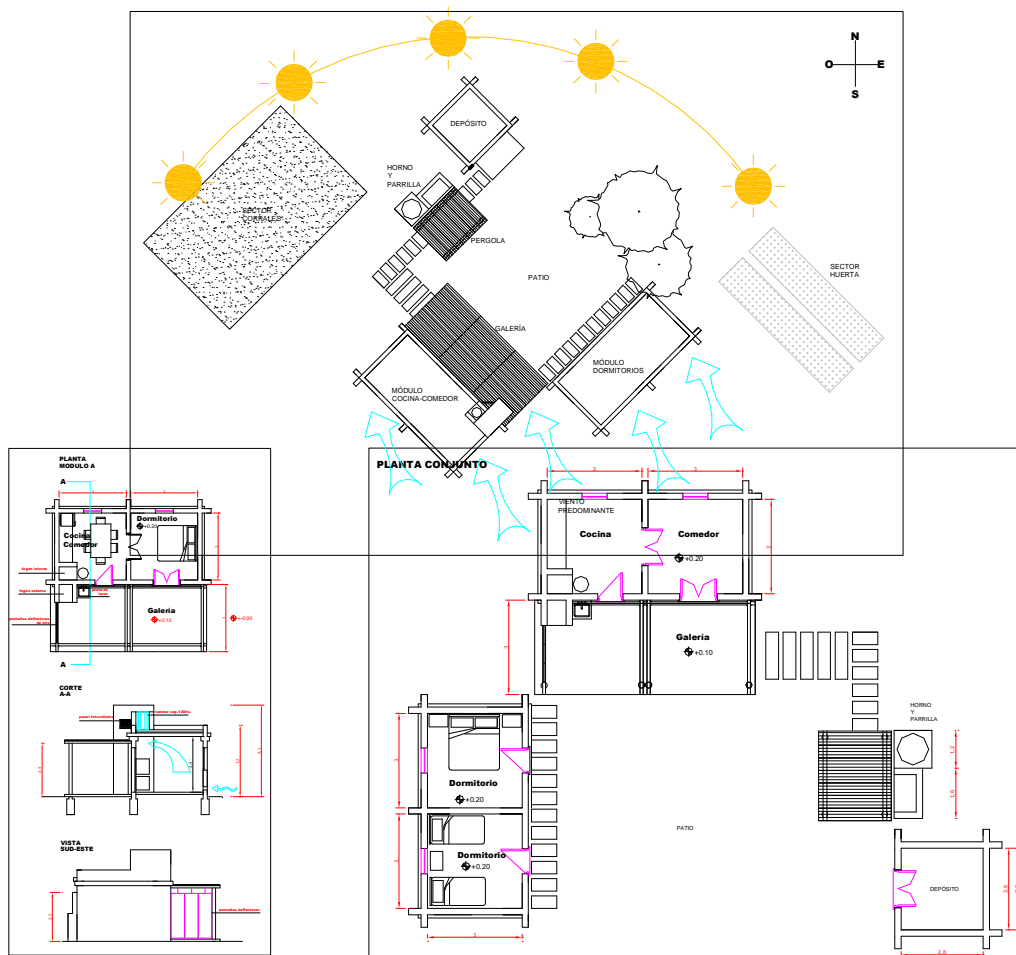


Fig.1-Planimetría y plantas (créditos: Dubos-Scognamillo 2010)

3. ESTUDIO DE HABITABILIDAD

Se estudia la **Funcionalidad** como la capacidad de la vivienda de responder a las necesidades espaciales originadas por las diferentes actividades de los individuos y del grupo familiar en circunstancias habituales y la **Flexibilidad** como la capacidad de los locales de adaptarse a las distintas exigencias familiares, a sus modos de vida y a las variaciones a través del tiempo.

Se comienza con la construcción de un primer módulo, A, compuesto por dos habitaciones anexadas de 11,56m² de superficie cubierta que funcionan en una primera instancia como cocina-comedor y dormitorio de manera de cubrir las necesidades básicas para un mínimo de habitantes, matrimonio y/o matrimonio y un hijo pequeño.

El módulo se completa con una galería de 22,20 m² de superficie semi-cubierta donde se podrán desarrollar actividades de trabajo, sociales, culturales de cocina, al incorporarse la construcción de un fogón de uso externo ya que está comprobada la importancia de cocinar al aire libre casi todo el año, y de higiene al colocar una piletta de lavado en reemplazo de los recipientes que generalmente se encuentran alrededor de los ranchos. Esta piletta será abastecida por un barril plástico de 120lts de capacidad que a su vez será conectado a un pequeño tanque-sisterna que funcionará con un equipo de bombeo alimentado eléctricamente por un panel solar.

La orientación del módulo es nor-oeste/sur-este en su eje principal y tiene una serie de perforaciones practicadas en la cara posterior a 40cm de nivel de piso interno y sobre la viga superior en la cara opuesta de manera de facilitar la ventilación de los ambientes mediante la corriente de aire que se genera. Las perforaciones serán tapadas en invierno y épocas frías. Esta orientación permite también una buena ventilación de la galería.

A medida que la familia crece y las posibilidades económicas lo permiten, se construirá el segundo módulo, B, destinado a dormitorios entonces en el primero se cumplirán funciones de cocina y comedor.

Este segundo módulo está orientado en dirección sur-oeste, nord-este en su eje mayor de manera que las ventanas reciban el aire del sur-este predominante. También se practicarán perforaciones en sus paramentos para aumentar la ventilación de estos locales.

De esta manera el **Crecimiento** de la vivienda se va realizando en forma armónica y no afecta a la realización de ninguna actividad.

El conjunto en total se completa con la construcción del horno a leña, parrillero y depósito, este conjunto vivienda-entorno forma parte de un proceso tanto en lo constructivo como en lo funcional con un alto grado de conexión entre los espacios cerrados, semi-abiertos y abiertos, el mismo entorno forma parte del diseño.

Se tiene en cuenta el **Confort Higrotérmico** que es la capacidad de la vivienda de mantener temperatura y humedad dentro de los rangos de bienestar del ser humano.

Para ello las aberturas están orientadas hacia el sur, sur-este asegurando *ventilación cruzada* en todos los locales y en la galería la que será controlada en épocas invernales por pantallas deflectoras que regularán la entrada de aire.



Fig.2- Pantallas Deflectoras de aire (créditos: Dubos-Albarracín 2009) Estas pantallas están

constituidas por un bastidor de madera, un alma de ramas de algarrobo y relleno de suelo-

cemento alivianado con partículas de poliestireno expandido y están sujetas mediante un eje vertical ubicado en su parte media alrededor del cual giran, éste se vincula al rollizo-viga superior de la galería y al piso. De esta manera en época invernal las pantallas se cierran y la galería está protegida de las corrientes de aire del sur-este permitiendo la realización de actividades durante el día.

Por otro lado se practicarán perforaciones a nivel de piso en los paramentos hacia el sur-este y sobre dintel en los paramentos opuestos para contribuir al acondicionamiento adicionando circulación de aire y favoreciendo la ventilación de los ambientes, estas perforaciones serán controladas por tapas en épocas invernales.

La galería, la vegetación nativa y las pérgolas que funcionan como elementos de protección solar dotarán al lugar de los espacios necesarios para la realización de las actividades complementarias.

La aislación térmica del muro de suelo-cemento de 20cm de espesor es equivalente a la de un muro de ladrillo de 30cm según el Instituto del Cemento portland Argentino).

Se verifica el asoleamiento de las zonas de dormitorio y comedor en épocas invernales.

En cuanto a la implantación del conjunto en el terreno, se tendrá en cuenta la mejor orientación, en este caso permitiendo la ventilación más favorable hacia el sur-este, que es la dirección del viento fresco predominante en ésta área.

La Seguridad del conjunto está dada por el uso del sistema constructivo compuesto por mampostería de BTC con la incorporación de contrafuertes armados y vigas inferiores y superiores de hormigón armado.

Este sistema también dota de seguridad ante la invasión de animales, roedores, insectos y otros agentes que puedan poner en peligro la integridad de la vivienda o de las condiciones de salubridad de sus habitantes.



Fig.3-Imágenes de Conjunto (créditos: Aravena-Dubos 2010)

4. SISTEMA CONSTRUCTIVO

El sistema constructivo adoptado propone la utilización de materiales del lugar que dialogan con el medio ambiente y el uso de técnicas de autoconstrucción fácilmente aplicables por los puesteros.

El proyecto presenta un fuerte contenido de innovación tecnológica con el uso de BTC y los refuerzos en los contrafuertes, así también con la incorporación de las casas-parte (carpintería de hormigón armado y pantallas deflectoras de aire) y una puesta en valor del material de construcción que abunda en esta zona, la tierra.

Los paramentos son construidos con mampuestos de suelo-cemento comprimido, BTC, zapata corrida y vigas inferiores y superiores (viga collar) de hormigón armado. La modificación de la CINVA-RAM permite la obtención de mampuestos de 18x18x8cm simplificando el uso de los mismos en la construcción de los contrafuertes necesarios para dotar de mayor estabilidad y firmeza al conjunto. Los muros incorporan armadura vertical en los contrafuertes y horizontal cada cuatro hiladas de esta manera el conjunto funciona como una caja armada al no tener columnas. La armadura de los contrafuertes permite materializar el anclaje con la armadura de la viga collar.

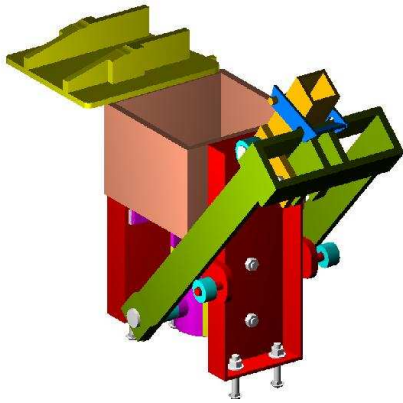


Fig.4 Irpha-Ram-Contrafuerte armado-Sistema Constructivo (créditos: Albarracín- Dubos 2010)

Se utilizan mampuestos en forma de "L" que sirven de encofrado para la viga superior o viga collar.

El cerramiento superior es liviano y flexible y está compuesto por tirantería de rollizos, cielorraso de caña o machimbre, según disponibilidad y torta de barro.

Este sistema es sencillo y resulta apto para la autoconstrucción.

En cuanto a la carpintería, las ventanas, de hormigón aliviado, serán ejecutadas in situ mediante moldes diseñados a tal fin.

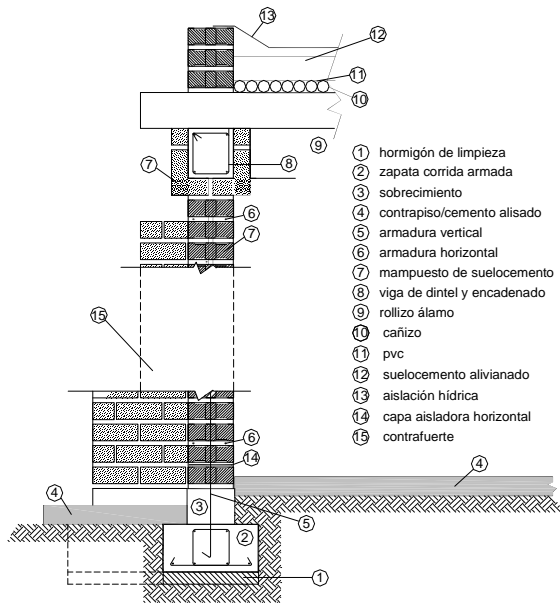


Fig.5 Corte muro-Carpintería de Hormigón Trabajos experimentales en Taller (créditos: Albarracín- Dubos 2010)

5. ANTECEDENTES

Como antecedente de utilización de este sistema constructivo, se construyó la Vivienda-Taller para la artesana Herenia Moyano localizada en el Puesto "La Bandurria", localidad Encon, Dpto. Caucete observándose, hasta la fecha, un excelente estado.



Fig.6 Vivienda Experimental "Artesana Herenia Moyano" (créditos: Albarracín- Dubos 2010)

6. BIBLIOGRAFÍA

- Blanco Ruby Orosco Farfán, Rojas Otero E., "*Vivienda Rural y Medio Ambiente*", Revista Luna Azul
- Sánchez Quintanar C., Revista Psicología para América Latina, México "*Cambios operativos y funcionales en la vivienda rural en zona de expansión demográfica CONACyT*[1](#)".
- Bustos J. L., Saldivar M., Albarracín O., "*Estudio Analítico del Comportamiento Sísmico de un Prototipo de Vivienda de Suelo-Cemento*".

Currículum:

María Alejandra Dubos, Arquitecta egresada de la Facultad Arquitectura de la Universidad Nacional de San Juan en el año 1989. Posgrado en curso: "Maestría en Arquitectura de Zonas Áridas y Sísmicas". Docente – Investigadora del IRPha, Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat de la UNSJ.

PROPIEDADES FÍSICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADOS CON HIDRÓXIDO DE CALCIO EN POLVO Y EN PASTA

Luis Fernando Guerrero Baca
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
Calz. Del Hueso 1100, Edif. 24 Piso 1. Col. Villa Quietud, C.P. 04960. México D.F.
Tel. (52) 54837232. E-mail: luisfq1960@yahoo.es

Rubén Salvador Roux Gutiérrez
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Centro Universitario Tampico-Madero. Tampico, Tamaulipas. México.
Te. (52) 8332272828, Ext. 3351. E-mail: rroux@uat.edu.mx

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras-clave: Estabilización, hidróxido de calcio, arcillas

RESUMEN.

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en la investigación para determinar la adecuada incorporación de hidróxido de calcio ya sea en polvo y en pasta, con la finalidad de determinar cuál de las dos opciones, es más apropiada para la estabilización de la tierra necesaria para elaborar BTC.

1. INTRODUCCIÓN.

Una gran parte de la población del mundo vive en construcciones hechas de adobe; en consecuencia, se presume que éste es el material utilizado con mayor frecuencia. Asimismo, se ha considerado que en los países en vías de desarrollo, 80% de la población que vive en el campo utiliza a la tierra como material de construcción, además de que 20% de los habitantes de las zonas urbanas de los países industrializados también la utiliza para la edificación de sus viviendas, con técnicas que combinan la tradición y la modernidad.

En los últimos 30 años se han desarrollado nuevas técnicas en la producción de materiales de construcción con base en tierra, los cuales aumentan su competitividad en comparación con los materiales que actualmente se comercializan de manera convencional.

Una de las ventajas que ofrecen los productos elaborados con elementos de tierra es la condición térmica que los hace materiales plausibles para climas extremos, y ello lo demuestra su amplia utilización en las zonas desérticas del mundo, donde los cambios de temperatura son muy drásticos.

Pero a pesar de la gran aplicación de adobe como material para edificios y viviendas populares, resulta ser de lo menos conocidos entre los profesionales que se dedican a la construcción, así como por las dependencias gubernamentales de los distintos países que promueven viviendas para clases populares.

La técnica de Bloques de Tierra Comprimida (BTC) generalmente utiliza sustancias estabilizantes como el cemento Portland, el asfalto o la cal, con la finalidad es darles una mayor resistencia a la absorción de humedad, de aumentar su capacidad de carga y de evitar su degradación por los efectos del impacto del agua. Para esta investigación se ha determinado hacer el estudio del uso de la cal hidratada, la cual se aplica generalmente en polvo para la estabilización de suelos. Sin embargo, como es sabido, existe una larga tradición de uso de cal en pasta para otros usos en la construcción como es el caso de morteros de liga de mamposterías, así como de revoques y punturas al fresco. (Guerrero, 2005, p.130)

La presente investigación pretende ver cuál es el procedimiento de aplicación de cal más adecuado para poder estabilizar un suelo y a la vez ver cuál de los dos métodos da una mejor resistencia a la compresión simple.

La utilización de cal para la estabilización del suelo (especialmente de suelos finos) data de épocas muy antiguas. Las arcillas forman una parte importante del suelo, y generalmente requieren una estabilización para aumentar la resistencia, así como disminuir los cambios volumétricos debidos a modificaciones en su contenido de agua.

La utilización de esta técnica cumple con el plan trazado, obteniéndose varios efectos:

1. Reducción del índice de plasticidad.
2. Aceleración de la disgregación de los grumos arcillosos durante la pulverización, mediante el uso de agua y cal.
3. Reducción de los efectos aglomerados.
4. Reducción de las contracciones y las exiaciones debido a la humedad.
5. Incremento de la resistencia a la compresión.

Para poder utilizar cal como estabilizante, fue necesario determinar los tipos de minerales arcillosos contenidos en el suelo a estabilizar, ello permitió optimizar el procedimiento y predecir el resultado.

1.1. Ciclo de la cal.

El material constructivo que se conoce comúnmente como cal es el producto de un proceso de calcinado, rehidratación y secado de rocas de origen calizo. Este fenómeno resulta sumamente interesante debido a los factores ecológicos que involucra.

Se trata de un desarrollo de tipo cíclico que inicia con la transformación del carbonato de calcio — CaCO_3 , mineral de origen sedimentario— y concluye con la generación del mismo material, pero mediante un procedimiento artificial. Para comprender de manera más clara esta “metamorfosis”, se puede explicar a partir de lo que se conoce como el “ciclo de la cal”. (Guerrero, 2006, p.53)

Todo comienza con la extracción de rocas con alto contenido de carbonato de calcio del medio natural. La mayoría de las veces, las calizas están contaminadas con carbonato de magnesio, MgCO_3 (dolomita), material que es indeseable en la construcción por sus problemas de solubilidad en agua. Además de las piedras o minerales inorgánicos, existen otros elementos orgánicos ricos en calcio que históricamente han sido utilizados para su extracción como son las conchas, corales y caracoles marinos.

Todas estas fuentes se presentan en la naturaleza acompañadas de substancias como el hierro y el magnesio, que dentro de este proceso se consideran impurezas o contaminantes debido a que su presencia modifica el comportamiento esperado para el producto final. Para que la piedra caliza sea apta para fines constructivos deberá contar con por lo menos 90% de carbonato de calcio, de otro modo la cal resultante será de mala calidad.

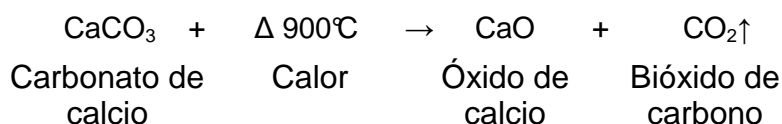
En el pasado, se sabía por experiencia transmitida de modo tradicional que la piedra caliza que producía buena cal era la que presentaba un color claro uniforme y con pocas manchas amarillas, anaranjadas, rojas o negras, que suelen ser sintomáticas de la presencia de hierro. Además, al golpear entre sí dos fragmentos de piedra con alto contenido de carbonato de calcio, se produce un sonido de tipo metálico que ayuda a su identificación.

Hoy en día, para la producción industrial de cal se manejan cuidadosos análisis químicos que permiten verificar la pureza de la piedra caliza utilizada como materia prima.

Este producto natural es sometido a temperaturas de entre 900 y 1 300°C en hornos especialmente diseñados que antaño utilizaban leña o carbón como combustible, pero que en la actualidad funcionan a base de gas.

Por el efecto del calor, en esta etapa el material base se transforma en óxido de calcio, al tiempo que desprende dióxido de carbono como un gas que se eleva a la atmósfera.

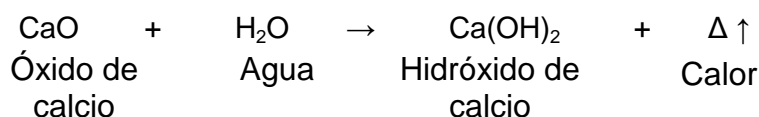
La reacción se puede representar químicamente de la siguiente manera:



El óxido de calcio, al que comúnmente se le denomina “cal viva”, es un producto inestable que perdió parte de su peso durante la calcinación. Es una sustancia ávida de agua que, si no se controla de forma adecuada, la puede intercambiar con el aire y a perderla posteriormente con lo que recupera el equilibrio que mantenía en su origen como carbonato de calcio.

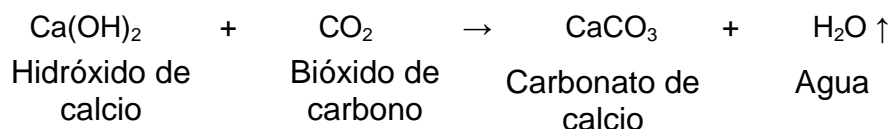
Resulta un material sumamente cáustico y corrosivo, pues reacciona muy fácilmente con cualquier fuente de humedad, pero tiene la cualidad de que, al momento de agregársele agua, adopta un estado “latente” que permite su uso inmediato o su almacenamiento al convertirse en lo que se conoce como “cal apagada” o “cal hidratada”.

Lo que sucede a nivel químico es que el óxido de calcio toma el hidrógeno y oxígeno del agua y se transforma en hidróxido de calcio, que es un material con consistencia fluida, que, mientras se mantenga aislado del aire, puede conservar sus cualidades durante meses o años. La hidratación o “apagado” de la cal viva es una reacción en la que se desprende calor.



La pasta de cal es sumamente versátil y puede ser utilizada como insumo para pinturas, morteros o mezclas constructivas.

La etapa con la que concluye el ciclo de la cal se desarrolla cuando el hidróxido de calcio toma bióxido de carbono del aire y pierde agua por evaporación, en un proceso en el que se endurece al recuperar su estado original como carbonato de calcio, es decir, se convierte nuevamente en roca.



1.2. Acción de la cal en las arcillas

La aplicación de cal sobre los tres tipos de arcillas más comunes trae como resultado diferentes efectos. En el caso de las montmorillonitas, se presentan fuertes reacciones con la adición de la cal, y en consecuencia el material estabilizado presenta profundas modificaciones en su comportamiento.

Con las caolinitas se muestra un aumento de cristales de calcita, con la ausencia total de otros minerales; y con las ilitas la cal reacciona con el azufre, formado sulfatos, lo que provoca una baja reacción con la cal y por lo tanto escasos cambios en su comportamiento final.

La acción de la cal se puede advertir en dos fases:

Primera etapa: en ésta se observa la acción producida por el aporte masivo de iones a causa de la cal. Los cationes de calcio se unen a la arcilla debido al intercambio catiónico, lo cual provoca la unión de las partículas arcillosas. Esto genera una floculación a edades tempranas, lo cual ayuda a aumentar o disminuir el límite líquido de los materiales térreos, así como a favorecer un aumento del índice plástico, lo que hace que el suelo se vuelva menos sensible al agua.

Segunda etapa: en ésta las arcillas reaccionan en forma regular, dependiendo de la naturaleza de los materiales arcillosos. Ello se traduce en una degradación de los mismos elementos

mineralógicos, apareciendo nuevos, dando como resultado un aumento en la resistencia en la compresión simple.

Como ya se comentó, el objetivo general de la presente investigación es determinar la forma más adecuada de incorporación de la cal en los BTC específicamente, —en polvo o en pasta— y los efectos que se presentan en la resistencia a la compresión simple en estado seco.

Los objetivos específicos son:

1. Seleccionar el suelo adecuado para la fabricación de los bloques de tierra comprimida.
2. Evaluar las características de los BTC estabilizados con cal en polvo o cal en pasta respecto a la compresión simple en estado seco.
3. Determinar las proporciones adecuadas de cal para la fabricación de los BTC.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de la estabilización

“El diseño de la estabilización con cal, se basa en las características deseadas en el suelo estabilizado, considerándose indispensable conocer las características originales de los minerales arcillosos, para de este modo beneficiarse de las ventajas que se obtendrán con el empleo de cal” (Fernández, 1992, p.129).

Existen varios procedimientos para el diseño de un suelo-cal, pero cualquiera que sea el método, hay un punto donde el contenido de cal no produce ninguna mejoría; a éste se le conoce como “punto de fijación”, y significa que la reacción potencial de los minerales arcillosos queda satisfecha.

Uno de los métodos más empleados es el que se conoce con el nombre de *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), en éste se emplean pruebas de compresión simple, previa determinación del contenido de cal, por medio de una gráfica (gráfico 1), para lo cual se hacen necesarios los datos de porcentaje de suelo para pasar la malla número 4 y el índice plástico (Fernández, 1992).

Se deben hacer tres especímenes de prueba y obtener el resultado después de curarlos. Por recomendación de la *National Lime Association* de Estados Unidos, el procedimiento de construcción de una estabilización con cal debe estar conformado por los siguientes pasos:

1. Utilizar cal hidratada que cumpla con las especificaciones correspondientes.
2. Disgregar la arcilla, y realizar el mezclado en dos etapas, utilizando sólo 50% de cal calculada en el diseño en cada una de las etapas.
3. Adicionar la cal de manera dosificada, de acuerdo con el peso seco del suelo.
4. Mezclar de manera inicial con el propósito de distribuir la cal de manera uniforme, para lo cual se deberá agregar agua hasta 5% por arriba de la humedad óptima.
5. Aplicar un curado que va de 1 a 48 horas para lograr que la arena y la cal rompan los grumos de arcilla.
6. Comparar con las pruebas de elaboración realizadas previamente.

El proceso de fabricación se inicia con la selección y aptitud del suelo. Al no encontrar un suelo con las características ideales en la zona de estudio, se decidió en este caso fabricar uno con la mezcla de una arcilla de baja plasticidad (CL, 60 %) y una arena limosa (40 %), incorporándole 3, 5 y 7 % de cal en polvo y en pasta, como primer estabilizador.

Dichas poblaciones fueron estabilizadas con cal en polvo y en pasta en las siguientes proporciones: la primera con 3% de cal en polvo en peso, la segunda con 5% en polvo en peso, y la tercera con 7% de cal en polvo en peso. En el caso de la cal en pasta se colocó la misma proporción de cal en peso en agua y se dejó 24 horas. Posteriormente se le incorporó la pasta de cal utilizando una criba para homogenizar la incorporación y se redujo el agua de mezclado para no alterar el contenido de humedad. Una vez fabricadas las poblaciones, se les dejó secar a la sombra durante tres días, y posteriormente al sol durante 12 días; más adelante se tomaron 10 especímenes de cada población de forma aleatoria, y se realizó la prueba de resistencia a la

compresión, verificando que en todo momento se trabajara en estado seco, apegándose a las normas NMX-C-36-1983 y NMX-C-6-1976.

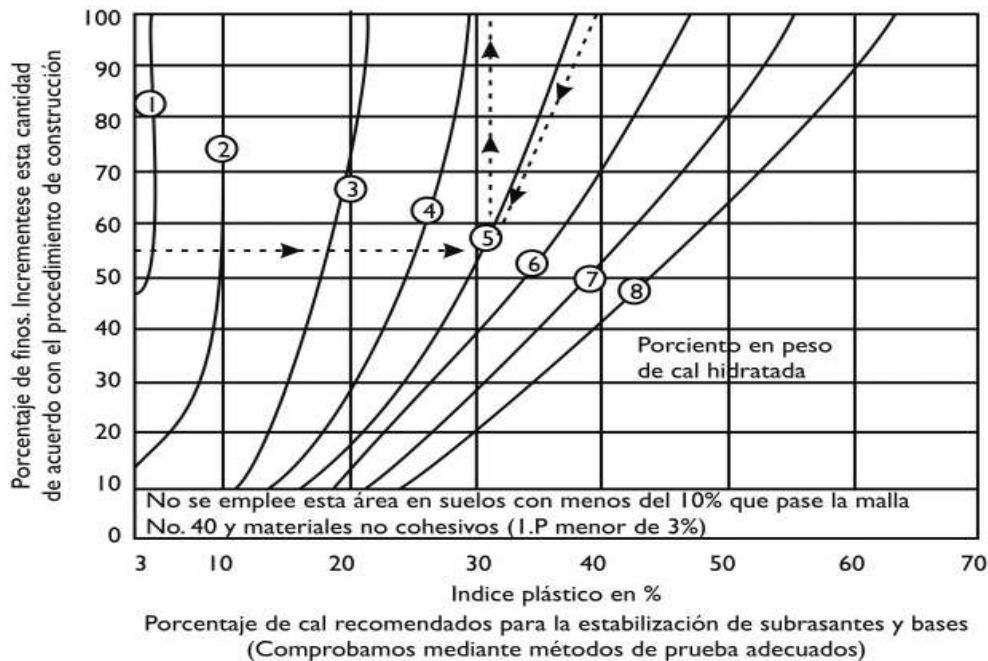


Gráfico 1. Método de la AASHTO para las estabilizaciones con cal Fuente: Carlos Fernández Loaiza (1992), *op. cit.*, p. 129.

La Tabla 1 muestra las proporciones de los diversos materiales para producir 14 bloques de 14 x 28 x 10 cm. (Ver foto 1)

Material	Cantidad	Unidad
Arcilla de baja plasticidad	21.00	Kg
Arena limosa	23.00	Kg
Agua	6.00	Lts.
Cal 3%	1.33	Kg
Cal 5%	2.22	Kg
Cal 7%	3.10	Kg

Tabla 1. Mezcla de materiales

2.2. Fabricación de los especímenes.

Para fabricar los especímenes se utilizó una mezcla con las características mencionadas anteriormente, los ingredientes se mezclan en una revolvedora de turbina de la marca Ital Mexicana modelo TR-60, que tiene una capacidad de 0.80 m³, lo que le permite producir 3.00 m³ por hora. Una vez que se tuvo la mezcla se procedió a llenar la prensa la cual en este caso es una CINVA – RAM cuyo molde mide 14.1 x 28.1 x 20.3 centímetros y que la fuerza que se le aplica es la que genera una persona al aplicar el principio de la palanca sobre un émbolo que se encuentra en la base del molde.



Foto 1. Análisis del suelo. Fuente Dr. Rubén S. Roux

La mezcla se colocó dejándola caer de una altura de 5 centímetros por encima del molde y sólo se pre - comprimieron las esquinas para obtener un mejor resultado, el producto final fue un bloque de tierra comprimida de 14 x 28 x 10.5, el cual se dejó secar a la sombra 3 días hidratándolo como forma de curado con un aspersor de lluvia fina y para posteriormente ponerlo a secar al sol durante los 7 días restantes.

2.3. Curado de los especímenes

Con la finalidad de garantizar la resistencia a la compresión simple, se planteó un curado con agua a los especímenes 3 horas después de su fabricación, que se hizo por medio de un aspersor que pulveriza el agua finamente mojándose los BTC por todas sus caras. Se repitió esta operación, durante 3 días, para evitar la vaporización del agua de curado producto de temperatura y viento, procediéndose a cubrir los especímenes con un polietileno como barrera, a fin de evitar la evaporización temprana del agua.

2.4. Muestreo

El muestreo que se aplicó se apegó a la *Norma Oficial Mexicana*, NOM-C-10-1986, la cual indica que se recomienda tomar aleatoriamente 10 piezas como mínimo, por cada lote de diez mil piezas o fracción.

Resultados:

RESULTADOS DE BTC ESTABILIZADOS CON CAL AL 3% EN POLVO Y EN PASTA						
No. DE ESPECÍMENES POR POBLACIÓN = 25						
EDAD DE LOS ESPECÍMENES AL REALIZAR LA PRUEBA: 15 DÍAS						
	POBLACIÓN CON CAL EN POLVO			POBLACIÓN CON CAL EN PASTA		
No.	TON	ÁREA	RESISTENCIA en Kg/cm ²	TON	ÁREA	RESISTENCIA en Kg/cm ²
1	1.64	0.0392	41.84	0.93	0.0392	23.72
2	2.04	0.0392	52.04	0.72	0.0392	18.37
3	2.00	0.0392	51.02	0.84	0.0392	21.43
4	1.76	0.0392	44.90	0.99	0.0392	25.26
5	1.68	0.0392	42.86	0.69	0.0392	17.60
6	1.72	0.0392	43.88	1.05	0.0392	26.79
7	1.87	0.0392	47.70	0.77	0.0392	19.64
8	1.99	0.0392	50.77	0.97	0.0392	24.74
9	2.01	0.0392	51.28	1.01	0.0392	25.77
10	1.60	0.0392	40.82	0.60	0.0392	15.31
			46.71			21.86

RESULTADOS DE BTC ESTABILIZADOS CON CAL AL 5% EN POLVO Y EN PASTA						
No. DE ESPECÍMENES POR POBLACIÓN = 25						
EDAD DE LOS ESPECÍMENES AL REALIZAR LA PRUEBA: 15 DÍAS						
	POBLACIÓN CON CAL EN POLVO			POBLACIÓN CON CAL EN PASTA		
No.	TON	ÁREA	RESISTENCIA en Kg/cm ²	TON	ÁREA	R RESISTENCIA en Kg/cm ²
1	1.81	0.0392	46.17	0.99	0.0392	25.26
2	1.77	0.0392	45.15	0.88	0.0392	22.45
3	1.90	0.0392	48.47	0.65	0.0392	16.58
4	1.85	0.0392	47.19	1.86	0.0392	47.45
5	1.99	0.0392	50.77	1.19	0.0392	30.36
6	1.89	0.0392	48.21	1.01	0.0392	25.77
7	2.06	0.0392	52.55	0.86	0.0392	21.94
8	2.53	0.0392	64.54	1.26	0.0392	32.14
9	2.42	0.0392	61.73	1.31	0.0392	33.42
10	2.33	0.0392	59.44	0.95	0.0392	24.23
			52.42			27.96
RESULTADOS DE BTC ESTABILIZADOS CON CAL AL 7% EN POLVO Y EN PASTA						
No. DE ESPECÍMENES POR POBLACIÓN = 25						
EDAD DE LOS ESPECÍMENES AL REALIZAR LA PRUEBA: 15 DÍAS						
	POBLACIÓN CON CAL EN POLVO			POBLACIÓN CON CAL EN PASTA		
No.	TON	ÁREA	RESISTENCIA en Kg/cm ²	TON	ÁREA	R RESISTENCIA en Kg/cm ²
1	3.38	0.0392	86.22	1.67	0.0392	42.60
2	2.51	0.0392	64.03	1.53	0.0392	39.03
3	2.98	0.0392	76.02	1.43	0.0392	36.48
4	3.03	0.0392	77.30	1.69	0.0392	43.11
5	3.50	0.0392	89.29	1.79	0.0392	45.66
6	2.44	0.0392	62.24	1.35	0.0392	34.44
7	3.36	0.0392	85.71	1.44	0.0392	36.73
8	3.25	0.0392	82.91	1.80	0.0392	45.92
9	3.67	0.0392	93.62	1.91	0.0392	48.72
10	3.11	0.0392	79.34	1.58	0.0392	40.31
			79.67			41.30

3. CONCLUSIONES:

Los mejores resultados a la compresión simple se obtuvieron en los especímenes con cal en polvo, con un incremento de un 98.01% sobre los de cal en pasta. Las diferencias individuales entre poblaciones fueron:

Los especímenes del 3%, los de cal en polvo presentaron 113.67% mayor resistencia a la compresión simple que los de pasta.

Los especímenes del 5%, los de cal en polvo presentaron 87.48% mayor resistencia a la compresión simple que los de pasta.

Los especímenes del 7%, los de cal en polvo presentaron 92.90% mayor resistencia a la compresión simple que los de pasta.

El incremento en la resistencia de los especímenes con cal en polvo de 3 a 5% fue de 12.22% y de 51.73% para los especímenes de 5 a 7%.

El caso de los especímenes con cal en pasta también presentaron incremento de resistencia a la compresión simple y estos fueron de un 27.90% entre los especímenes de 3 a 5% y de 47.71% entre los especímenes de 5 a 7%.

La disminución en la resistencia en el caso de los especímenes con cal en pasta se presenta como consecuencia de la generación de grumos con el suelo en su proceso de incorporación y la resultante falta de homogenización de la mezcla, lo que provoca la generación de bloques con muchas fisuras. De este modo queda comprobada la eficiencia del uso de la cal en polvo como estabilizante de suelos que han de ser utilizados para elaborar bloques de tierra comprimida.

BIBLIOGRAFÍA

- Carvalho, Adilson (1997), *Estabilização de solos com adições com cal*, ABPC, Boletim núm. 13, São Paulo.
- Fernández Loaiza, Carlos (1992), *Mejoramiento y estabilización de suelos*, México, Limusa.
- Eades, J.L. y Grim, R.E., (1966). "A quick test to determine lime requirements for lime stabilization". *Highway Res. Rec. Bull.* No. 139.
- Guerrero, L., (2005). "Lime in the construction and restoration of the Mexican architectural heritage". *Lime: Technical advances for conservation and case studies*, Consejo de Monumentos Nacionales, Santiago de Chile.
- Guerrero, L., (2006). "Aplicación de la cal en estructuras tradicionales de tierra". *Anuario de Investigación sobre Diseño Sustentable*, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico.
- Guerrero, L., (2008). "La cal y el patrimonio edificado". *La Gaceta del Instituto del Patrimonio Cultural*, No. 12, Abril, Oaxaca.
- Juárez Badillo, Eulalio; Rico Rodríguez, Alfonso (1975). *Mecánica de suelos, tomo I, fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa.
- Mateos, M., (1966). "Estudios sobre suelo-cal". *Revista de Obras Públicas*, 114, tomo I (3009) Enero, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Monjo, J., (1998). "La evolución histórica de la arquitectura de tierra en España". *Arquitectura de tierra. Encuentros Internacionales*. Centro de Investigación Navapalos. Ministerio de Fomento, Madrid.
- Oliveira, M., Santiago, C. y D’Affonseca, S., (1990). "The study of accelerated carbonation of lime-stabilized soils". *International Conference on the Conservation of Earthen Architecture*, Las Cruces, New Mexico, The Getty Conservation Institute-US/ICOMOS, Los Angeles.
- Roux Gutiérrez Rubén Salvador (1990). *Utilización del material adobe para la vivienda popular en la zona conurbada de la desembocadura del río Pánuco*. Tampico: Facultad de Arquitectura de la U.A.T.
- Roux Gutiérrez Rubén Salvador (2010). *Los Bloques de Tierra Comprimida en Zonas Húmedas*. México: Plaza y Valdés.
- Sampedro, Á., (2005). *Tratamientos de suelos con cal*, ANCADE, Madrid.
- SECOFI, D.G.N. (1983). *Norma oficial mexicana, NMX-C-036-1983. Industria de la construcción – ladrillo, bloques y adoquines de concreto- resistencia a la compresión simple –método de prueba*. Naucalpan: Ed. Dirección General de Normas de la SECOFI.
- SECOFI, D.G.N. (1986). *Norma oficial mexicana, NMX-C-010-1986. Industria de la construcción – concreto, bloques, ladrillos, tabiques y tabicones*. México: Dirección General de Normas de la SECOFI.
- SECOFI, D.G.N. (1986). *Norma oficial mexicana, NMX-C-037-1986. Industria de la construcción – concreto - bloques – ladrillos o tabicones de concreto- determinación de la absorción de agua*; México: Dirección General de Normas de la SECOFI.

Currículum:

Luis Fernando Guerrero Baca, arquitecto, Maestro en Restauración Arquitectónica, Doctor en Diseño con Especialidad en Conservación del Patrimonio. Profesor Investigador de la UAM-Xochimilco. México. Coordinador del Comité Científico de Tierra del ICOMOS Mexicano, así como de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Rubén Salvador Roux Gutiérrez, arquitecto, Doctor en Arquitectura por La Universidad de Sevilla. Profesor de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico, México. Líder del Cuerpo Académico de Diseño y Edificación Sustentable de la FADU.

LOS PISOS EN TIERRA CRUDA

Anne Lemarquis, Arquitecta-DSA terre,
CRATerre- EAGrenoble- France, Tierractual, Peñalolén- Santiago- Chile-
anne.lemarquis@yahoo.fr

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras-clave: Piso- Técnica- Contemporáneo

Se trata de considerar los pisos, entresijos y losas en tierra cruda como técnicas constructivas eficaces y actuales. Y esto presentando realizaciones tradicionales todavía utilizadas, surgidas de culturas constructivas muy variadas, así como las desarrolladas recientemente: ejecuciones contemporáneas, óptimas desde un punto de vista constructivo y sensible.

Los pisos en tierra cruda no solamente pueden responder a los criterios clásicos exigidos por los pisos, sino también contribuir a la mejora del clima interior, del confort y de la estética, quedando dentro de costes aceptables, teniendo en cuenta las ventajas que presenta.



Fig.1 – Piso en Japon. (créditos: Sylvie Wheeler, 2007)

Ejemplos ancestrales de superficies horizontales en tierra y piedras



Fig.2 – Calle, Iruya, Argentina (créditos: Anne Lemarquis, 2007)

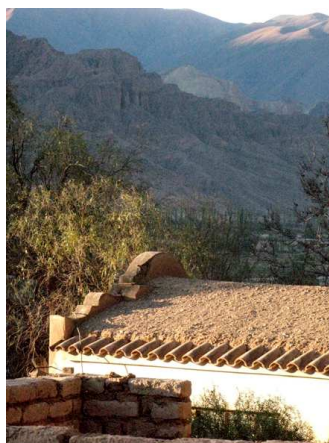


Fig.3 – Techo de tierra, Iruya, Argentina (créditos: Anne Lemarquis, 2007)

1. LAS DIFERENTES MANERAS DE REALIZAR PISOS EN TIERRA CRUDA

Existen varias maneras de utilizar la tierra cruda para la realización de pisos. Se reparten en dos conjuntos: las losas macizas y las del sistema de relleno, cada uno dividido en tres grandes familias.

Dentro de las losas macizas, se distinguirá:

- las losas de tierra compactada, a partir de una mezcla húmeda, que reciben un tratamiento de superficie.
- las losas extendidas, realizadas con una mezcla plástica, cubiertas con un revoque de terminación.
- las losas en "terre coulée" (tierra vertida), cubiertas con un revoque de terminación.

Entre los sistemas de relleno, se distinguirá:

- relleno en quincha pesada sobre un soporte vegetal o sobre soporte metálico.
- relleno en quincha ligera, sobre encofrado perdido/móvil, o en elementos prefabricados.
- relleno de tierra modelada sobre encofrado perdido.

2. DESCRIPCIÓN DE PISOS EN TIERRA

Se explica maneras de hacer pisos con tierra. Por ejemplo:



Fig.4 – Piso, mezcla plástica Suecia (créditos: Svenska/Jordhus- Johannes Riesterer, 2005)



Fig.5 – Piso, mezcla plástica Suecia (créditos: Svenska/Jordhus- Johannes Riesterer, 2005)



Fig.6 – Muestra de Frantz Volhard: entrepisos en quincha ligera, festival Grains d'Isère, Grands Ateliers, Villefontaine France, (créditos: Anne Lemarquís, 2010)



Fig.7 – Piso, Said Island, Soudan (créditos: David Gandreau, 2004)



Fig.8 – Obra de piso en tierra comprimida, Mayenne, France (créditos: Anne Lemarquís, 2009)



Fig.9 – Obra de piso en tierra comprimida, Mayenne, France (créditos: Anne Lemarquis, 2009)

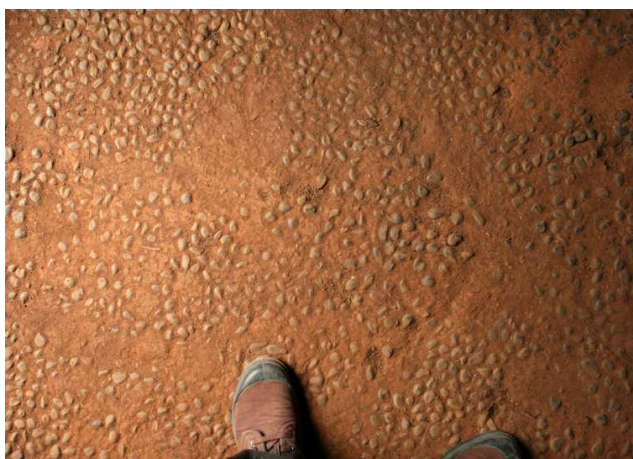


Fig.10 – Piso con nucleos de frutas, Bafut, Cameroun (créditos: David Gandreau, 2005)



Fig.11 – Piso, tierra vertida, obra participativa en fardos de paja portadores y tierra CarPE y Caracol, Lausanne, Suiza (créditos: Julien Hosta, 2010)



Fig.12 – Obra de piso, tierra vertida, obra participativa en fardos de paja portadores y tierra CarPE y Caracol, Lausanne, Suiza (créditos: Elsa Cauderay, 2010)

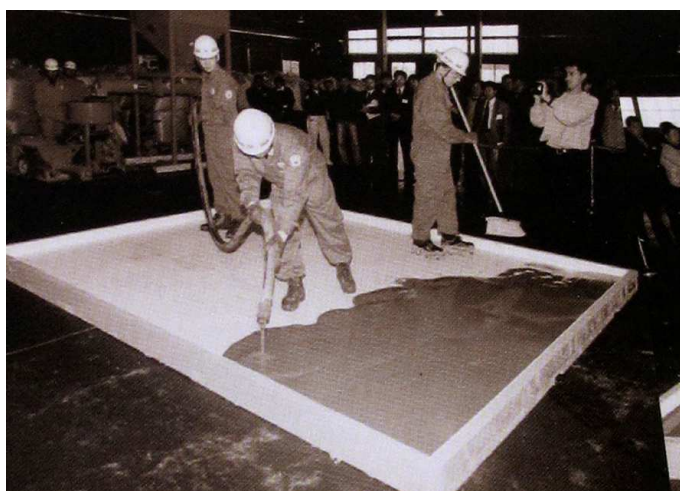


Fig.13 – Investigación de la Universidad de Mopko, tierra vertida fluida, Mopko, Corea (créditos: Bâtir en terre, ed Belin, Cité des sciences et de l'industrie, 2009)

3. SÍNTESIS DE LOS INTERÉS DE LA EJECUCIÓN Y DEL USO DE PISOS EN TIERRA.

3.1 Ejecución y mantenimiento

Ejecución :

- Una obra que no necesita gran cantidad de herramientas.
- Una ejecución rápida: las técnicas permiten verter una mezcla salida de una betonera.
- En cambio, el tiempo de secado es muy largo, dos a tres meses según la posibilidad de ventilación del lugar y según la tasa de humedad del aire durante el secado. Es recomendable una realización durante los meses calientes y secos.
- Las losas en tierra pueden ser adaptadas a un tráfico importante: existen buenos ejemplos de realizaciones en lugares que reciben público.
- Almacenamiento:

Tradicionalmente, los pisos han representado la oportunidad para almacenar los desechos. De esta manera, el almacenamiento de la tierra extraída para realizar los cimientos se puede aprovechar para construir muros de tierra, así como realizar losas o entrepisos de tierra. Sabemos bien que el transporte de materiales representa un coste elevado en la construcción.

Mantenimiento:

Es posible imaginar el mantenimiento de un piso de tierra como el de un parquet, al que se le echa aceite de lino cada cierto tiempo,.

En algunas culturas, el mantenimiento del edificio es ritual y festivo. Se trata de una reunión anual de las

comunidades; el mantenimiento del edificio se relaciona con el mantenimiento de los lazos sociales. Por ejemplo, muchas calles exteriores y techos en África necesitan un mantenimiento anual o cada dos años. La durabilidad de algunos pisos es limitada pero son completamente reparables.

3.2 Aporte al clima interior

- La inercia térmica gracias a un piso de tierra:

La inercia térmica de un edificio es la capacidad de almacenar y transmitir nuevamente esta energía, sea cual sea la estación. Permite amortiguar en el interior las variaciones de temperatura.

A todo esto se añade la posibilidad de incluir un sistema de calefacción que ganará eficacia gracias a esta propiedad de inercia.

- La absorción de vapor de agua mejora el confort térmico: hidro-regulación.

Las construcciones vernáculas cuentan tradicionalmente con muros y pisos porosos.

La porosidad de un muro o un piso le permite absorber vapor de agua : en verano los muros y los pisos se secan, lo que refresca el ambiente; al principio del invierno retoman su contenido de agua en forma de vapor que se condensa dentro del muro, disminuyendo de esta manera la humedad ambiente.

Los que han usado estas losas en tierra confirman estas funciones refrescantes en verano.

- Capacidad de aislamiento térmico:

Inercia y aislamiento deben ser utilizados conjuntamente para optimizar el rendimiento de los edificios.

Un volumen de tierra muy fibroso forma un muy buen aislamiento. Para ser más exactos, se trata de fibras a las que una barbotina da una buena cohesión. Una capa aislante puede ser instalada por debajo de una losa maciza de tierra, o como relleno de entrepisos. Los bloques de tierra y paja (u otras fibras) pueden ser prefabricados.

- Capacidad de aislamiento acústico:

Para realizar un aislamiento acústico, existen principios de base:

- la ley de masa: cuanto más macizo, mejor aislamiento. La densidad de la tierra compactada y también la de la quincha densa es muy elevada; la capacidad de aislamiento acústico será en consecuencia muy eficaz.
- Combinando ciertos materiales se puede aplicar otro método. Dos masas están separadas por un fuelle, el cual puede ser el aire o un material absorbente. Una tierra muy fibrosa puede jugar el rol de amortiguador de sonido.

3.3 Balance ecológico

La tierra tiene muy buen balance ecológico.

La tierra es un material sano, con balance ecológico excelente: natural, no transformado.

La tierra no es tóxica, puede ser manipulada sin guantes. Después, en el hábitat, no se liberará ningún tipo de toxicidad.

Si la tierra está mezclada con arena limpia, debe tenerse en cuenta la huella ecológica asociada a su extracción, lavado, almacenamiento y transporte.

Reversibilidad- Reciclaje

Después de una remodelación en la construcción, si es preciso desmontar un piso de tierra, este material puede ser utilizado en otras construcciones o retornar a la naturaleza sin contaminar. La tierra es un material completamente reversible y reciclable.

Almacenamiento:

El transporte de los materiales y su reutilización representan una parte importante del coste total del edificio. Las losas, pisos y entrepisos son una oportunidad para almacenar los desechos de los cimientos.

3.4 Costo

El costo es muy variable según el contexto.

Un suelo será gratuito cuando se trate de la tierra del lugar y de un trabajo comunitario.

Una losa de tierra corregida con cal costará la mitad del precio de una losa de hormigón, en un contexto de país del sur. (Cf estudio de Virgilio Zapata (44) en la bibliografía)

En un contexto europeo, un piso es muy económico cuando está realizado en auto-construcción, eso significa menos de 3 euros el metro cuadrado.

En contexto urbano, la necesidad de abastecer más lejos y el transporte aumentarán el costo. Como se trata de una realización muy específica, el precio puede aumentar mucho, por ejemplo a 200 euros/m².

Un piso en tierra puede, en casos muy particulares, ser considerado como una obra de arte, único.

4. CONCLUSIÓN

Las grandes ventajas de la tierra en términos de inercia térmica, de aislamiento acústico y de hidroregulación mejoran el clima interior y asimismo el confort del usuario. La calidad de terminación permite responder a los criterios estéticos contemporáneos y dar un carácter único a los pisos de tierra. A todas estas características se añade el excelente balance ecológico del material. Todos estos elementos generan un gran nivel de satisfacción de los usuarios de los pisos en tierra cruda.

Bibliografía:

Libros:

- (1) Bill and Athena Steen (1996). *Earthen Floors*. Ed: Canelo Project
- (2) CRATerre (2006), 1ere ed 1989. *Traité de construction en terre*. Ed: Parenthèses
- (3) Laetitia Fontaine et Romain Anger (2009). *Bâtir en terre*. Ed: Belin, Cité des Sciences et de l'Industrie.
- (4) Antonio Crovato, foreward by Vittorio Galliazo (2002). *The Venetian Terrazo*. Ed: Edizioni Crafi, 1ère ed 1989, *I pavimenti alla veneziana*.
- (5) Franz Volhard (1996). *Leichtlembau*. Ed: C.F.Müller.
- (6) Otto Kapfinger (2001). *Martin Rauch Rammed Earth/ Lehm und Architektur / Terra Cruda*
- (7) Astrid et Herbert Gruber. *Construire en paille aujourd'hui*. Ed :Terre vivante.
- (8) Joseph Orsolini (1990). *L'habitat au toit en terrasse, spécimen d'architecture paysanne en Corse*. Ed: Sagep editrice.
- (9) Hossein Zomarcchidi (1995). *L'architecture Iranienne- Mises en oeuvre des bâtiments avec les matériaux traditionnels*.

Artículos:

- (10) Thierry David (1984). TPF 0053 12/84/0053. *Surfaces planes et inclinées en terre*. Biblioteca escuela de arquitectura de Grenoble- Francia
- (11) Dr.Ing.Virgilio Ayala Zapata, Guatemala. *Propuestas tecnologicas para la construcion con tierra de pisos para vivienda economica*. SIACOT 2005 Portugal
- (12) CRATerre- EAG- The Getty Grant, rapport final (1996-2004).Navrongo-Ghana- *Conservation of " our lady of seven sorrows" cathedral*, Bolgatanga Diocese
- (13) Sdudente: Franco Giolla, relatore: G.Scudo, correlatore: S. Sabbadini (2004). *L'attualita delle terra battuta*. Politecnico di Milano, facoltà di architettura e società corso di laurea in architettura.
- (14) Silvia Quattrochi. *La terra nelle mani delle donne*. Burkina Faso
- (15) David Gelles. *Down and dirty*. Artículo New York Times. Jueves 8 febrero 2007; House and Home.
- (16) Faola Trione. *Argilla invece di piastrelle*. Artículo en Casaviva n11. 2004 Italia.
- (17) Revista: Confort 2, Confort 6. (2006)
- (18) Jacques Litzler et Chantal Fontvianne. *Les planchers en bois et terre argileuse*. (2005). Revista:Maisons paysannes de France- Patrimoine rural- Pisé-Bauge-Torchis.
- (19) Frédéric Félix et Christian Sutter. *Nouvelles réalisations en torchis allégé*. (2005). Revista:Maisons paysannes de France- Patrimoine rural- Pisé-Bauge-Torchis.
- (20) Jean Fouin. *Des planchers et plafonds isolants*. (2005). Revista:Maisons paysannes de France- Patrimoine rural- Pisé-Bauge-Torchis.

Fuentes electrónicas:

- (21) www.lehmtonerde.at
- (22) www.kapelle-versoehnung.de/bin/deutsch/dokumentation/index.php?Btyp=5&Bname=0
- (23) www.svenskajordhus.se
- (24) www.areso.asso.fr

Fiche ouvrage n°16: Dalle de béton de terre, Geneviève Destouest

Fiche ouvrage n°34: Dallage en terre damée, Christian Baur

Fiche ouvrage n°35: Dalle de béton de terre, Alain Tournebize

(25) www.eco-caracol.com

Curriculum: Nacida en 1977 en Nancy, Francia. El proyecto de título consistió en la restructuración, junto a un grupo de jóvenes, del centro social donde vivían. Como arquitecta, empieza con un año de construcción con madera maciza tradicional, sigue en 2008 con la especialización en arquitectura en tierra, en CRATerre-ENSAG, Grenoble, Francia. En 2009 se dedica a obras participativas de construcción en fardos de paja, en Francia con Botmobil. Desde 2010 vive en Chile, forma parte de Tierractual que aspira a la difusión de la tierra como material contemporáneo en los diferentes aspectos y objetos de la arquitectura, de la construcción y del diseño. Docencia: dicta el curso “arquitectura en tierra contemporánea parasísmica” en el magíster en la facultad de arquitectura de la Universidad Andrés Bello de Santiago de Chile. Participa en el Colectivo de trabajo y arte con tierra “TERRON”, que nació de la realización de murales, capacitaciones, fotografías y pintura con arcillas en vivo.

PROPUESTA DE INTERFASE ENTRE: PARED DE ADOBE E INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA DEL ASENTAMIENTO RURAL SEPÉ TIARAJU, SP - BRASIL

Mauricio Guillermo Corba Barreto (1); Akemi Ino (2)
HABIS – Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – USP/UFSCAr.
São Carlos – SP – Brasil

Tel: (+55) 16-3373 9304, Fax (+55) 16-3373 9304

(1) e-mail: macorito710@yahoo.com.br

(2) e-mail: inoakemi@sc.usp.br

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras-clave: Vivienda en adobe, interface, instalación eléctrica

Resumen

El siguiente trabajo promueve el entendimiento sobre los detalles constructivos y soluciones por medio de adaptaciones según las condiciones del medio rural y del trabajo conjunto con los moradores que participan de la construcción de su propia casa. A pesar de haber soluciones, a veces más empíricas que académicas, sobre las interfases de una pared de adobe con diferentes subsistemas más como las instalaciones eléctricas, son pocas las publicaciones que detallen este tipo de etapas, y más aún en la producción de vivienda de interés social rural. El objetivo del trabajo es presentar la propuesta desarrollada sobre la interfase entre la pared de adobe y la instalación eléctrica la cual fue desarrollada en una vivienda rural que está siendo construida por sus futuros moradores. La metodología de trabajo responde a la estrategia de investigación-acción implementada por el Grupo de Investigación Habis -Habitação e Sustentabilidade. Las etapas de este trabajo fueron: 1) identificación de las variables; 2) estudio y construcción del molde, producción de los adobes y de la construcción de la pared; 3) levantamiento y evaluación de las dificultades encontradas y soluciones adoptadas por medio de registros fotográficos y escritos. Los resultados se refieren a: 1) Tabla de tipologías desarrolladas en adobe; 2) Cuadros descriptivos del proceso de ejecución de la interfase y 3) Recomendaciones en posibles réplicas del proceso

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existen pocos trabajos sobre la técnica de adobe que traten minuciosamente la compatibilidad entre los diferentes subsistemas constructivos que complementan la construcción de una edificación, que en algunos casos puede entenderse como soluciones obvias, pero que se vuelve necesario desarrollarlos y mejorarlos para ampliar las posibilidades innovadoras de los detalles constructivos. Considerando el uso contemporáneo de esta técnica antigua, es indispensable realizar trabajos de investigación que promuevan, ya sea con nuevas propuestas o como divulgación de experiencias, los detalles técnicos de nuevos usos o adaptaciones de este material y las interfases con otros sistemas como ductos de los más variados servicios: eléctrico hidráulico, calentamiento, entre otros.

El adobe, por tener características plásticas y por adaptarse a varios tipos de molde de madera o metal, se presta para que su forma sea flexible y así se obtengan diversas posibilidades que faciliten las propuestas de adaptaciones estructurales como por ejemplo, la solución al bajo desempeño que pueden tener ante efectos sísmicos. Algunos ejemplos de modificaciones en el adobe se pueden observar en las propuestas de refuerzo estructural de viviendas en el Perú como por ejemplo el *Proyecto de Cavalty (1975)*, las cuales proponen un adobe con agujeros claramente funcionales para que por medio de ellos se puedan pasar elementos verticales y así mejorar el comportamiento de un muro ante eventos telúricos. Para cambiar la forma de los adobes es necesario construir moldes con las características deseadas empleando varias tipologías que ayudan a moldear un adobe con agujeros verticales (Doat et al., 1979, p.117; Minke, 2001, p.73).

En algunas construcciones, las soluciones adoptadas para compatibilizar las instalaciones son por lo general embutidas en las paredes como las paredes que son rellenas después de montar una

estructura interna (bahareque e quincha), o de tal manera que queden aparentes, o en otros casos se recurre a abrir hoyos lineales sobre la pared, por donde pasan los tubos. Estas aberturas necesitan de esfuerzo, coordinación, herramientas, y posteriormente un mortero para tapar y homogenizar la superficie con la pared, para que posteriormente se aplique algún revestimiento. (HABIS 2005)

2. OBJETIVO

El objetivo del trabajo es proponer la interfase entre la pared de adobe y la instalación eléctrica para que sea desarrollada en una vivienda rural que está siendo construida por sus futuros moradores.

3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN Y MÉTODO DE ESTUDIO

La estrategia de investigación utilizada por el Grupo Habis (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC/USP e UFSCar), en el Asentamiento Rural Sepé Tiarajú, fue el de Pesquisa-ação (Investigación-Acción).

La Investigación-Acción agrega varios métodos y técnicas de investigación social conforme a cada fase u operación del proceso de investigación, existiendo técnicas para coleccionar e interpretar datos, resolver problemas, organizar acciones, y otras. *En la Investigación-acción, los investigadores recurren a métodos y técnicas de grupos para lidiar con la dimensión colectiva e interactiva de la investigación y también técnicas de registro, de procesamiento y de exposición de resultados.* (Thiollent, 2000, p.26).

El método de investigación se resume en las siguientes etapas: 1) identificación de las variables; 2) estudio y construcción del molde, producción de los adobes y de la construcción de la pared; 3) levantamiento y evaluación de las dificultades encontradas y soluciones adoptadas por medio de registros fotográficos y escritos.

4. CONTEXTUALIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

4.1. El Asentamiento Rural Sepé Tiaraju

Este asentamiento se ubica en el municipio de Serra Azul, nororiente del estado de São Paulo. Se organiza en 4 núcleos y es compuesto por aproximadamente 20 familias cada uno. En este Asentamiento están siendo construidas 77 casas en 3 tipologías diferentes: una de 2 cuartos, otra de 3 cuartos (ambas en bloque cerámico) y una tercera de 3 cuartos con materiales alternativos. Entre estos materiales esta la tierra cruda, presente en las técnicas de BTC (Bloque de Tierra Comprimido), adobe, y bahareque.

Además de estas técnicas se están realizando experimentaciones con otros materiales, tales como la estructura en eucalipto rollizo y fundación en piedra. Se presentaron dificultades relacionadas al financiamiento y a la organización colectiva de las familias, esto llevó a que posteriormente 2 familias aceptaran construir su casa de adobe. De estas dos familias una se anticipó e comenzó a producir los adobes y levantó rápidamente las paredes de su casa, justificando la ansiedad de tener una casa terminada para no pasar más un periodo de lluvias durmiendo en un barraco y en precarias condiciones. Esta prisa en la producción de los adobes y en la elevación de la pared no permitió el debido acompañamiento por el grupo asesor, reduciendo la capacidad de interferencia. Esta situación hizo con que la familia utilizara composiciones de tierra y estabilizantes diferentes tanto en la producción del adobe como en la masa para asentar las hileras de la pared, así como métodos inadecuados de secado, entre otras, provocando el colapso de las paredes. La otra familia actualmente construye su casa en adobe, atravesando por varias dificultades económicas, personales y técnicas que han atrasado considerablemente el rendimiento eficaz de la obra.

4.2. La Vivienda en Adobe

Para febrero de 2009 el morador había producido cerca de 2500 adobes, resultado de algunos talleres con participación de la Universidad, y del trabajo propio del morador. Estos adobes fueron hechos usando un suelo arcillo-limo-arenoso, estabilizado con estiércol de vaca. Después de

varios trabajos de sensibilización, monitoreo y gestión de la obra, las actividades fueron retomadas en el mes de septiembre con la culminación del contrapiso y la producción de más adobes. Como la tierra del propio lote era arenosa, se tuvo que transportar 6 camiones de tierra, y de esta manera fue retomada la producción de adobes que por varios motivos fue estabilizado con cemento. La primera hilera comenzó en el mes de octubre y paralelo a ese trabajo fueron realizados varios ensayos de resistencia a compresión según diferentes dosificaciones donde fueron usados: cemento, arena, cascara de arroz y tierra. El morador realizó varias modificaciones a los proyectos definidos previamente por el grupo asesor. Se demoró casi un año para elevar la pared y cubrir. El área de la casa quedó mucho mayor dado que, en la baranda (área exterior de la casa que es solamente cubierta) fueron construidas paredes para así crear un espacio el cual es usado como sala, además de esta modificación, el perímetro de la casa fue ampliado en casi 20cm de cada lado.

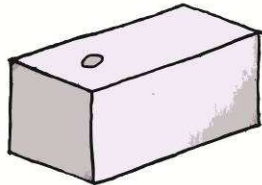
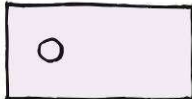
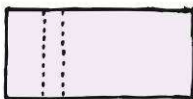
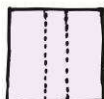
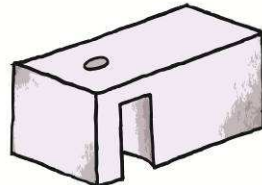
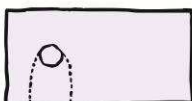
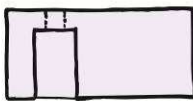
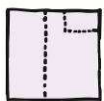
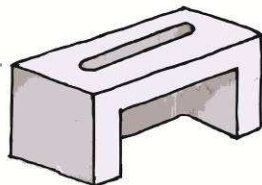
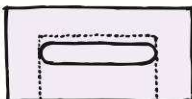
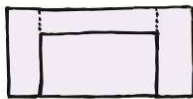
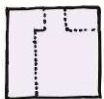
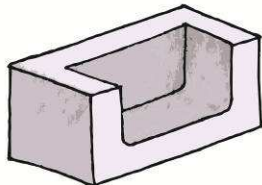
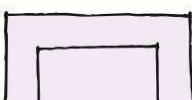
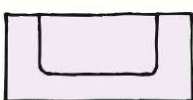
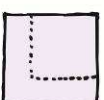
Durante el proceso de construcción de la casa, fueron realizados algunos estudios sobre tipologías de adobe, que ayudaran a solucionar la interfaz de a pared con las instalaciones de la casa, la viga cinta y los pilares de la baranda. Las paredes fueron amarradas con hierro de 3/16 y en algunos lugares fue utilizado un bambú de diámetro entre 1.5cm a 2.5cm llamado popularmente “vara de pescar”, el cual fue usado para amarrar las paredes. Encima de los vanos de las puertas fueron colocados hierros que posteriormente fueron substituidos por dinteles de madera. La cubierta fue realizada en madera. El morador comenzó a habitar la casa en el mes de septiembre de 2010. Y aún están siendo colectados datos más detallados.

5. DESARROLLO DE LA INTERFASE

Las variables identificadas que llevaron a proponer un sistema de adobes que solucionara la interfase con la instalación eléctrica fueron:

- Facilidad de ejecución de la forma (adaptación a la ya existente)
- Participación del morador en las soluciones buscadas
- Paso solamente vertical del ducto
- Espacio para localización de las cajas de interruptores y tomadas
- Distancia del agujero a las cajas
- Diámetro necesario para el paso del tubo flexible
- Facilidad en la ejecución (asentar adobe y paso de los cables)
- Facilidad de interfase con otros componentes (adobe canaleta – viga cinta)

5.1. Tabla de tipologías desarrolladas en adobe

Tipo adobe	3d	Horizontal	Frontal	Lateral
Un agujero				
Um agujero con espacio para caja				
Abertura superior para caja de distribución				
Abertura inferior para caja de distribución				

Cuadro.1 – Tipologías de adobe implementados en la interfase

Como al principio del proyecto no fue pensada una forma especial para perforar los adobes, se tuvo que adaptar el molde ya existente el cual era para 3 adobes simples. Posteriormente fue discutido con el morador una solución para poder adaptar el molde y así perforar el centro de la mitad de uno de los lados del adobe, pues como el proyecto eléctrico solo proponía distribuciones verticales en la pared, era más fácil pensar un adobe con agujero vertical.

Se desarrollo entonces otro molde que tuviera la función de mira, para que al pasar un tubo de pvc (residuos de obra) por dos orificios pudiera perforar el adobe totalmente perpendicular a su base. Además, esta forma funcionaria para producir medios adobes.

Se intentó proponer la cantidad mínima de tipologías de adobes (ver cuadro 1) para que su producción no fuera compleja, y fácil de aprender y ejecutar por el morador, por lo que la primera tipología de adobe solo tiene un agujero, el cual una vez el adobe se esté asentando, se intercala el agujero para crear un agujero constante por donde pasa el tubo flexible que llevaría los cables de los circuitos eléctricos. La segunda tipología de adobe se pensó para incrustar las cajas para tomadas e interruptores. Y la tercer y cuarta tipología se diseñó para adaptar la caja de distribución general, el cual necesitaba solo 2 adobes.

Las 3 últimas tipologías, por necesitarse pocas cantidades, no exigió de una forma especial, pues mientras el adobe no estaba totalmente seco, fue fácil cortar la abertura necesaria para caber las cajas, excepto la caja grande de distribución, que por falta de cuidado del morador, se crearon fisuras leves.

5.2. Etapas de producción del adobe

No. etapa	Etapas	Descripción de la etapa
1	Preparación del barro	El barro usado fue el mismo empleado en la producción de los otros adobes. Este adobe fue estabilizado con cemento por razones, culturales, de presupuesto y distribución de materiales en áreas rurales etc.
2	Preparación de las formas	Las formas eran debidamente lavadas y humedecidas para el barro no adherir en las superficies.
3	Moldeo del adobe en la forma de 3 adobes:	El barro era colocado en el molde de 3 adobes, relleno de todos los espacios tanto laterales como en las esquinas.
4	Retiro del excedente del barro	El barro que sobraba era retirado con las manos protegidas con guantes por el hecho de tener cemento en la mezcla.
5	Colocación de la forma adaptada en un extremo de forma del adobe:	Luego que eran moldados los adobes, se colocaba encima la forma especial que tenía dos orificios para guiar el tubo con que se hace el agujero en el adobe.
6	Abertura de los agujeros con tubo de PVC:	Después de colocar la forma adaptada, se insertaban los 3 tubos (uno en cada adobe) hasta atravesar completamente el adobe. Este tubo era de PVC de 3/4", de 35cm de largo.
7	Retiro de la forma adaptada:	Posteriormente se retiraba la forma adaptada con cuidado de no mover bruscamente los tubos que estaban dentro del adobe.
8	Secado de los adobes con los tubos de PVC colocados	Ya que estos tubos permanecían dentro del adobe, era necesario que transcurriera alrededor de 20min, para que el adobe alcanzara un secado mínimo y así no se fuera a cerrar los agujeros.
9	Retiro de los tubos de PVC	Luego de más o menos una hora se retiraban los tubos con cuidado para poder aprovecharlos en la producción de otros adobes.
10	Secado en la sombra de los adobes:	Para no acelerar el secado y generar retracciones en el adobe, era necesario cubrirlos con un plástico negro para que el sol no impactara de manera directa.

11	Corte rectangular de los adobes donde se incrustaran las cajas de interruptor y tomada:	Cuando el adobe estaba aún húmedo, era un buen momento para hacer el corte donde se colocarían las cajas de los interruptores, tomadas e inclusive los 2 adobes donde se colocaría la caja de distribución de los circuitos de toda la casa. Este corte se realizó con una faca (machete pequeño) y debía hacerse con mucho cuidado para no partir el adobe. El corte se hacía en la misma dirección del agujero realizado con la forma adaptada
12	Secado al sol de los adobes	Después de que los adobes estuvieran con los cortes y agujeros listos se dejaban secar por más de una semana al sol.
13	Almacenamiento de los adobes	Una vez los adobes estuvieran 80% secos, se encarraban uno sobre otro dejando espacios para que el aire continuara secándolos.



figura.1 – Etapas de la producción del adobe: a) retiro de la forma adaptada; b) desmolde de la forma de 3 adobes dejando los tubos de PVC; c) Adobes sin el tubo de PVC secando al sol; d) corte del adobe para incrustar la caja de tomada o interruptor; e) corte del adobe para incrustar caja de distribución; f) adobes girados secando al sol (créditos: autor)

5.3. Etapas en la elevación de la pared

No. etapa	Etapa	Descripción de la etapa
1	Elevación de las esquinas de la pared	Como los adobes con agujero generalmente se localizaban en puntos medios de la pared, era necesario asentar primero las esquinas y así saber el espacio que quedaba entre una esquina y otra para posicionar los adobes de manera intercalada.
2	Localización para posicionar los adobes con agujero	Para que el morador supiera el lugar (distancia horizontal y vertical) exacto para asentar los adobes especiales, fue marcado en la primera hilera justo en el alineamiento vertical, el número de hilera donde se posicionaría el adobe, ej.: A3 significaba Adobe Tres, o sea, que en la tercera hilera justo encima de esa marcación se debía colocar un adobe con el corte rectangular para colocar la caja de la tomada y a partir de ese adobe se asentarían intercaladamente los otros hasta llegar a la altura final.
3	Asentamiento del primer adobe con agujero	Este primer adobe se colocó en la tercera y octava hilera, la tercera era para tomada, y la octava para interruptores dando una altura de 30cm para tomada y 120cm para interruptores.
4	Paso del tubo flexible	Cada vez que se asentaba el adobe con el agujero se debía pasar el tubo flexible, para que de esta manera el tubo fuera uno solo y quedara continuo y así el paso de los cables no tuviera algún tipo de obstáculo.
5	Asentamiento de los	Después del primer adobe con el agujero, el siguiente se asentaba en la otra

	siguientes adobes de manera intercalada y cruzando el tubo flexible	dirección, coincidiendo agujero con agujero, pues de esta manera se podía seguir el trabamiento de la pared entera.
6	Acabado del corte rectangular para incrustar las cajas	Una vez asentado el adobe, en algunos momentos era necesario ampliar el corte rectangular para que la caja se adaptara perfectamente.
7	Incrustar las cajas según la tomada e interruptor	Después de asentar los adobes se incrustaban las cajas para asegurar el tubo flexible.
8	Paso de los cables de la instalación	Después de construida la pare y cubierta la casa, se pasaron los cables de abajo hacia arriba por el tubo flexible.
9	Colocación del acabado de los interruptores, tomada y caja de distribución	Así no se haya revocado la casa, ya fueron colocados los acabados de los interruptores, tomadas y caja de distribución general.



figura.2 – Etapas en la elevación de la pared: a) adobe con otro corte para tener mayor flexibilidad de espacio al momento de pasar el tubo flexible, fue usado para pasar los 4 tubos que salen de la caja de distribución; b) paso del tubo por el adobe para enseguida ser asentado; c) Adobe asentado en la tercera hilera con caja y tubo instalado; d) adobes con caja de distribución; e) imagen de varios puntos en paredes por donde pasa el tubo flexible; f) tubo flexible pasando por el adobe canaleta donde será concretada la viga cinta (créditos: autor)

6. CONSIDERACIONES FINALES

Fue posible desarrollar junto con el morador una solución técnica, usando pocos recursos para disminuir y perfeccionar las etapas de ejecución de la interfase adecuada para la producción de la vivienda rural, que puede ser replicada en otras situaciones, contribuyendo para el desarrollo tecnológico de la construcción en adobe.

Aunque el proyecto está en construcción actualmente, las dificultades se han podido resolver fácilmente. Algunas de ellas corresponden a: a) necesidad de dejar por 20min los tubos PVC, para que el orificio no se cerrara tan rápido, pues el barro para formar algunos adobes pasaba su límite plástico.

Para próximas experiencias se recomienda, además de proyectar los detalles constructivos, pensar la manera como ellos van a ser ejecutados, pues hubiese sido mejor, haber usado un solo molde, y no tener que adaptar el existente.

Esta propuesta de canalizar los ductos por el interior del adobe, ayuda a mejorar la estética de la pared, pudiendo dejarla a la vista.

Actualmente se están desarrollando otros moldes y adobes para solucionar detalles como la viga cinta, y algunos pilares externos.

7. BIBLIOGRAFIA

Minke, G. (2001). *Manual de construcción en Tierra: La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad.

Doat, P. et al. (1979). *Construire en Terre*. Paris, Francia: GAMMA.

Thiollent, M. (2000). *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo, Brasil: Cortez Editora.

Habis, (2005) Relatório FAPESP No. 8. *Construção de la casa de adobe en el asentamiento rural Pirituba II*. Grupo de Investigación en Habitación y Sustentabilidad. EESC/USP- UFSCar. SP. Brasil

Currículum

Mauricio Guillermo Corba Barreto. Arquitecto y Urbanista (UNIBOYACA, 2006 - Colombia), Alumno de Maestría del Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (EESC-USP) - Becario CNPq/PEC-PG - Investigador del HABIS - Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade - EESC-USP/Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) - Brasil

Akemi Ino. Profa. Dra. del Departamento de Arquitetura e Urbanismo - EESC-USP - y Coordinadora del Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar - Brasil.

INNOVACION Y GESTION PARTICIPATIVA CON AUTOCONSTRUCTORES URBANOS POBRES. BUENOS AIRES-MAR DEL PLATA, ARGENTINA

Rodolfo Rotondaro*, Fernando Cacopardo, Juan Carlos Patrone*, Luján Puglia**, Carlos Mañá**, Guillermo Rolón*, Rodolfo García Palacios**, María Inés Cusán**, Ariel Ondartz**, Viviana Améndola**, Emma García Cein****

*** Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires/CONICET Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4º piso, IAA - Int. Güiraldes 2160 - C1428EGA Ciudad de Buenos Aires E-mail: rotondarq@telecentro.com.ar Tel.: (+54-11) 47896270**

****Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Mar del Plata/ CONICET - Funes 3350 - 7600 Mar del Plata E-mail: fcacopar@mdp.edu.ar Tel/Fax: (+54-223) 4752626**

T2 - Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras clave: pobreza, vivienda urbana, innovación tecnológica

RESUMEN

Este trabajo presenta resultados de investigación del trabajo de carácter multisectorial y participativo que se desarrolla en contextos urbanos con población en situación de pobreza, en la periferia de las ciudades de Buenos Aires y Mar del Plata. Se investigan materiales, componentes básicos y elementos constructivos orientados a mejorar aspectos materiales e inmateriales de la vivienda, con estrategias de gestión participativa, que se modifican y ajustan de acuerdo a cada situación territorial. Se trabaja en tres barrios periféricos de dichas ciudades, que fueron seleccionados por las características y grados de carencias de su población residente, con serios problemas de déficit habitacional y de inclusión social. La tecnología constructiva en experimentación está orientada al desarrollo participativo de prototipos demostrativos (primera etapa), con empleo de materiales y técnicas naturales e industrializadas que incluyen los siguientes: bloques de adobe, bloques tierra compactada, fibra embarrada moldeada a mano, tierra apisonada, tierra estabilizada colada y fibras naturales apisonadas.

En los últimos tres años se han realizado avances que incluyen la puesta en marcha de modos de gestión participativa y concertada en dos de los barrios, Bancalari en el Conurbano Bonaerense y Monte Terrabusi en Mar del Plata, iniciando líneas de trabajo con los vecinos para el desarrollo de bloques económicos, pisos, contrapisos, baldosas, muros y revoques (Cacopardo et al., 2007,2008; Rotondaro et al., 2008,2009).

1- AMBITOS DE TRABAJO, OBJETIVOS Y METODOLOGIA.

El área geográfica de intervención incluye un barrio del segundo cordón del periurbano de Buenos Aires, Bancalari, del Partido de Tigre; y dos barrios del periurbano de Mar del Plata, Monte Terrabusi y Alto Camet. Se trabaja en los barrios y en dependencias institucionales con la colaboración material y de infraestructura de las Universidades Nacionales de Mar del Plata y Buenos Aires, del Municipio de Florencio Varela, del centro Terrabaires y de la chacra El Arca, en Provincia de Buenos Aires.

Los objetivos principales de la etapa en curso se focalizan en el desarrollo de nuevos materiales, elementos y sistemas constructivos con empleo de tierras estabilizadas, áridos de rezago, maderas, y otros recursos materiales con disponibilidad local y que presentan un potencial de utilización posible en el contexto de la autoproducción de la vivienda popular en estos barrios. Se emplean modos de gestión orientados a mantener la participación de pobladores locales beneficiarios y de otros actores institucionales de apoyo y asistencia (ámbitos y grupos universitarios y de Ciencia y Tecnología, organizaciones no gubernamentales, empresas privadas), con el fin de convertir en sustentables procesos de gestión para el mejoramiento del hábitat construido con continuidad de la gestión de carácter participativo.

Se pretende además comparar los desarrollos de los diferentes contextos barriales con el fin de evaluar y ajustar los avances, consolidar logros en cuanto la gestión así también como propiciar la

creación de microemprendimientos, colaborar con las organizaciones locales, fortalecer los grupos multidisciplinares de trabajo y replicar las innovaciones constructivas que resulten sustentables en cada lugar.

La metodología se basa en el concepto de tecnologías “posibles” (Berretta, 2007) y el desarrollo de líneas de trabajo por temas tecnológicos constructivos con base territorial, a partir de los diagnósticos y acuerdos locales. Se diseñan, construyen y estudian prototipos en base a la combinación de recursos materiales y de mano de obra locales con otros industrializados o de rezago industrial, con apoyo de laboratorios de ensayos normalizados de materiales y elementos, y el empleo de protocolos específicos para la tecnología de construcción con tierra.

2.DISEÑO DE GESTION. PROPUESTAS PARA MODELOS PARTICIPATIVOS.

Hubo avances en el diseño de los modos de gestión participativa y los ajustes que se realizan a partir de las distintas respuestas y modificaciones que surgen por su aplicación en cada contexto. Estos modos incluyen diferentes escalas y actores.

En Buenos Aires se mantienen propuestas de capacitación y transferencia de tecnología en co-gestión con el centro vecinal local para pisos con baldosas prefabricadas y revoques sobre paredes de BTC y ladrillo común cocido y hueco industrial, mediante acuerdos escritos y el apoyo material y financiero de la Municipalidad de Tigre y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Se realizaron prototipos constructivos experimentales y pisos y revoques demostrativos, en la sede del centro vecinal (Figura 1) y en viviendas de familias carenciadas del barrio.



Figura 1: Piso exterior con baldosas CONICET en patio exterior del centro vecinal de Bancalari. Prototipo demostrativo en uso y evaluación desde 2007.

Actualmente se realiza una capacitación continua con apoyo material y financiero del proyecto PIP-CONICET “Tecnología y gestión participativa para mejorar la vivienda autoproducida de sectores urbanos en situación de pobreza. Materiales, componentes y elementos constructivos con tierras estabilizadas”, en la compra y traslado de materiales y moldes. Se incluye la fabricación y empleo de BTC con prensa CINVA-RAM (Figura 2), baldosas CONICET de 25x25x2,5 cm, y prototipos de cocina-estufa-económica con paredes y revestimientos con tierra estabilizada con fibra vegetal.

La gestión es posible a partir de acuerdos formalizados por un período de dos años y se realiza con la participación del centro vecinal (Asociación Civil El Nuevo Progreso) y la Delegación Don Torcuato Este del Municipio de Tigre, Provincia de Buenos Aires, con la dirección del primer autor. El acuerdo firmado incluye tareas de capacitación en temas específicos del mejoramiento de la

vivienda pobre existente del barrio, con un soporte técnico, material y financiero compartido por los tres actores intervinientes (centro vecinal, grupo CONICET-FADU y Municipio).



Figura 2: Fabricación de BTC con jóvenes de Bancalari y barrios vecinos. Formación continua para capacitar grupos de vecinos y gestionar mejoramientos de viviendas locales.

En el área Mar del Plata se lograron avances de gestión significativos en los barrios donde se desarrollan las pruebas piloto de mejoramiento de vivienda y nuevas soluciones constructivas y de equipamiento productivo. Se lograron acuerdos donde participan la Universidad Nacional de Mar del Plata y la Municipalidad de General Pueyrredón (con la Secretaría de Planeamiento y el Banco de Tierras), para el desarrollo de un dispositivo de autogestión de dominio de tierras. Se creó por decreto del Ejecutivo Municipal (Decreto 1240/08) la Unidad Ejecutora Hábitat y Ciudadanía, en asociación con la Universidad Nacional de Mar del Plata, a través del cual aportan recursos materiales de construcción y reconocimiento oficial a la iniciativa.

Hay además acuerdos de co-gestión privada la ONG Centro de Estudios de Acción Social (gestión de recursos y de redes de donantes); empresas San Arawa, Yacimiento Minera y Canteras Yaraví, SA (materiales de construcción); Empresa de Electricidad Atlántica (postes de palmera y materiales eléctricos); y otros acuerdos de gestión menos formalizados pero que realizan valiosos aportes parciales. El proyecto PIP-CONICET CONICET aporta parcialmente el trabajo de recursos humanos asignados de manera parcial, y la compra parcial de materiales y moldes para el desarrollo de prototipos constructivos y para tareas de investigación científica en torno a la problemática en cuestión.

3.INNOVACIONES CONSTRUCTIVAS.

Se utilizan materiales de la construcción convencional, arena, cemento Portland, cal hidratada, clavos, alambre, tablas y tarimas de madera, cañerías de PVC, pintura asfáltica, chapa ondulada, hierro galvanizado, polietileno; y se diseñan nuevos materiales a partir del empleo de tierras seleccionadas estabilizadas, que incluyen a suelos areno-arcillosos y areno-arcillo limosos, fibras vegetales, estiércol animal, agua de pozo y de red, caña hueca, rezago de cantera arenosa, postes de palmera, piedras y arenas, suelo-cemento, suelo-cal, pintura a la cal. Los componentes y elementos constructivos en desarrollo son: contrapisos, pisos, carpetas, cimientos, muros, revoques, bolseados, pinturas, estructura de techo, cubiertas, cielorrasos, gallineros, cocina y horno de barro, fibras embarradas y quincha mejorada.

Tanto el diseño de nuevos materiales, componentes y elementos se realiza en cada contexto barrial mediante la participación y consenso de beneficiarios directos y con etapas previas de prueba de prototipos. La incorporación de modificaciones y de nuevas iniciativas que surgen son incluidos dentro de un proceso de co-gestión y concertación que es apoyado con talleres de información y capacitación, con propuestas para la posible organización de un

microemprendimiento productivo y/o de desarrollo de alternativas de mejoramiento para la vivienda local.

Se trabaja considerando la posibilidad de construir una vivienda nueva en predios donde no existe la vivienda, así como también la vivienda nueva que reemplaza a la existente (Figura 3), y el mejoramiento y/o ampliación de la vivienda existente dentro de la zona de intervención del proyecto, con los acuerdos necesarios de los vecinos interesados.

En las figuras 3 y 4 se ejemplifican algunos de los prototipos en diseño y experimentación.



Figura 3: Sector prototipo de vivienda nueva con bloques económicos de hormigón con autoconstrucción vecinal y apoyo del obrador local (fábrica de bloques y asistencia técnica local). Barrio Monte Terrabusi, Mar del Plata (2009).

En el contexto de este barrio se iniciaron tareas de formación de los investigadores del equipo con invitación a los vecinos interesados, para la fabricación de baldosas económicas, la preparación de mezclas con suelos estabilizados y el uso de moldes experimentales. Se realizaron dos talleres (Figura 4) y se fabrican baldosas para el primer prototipo demostrativo de piso completo terminado con las mismas, a construir en el obrador de la fábrica de bloques.



Figura 4: Taller de baldosas económicas CONICET en Monte Terrabusi, Mar del Plata, dictado por Rotondaro en 2010. Participan Vecinos del

barrio y del barrio Alto Camet involucrados en el proyecto, y profesionales del grupo de trabajo de campo.

5.CONCLUSIONES Y DISCUSION

Se emplean modos de gestión de tecnología que pueden inscribirse dentro de los conceptos de las “tecnologías apropiadas y apropiables” y más precisamente, en esta etapa actual, dentro de lo que Víctor Pelli describe como formas de “gestión participativa y concertada” y “co-gestión” (Pelli, 2007:65,81). En este sentido, en el barrio del Conurbano Bonaerense se avanzó con la participación local en dos aspectos: una sede de experimentación con una organización barrial significativa (el centro vecinal, en el barrio Bancalari) y un compromiso de trabajo conjunto mediante la firma de acuerdos de transferencia con vecinos para el empleo de soluciones ya evaluadas por la investigación, con el aporte de mano de obra familiar y recientemente mayor interés de parte de la Delegación Municipal.

Dentro de los componentes constructivos en desarrollo, la “baldosa CONICET” presenta una complejidad tecnológica que en apariencia podría ser apropiada para contextos de autoconstrucción con mínima asistencia técnica, factible de ser producido y utilizado por pequeños grupos y en escala familiar. Las resistencias de rotura a flexión obtenidas son altas, aunque no alcanzan la exigida por la Norma IRAM 1522 (1971) y algunos ejemplares la superan; la resistencia al desgaste por abrasión es totalmente satisfactoria.

También algunos prototipos de revoques de suelo-cemento-cal sobre muros tradicionales de ladrillo cerámico y ladrillo cocido con seis meses de edad, presentan comportamientos satisfactorios en cuanto a fisuración, cohesión interna y adherencia al sustrato. Los costos de producción para la mayor parte de los elementos en experimentación son alentadores en sus valores relativos comparados con los del mercado formal de la construcción, en las áreas de trabajo.

En la ciudad de Mar del Plata, se trabaja con una base territorial y un modelo de diagnóstico expresado en un mapa digital de riesgo y de recursos territoriales, con avances en gestión y modos de autogestión y co-gestión con organizaciones externas a la comunidad, buscando recuperar capital humano para el trabajo.

En los barrios donde se interviene se logró una inserción en las propias redes sociales que permitió resultados significativos en actividades de autoconstrucción y autoconstrucción asistida, con participación de mano de obra local capacitada. Hay también un apoyo sostenido de parte de instituciones públicas clave, como lo son la Universidad Nacional de Mar del Plata y la Municipalidad de General Pueyrredón, y de varias empresas privadas, todo lo cual mejora el modelo de gestión en cuanto a que puede mantenerse en el tiempo sino que mejora la inserción de los grupos técnicos y la participación de los pobladores locales.

La comparación Buenos Aires-Mar del Plata permite observar y analizar problemas en distintos contextos de gestión y actuación, desde aquellos con alta disolución y fragmentación social, mayor homogeneidad en la concentración de situaciones de población indigente y en riesgo crítico y una muy débil mediación institucional territorial, como Alto Camét y Monte Terrabusi en Mar del Plata, hasta otro que cuenta con una mayor grado articulación institucional en la mediación con el barrio y la particularidad de transferencia de una tecnología específica. En Bancalari es evidente un soporte institucional más formalizado, con un mecanismo de transferencia de tecnología más tradicional al principio, que va cambiando en las siguientes fases.

En cuanto al tema particular referido al desarrollo de tecnología de construcción con tierra cruda en estos contextos de pobreza urbana, el enfoque inicial ha generado un proceso que se inició con la producción de nuevos elementos constructivos que se están transfiriendo al barrio (Bancalari), con un modelo de gestión más tradicional y lineal entre sistema científico-centro vecinal, para luego pasar a un nuevo enfoque que está incorporando más actores locales (municipio, organizaciones sociales, familias beneficiarias) y que está cambiando a la modalidad de “proceso de gestión participativa, interactoral e interinstitucional” buscando tecnologías posibles (Berretta,2007).

Los desafíos en todos los contextos de intervención plantean interrogantes importantes en dirección a mejores modos de gestión participativa: ¿será posible desarrollar esta tecnología en estos barrios en una escala más masiva? ¿Se podrán alcanzar márgenes lógicos de calidad de materiales, ejecución de obra y de terminaciones que no afecten la durabilidad del material? Y asimismo queda la cuestión sobre la asimilación de estos cambios por los autoconstructores y los grupos vinculados en cada contexto barrial.

Los resultados generales obtenidos permiten vislumbrar la factibilidad técnica-económica y social para un desarrollo local de las innovaciones en estudio, y una participación potencial de beneficiarios e instituciones barriales con posibilidad de transferencias a mayor escala dentro de los procesos de mejoramiento que han venido realizándose en estos lugares. El modelo de gestión y los mecanismos de diseño y transferencia a continuar, presentan desafíos esperables en contextos en situación de pobreza, en cuanto a los aspectos organizativos (grupos beneficiarios-grupo de investigación-organizaciones y empresas asociadas participantes), que serán diferentes en los distintos barrios del área de estudio; y en cuanto a los resultados del comportamiento físico-mecánico y durabilidades de cada tipo de componente y elemento constructivo; su experimentación necesita de tiempos diferentes según cada contexto local, que podrá ser más extenso en algunos, y que podrá estar acompañado o no de ensayos normalizados.

Bibliografía

Berreta,H. (2007) *Tecnologías posibles*. Conferencia en el II Seminario Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Hábitat Popular, AVE-CEVE CONICET, Córdoba, Argentina. 21 setiembre 2007.

Cacopardo,F.;Ondartz,A.;García Palacios,R.;Mañá, C.; Puglia, L. (2007) *Materiales y Tecnologías sociales alternativas para hábitat y vivienda sobre trabajo de base territorial y cogestión interinstitucional: Prueba piloto Alto Camet y Monte Terrabusi, Mar del Plata, 2005-07*. En: CD II Sem. Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Hábitat Popular. AVE-CEVE CONICET, FAUD-UNC, FAU /UCC. Córdoba, Argentina. 19, 20 y 21 Setiembre 2007.

Cacopardo,F.;Rotondaro,R.;Palacios,R.;Mañá,C.;Ondartz,A.; Puglia, L.; García Cein,E.; Améndola,V.; Patrone,J.C.; Rolón, G. (2008) *Tecnologías sociales posibles con base territorial: gestión y transferencia, asimilación social de prácticas y producción de conocimiento. Barrios del periurbano de Mar del Plata y Buenos Aires, Argentina*. En: CD III Sem. Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Hábitat Popular. AVE-CEVE CONICET, FAUD-UNC, FAU /UCC. Córdoba, Argentina. 5 al 7 Noviembre 2008.

IRAM-Instituto Argentino de Racionalización de los Materiales. (1971) *Norma Nº 1522 Baldosas aglomeradas con cemento con cara vista plana*. IRAM, Ciudad de Buenos Aires.

Pelli,V.S. (2007) *Habitar, participar, pertenecer*. Ed. Nobuko. Ciudad de Buenos Aires.

Rotondaro,R.;Patrone,J.C.; Schicht,A. (2008) *Innovación tecnológica y vivienda en el Gran Buenos Aires. Pisos y revoques para sectores en situación de pobreza*. Cuaderno Urbano-7:115-144. Edit. Nobuko, Ciudad de Buenos Aires. ISBN: 1666-6186000007

Rotondaro,R.; Cacopardo,F.; Patrone,J.C.;Rolón,G. (2009) *El empleo de la tierra cruda en áreas urbanas pobres. Algunas propuestas para mejorar la vivienda autoproducida en barrios de Buenos Aires y Mar del Plata, Argentina*. CD VIIIº Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra-IIº Sem. Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra. "Arquitectura de tierra y hábitat sostenible". Tucumán, Argentina, 08 al 13 de junio de 2009.

Rodolfo Rotondaro. Arquitecto, Máster CRATerre/UPAG (Francia). Investigador del CONICET. Profesor Adjunto y Director del Programa ARCONTI (Arquitectura y Construcción con Tierra), IAA, en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. Codirector del centro Terrabaires. Miembro activo de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Fernando Cacopardo. Arquitecto, Máster en Historia, Investigador del CONICET. Docente de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Director del Programa Interdisciplinario en Urgencias del Hábitat y de la Unidad Ejecutora Hábitat y Ciudadanía, UNMdP-MGP.

Guillermo Rolón. Arquitecto. Becario Doctoral CONICET. Investigador del Programa ARCONTI, IAA, en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

Luján Puglia. Ingeniera Agrónoma. Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Diseño/Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, Mar del Plata.

Carlos Mañá. Arquitecto. Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Diseño/Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, Mar del Plata.

Rodolfo García Palacios. Arquitecto. Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Diseño/Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, Mar del Plata.

María Inés Cusán. Arquitecta. Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Diseño/Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, Mar del Plata.

Ariel Ondartz. Arquitecto. Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Diseño/Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, Mar del Plata.

Viviana Améndola. Licenciada en Ciencias Sociales. Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Diseño/Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, Mar del Plata.

Juan Carlos Patrone. Arquitecto, Integrante del Programa ARCONTI, IAA, y del CIHE, FADU UBA. Realiza tareas de investigación y de transferencia en el campo de la vivienda y los edificios bioclimáticos construidos con tierra desde 1998. Codirector del centro Terrabaires. Miembro activo de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Emma García Cein. Facultad de Arquitectura y Urbanismo y Diseño/Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, Mar del Plata.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE MAMPOSTERÍAS EMPLEADAS EN ZONAS SÍSMICAS

Mary Saldivar¹³, Osvaldo Albarracin¹⁴, José Luis Bustos¹⁵

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan (IRPha-FAUD-UNSJ). Av. Ignacio de La Roza y Meglioli, Rivadavia, 5400 San Juan, Argentina.

oalbarra@farqui.unsj.edu.ar - Web: <http://www.irpha.com.ar>

Tel: +54(0)264 423 2395. Fax: +54(0)264 423 5397.

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras Claves: Mampostería, Sismo, Comportamiento.

RESUMEN

Los tipos estructurales más usados en la construcción de viviendas en zona sísmica tanto en Argentina como en el resto de Latinoamérica, es la mampostería en sus diversas variantes. Esto se debe a la posibilidad, de ésta última, de cumplir diversos roles: estructural, seguridad, aislamiento térmico, entre otros, con técnicas constructivas sencillas y a costos relativamente bajos.

Cuando analizamos las tipologías estructurales con mampostería en zonas sísmicas, en general, y en la provincia de San Juan en particular, podemos distinguir tres tipos que se diferencian tanto por la configuración como por el tipo de mampuesto empleado, ellas son: Mampostería encadenada de ladrillos, Mampostería armada de block de hormigón, y Mampostería de adobe. Diversas publicaciones muestran los resultados de ensayos realizados, documentando las características físicas, mecánicas y el comportamiento sísmico de cada una de ellas.

En el marco de investigaciones realizadas por el IRPha en el tema de tecnologías apropiadas aplicadas a la vivienda social en regiones árido-sísmicas, se llevaron a cabo verificaciones experimentales de un sistema constructivo basado en el uso de mampuestos de suelo-cemento con contrafuertes. Se realizaron los ensayos pertinentes para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, así como su comportamiento durante la ocurrencia de un sismo severo. Los resultados fueron expuestos en diversas publicaciones anteriores.

En el presente trabajo se realiza un estudio comparativo de los distintos tipos de mampostería señalados anteriormente, con el objeto de determinar la posición relativa de la mampostería de suelocemento con respecto a las anteriores, de modo de establecer las ventajas compartivas del sistema propuesto considerando el campo de aplicación previamente definido.

ANTECEDENTES

MAMPOSTERÍA DE SUELO CEMENTO CON CONTRAFUERTE

El sistema constructivo basado en el uso del suelo cemento con contrafuertes pensado y analizado teniendo presente que está destinado a zonas rurales, con mano de obra no especializada, fue presentado en reuniones técnicas anteriores, se muestran en esta oportunidad los resultados alcanzados que serán empleados en los análisis comparativos del presente trabajo. Un muro en escala natural fue sometido a un ensayo pseudo-estático en la Losa de Carga del Laboratorio de Estructuras del Instituto de Investigaciones Antisísmicas de la U.N.S.J., del que se obtuvo la rigidez, el módulo de corte y la capacidad de disipación de energía de la mampostería, parámetros necesarios para la valoración del sistema estructural, en zonas de alto riesgo sísmico como la Provincia de San Juan. Los resultados del ensayo permitieron determinar parámetros mecánicos y dinámicos de la mampostería de suelo cemento sin encadenar. (Saldivar, Bustos, Albarracin, 2006, p3)

¹ Ingeniera. Profesor Adjunto de la FAUD-UNSJ. Docente en las Cátedras de Estructuras I, de la Facultad de Arquitectura de la U.N.S.J. y Estructuras Especiales, de la Facultad de Ingeniería de la U.N.S.J. Investigador en el Área Tecnológica del IRPha-FAUD-UNSJ. E-mail: msaldivar@speedy.com.ar

¹⁴ Arquitecto. Profesor Adjunto Interino de la FAUD-UNSJ. Docente en la Cátedra Construcciones II y en la Asignatura Electiva Vivienda de Interés Social. Director del Proyecto CICITCA-UNSJ 21/A381, Co-Director del Proyecto PIP 03007/00, e integrante del Grupo Responsable del PICT 13059. E-mail: oalbarra@farqui.unsj.edu.ar

¹⁵ Magíster Ingeniero. Profesor Titular F.I.-UNSJ. Docente en las Cátedras de Computación y en Dinámica I. Investigador en el Laboratorio de Estructuras del I.D.I.A. de la UNSJ. E-mail: jlb@unsj.edu.ar

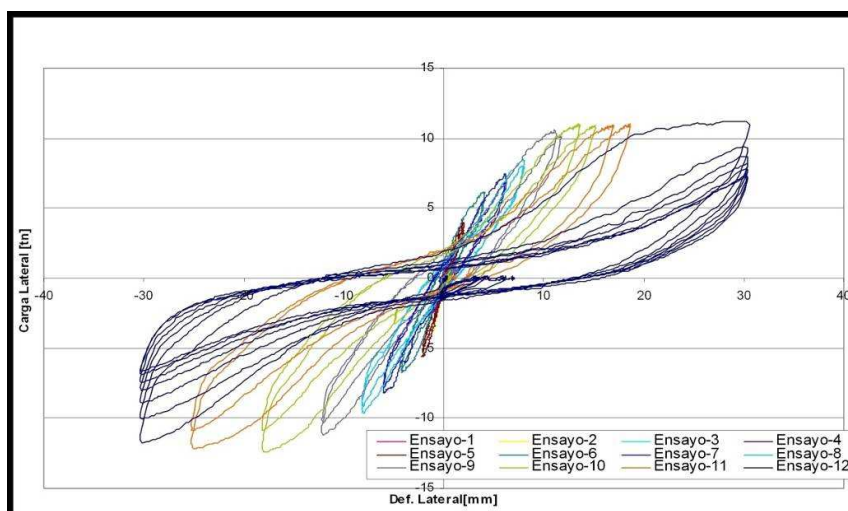


Fig. 1- Curva Carga- Deformación del Ensayo. Mampostería Suelo Cemento

MAMPOSTERÍA ARMADA DE BLOCK DE HORMIGÓN

Estas estructuras de mampostería tienen ventajas de tipo económico en construcciones de vivienda, y se aplican normalmente en la zona sísmica argentina en edificios de hasta tres pisos. Están compuestas usualmente por muros en dos direcciones ortogonales principales unidos por los entrepisos y el techo de hormigón armado. En este sistema estructural la acción sísmica representada por fuerzas laterales aplicadas en cada piso y en el techo, es resistida por un mecanismo de muros, muchas veces acoplados por dinteles y antepechos, conectados por losas que actúan como diafragmas indeformables, capaces de repartir dichas fuerzas laterales en proporción a las rigideces relativas de los muros. (Bustos, Zavala, Masanet, Santalucia, 2007, p6). Con el objetivo de obtener conocimientos sobre el comportamiento bajo cargas laterales de los muros de bloques de hormigón con armadura distribuida, se ensayó en la losa de carga del Instituto de Investigaciones Antisísmicas de la Universidad de San Juan, un muro construido con mampuestos de 38cm x 19cm x 19cm, armado.

Los mampuestos utilizados para construir el modelo fueron provistos por la empresa ALUBRY (San Luis). La armadura vertical está compuesta por 2 ϕ 10mm colocada en orificios consecutivos de los extremos y 1 ϕ 8mm cada 40cm; la armadura horizontal se compone de 2 ϕ 8 mm a los 80cm y 200cm. El armado sigue los lineamientos establecidos por la Norma INPRES CIRSOC-103.

Con la aplicación de los primeros valores de distorsión horizontal se comenzó a producir algunos agrietamientos en las interfases entre mortero y mampuesto. Cuando se aumentó el desplazamiento lateral, se observó un agrietamiento horizontal en la interfase muro -fundación. Este agrietamiento comenzó desde los extremos del muro hacia el centro, y se acentuó al aplicar los sucesivos desplazamientos laterales crecientes. La Figura 2 muestra la totalidad de los ciclos de desplazamiento aplicados al muro, cada desplazamiento objetivo se aplicó dos veces.

Las curvas carga-deformación muestran lazos un poco estrechos, lo que indica poca capacidad de disipación de energía. Este comportamiento puede haberse visto influenciado por el temprano deslizamiento en la interfase del cimiento y muro.

La resistencia al corte teórica calculada según la expresión de la Norma Inpres Cirsoc 103 para el bloque de hormigón (Tipo II) y el mortero (Resistencia elevada) utilizados, y considerando el esfuerzo normal actuante, es menor que la medida en el ensayo.

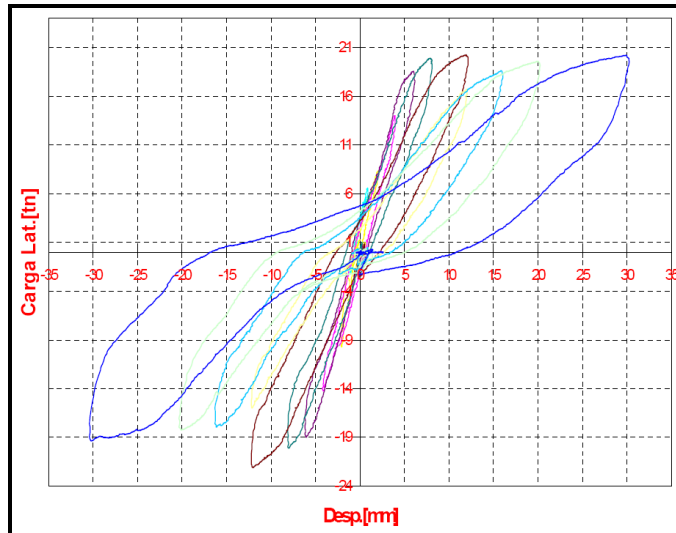


Fig.2- Curva Carga- Deformación del Ensayo. Mampostería Armada de Block de Hormigón

MAMPOSTERÍA DE ADOBE

El adobe es uno de los materiales de construcción más antiguos y de uso más difundido. El uso de unidades de barro secadas al sol data desde 8000 B.C. (Houben y Guillard 1994). Su uso es muy común en regiones árido sísmicas como la provincia de San Juan, Argentina. Es un material de construcción de bajo costo y de fácil accesibilidad que es elaborado por comunidades locales.

Las estructuras de adobe son generalmente autoconstruídas, porque la técnica constructiva tradicional es simple y no requiere consumo adicional de energía. Además de ser una tecnología constructiva simple y de bajo costo, la construcción de adobe tiene otras ventajas, tales como excelentes propiedades térmicas y acústicas. Sin embargo, las estructuras de adobe son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones.

Con el objeto de determinar su comportamiento frente a las acciones sísmicas se ensayó un muro de adobe a cargas cíclicas. (Blondet, Torrealva, Villa Garcia, Ginocchio, Madueño, 2005, p10).

Los resultados muestran que en el caso del muro de adobe sin refuerzo, el comportamiento es prácticamente elástico hasta que alcanza su máxima resistencia, luego de lo cual se producen unas cuantas grietas diagonales en ambos sentidos. La curva fuerza-deformación de la Figura 3 muestra la fuerza máxima alcanzada y después hay una pendiente negativa, lo que implica la falla del sistema.

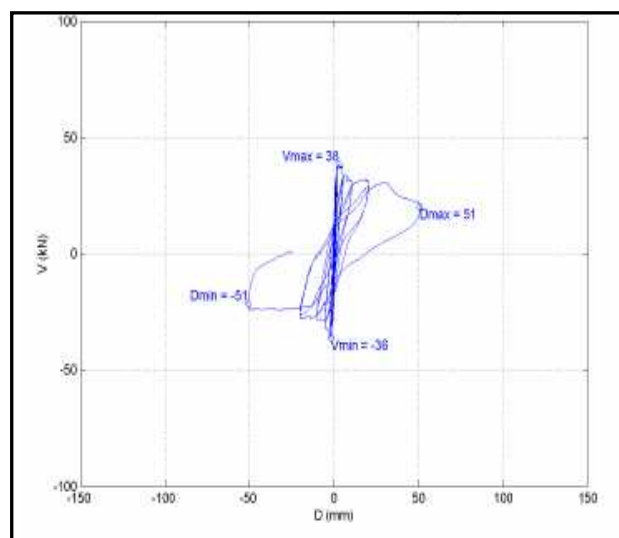


Fig.3- Curva Carga- Deformación del Ensayo. Mampostería de Adobe

MAMPOSTERÍA ENCADENADA DE LADRILLO

La mampostería encadenada o confinada es una tipología estructural muy usada en América Latina y en la zona sísmica de Argentina en edificios de vivienda y consiste en el uso de vigas y columnas de enmarcado para confinar muros que se construyen con ladrillos o ladrillones. La armadura vertical se provee solo en las columnas de encadenado y puede colocarse armadura horizontal en las hiladas. El comportamiento de este tipo de estructuras durante la ocurrencia de un sismo destructivo es complejo y sus propiedades de rigidez, resistencia y capacidad de deformación son altamente variables según el diseño adoptado y las características de los materiales. Tiene especial importancia el comportamiento en el rango plástico y la conservación de la resistencia y la capacidad de disipación de energía en ciclos de carga sucesivos. Los modelos constan de un vano y un nivel y fueron ensayados hasta alcanzar su capacidad resistente última en la losa de carga y muro reactivo del Instituto de Investigaciones Antisísmicas. La figura 4, describe el comportamiento de los modelos durante los ensayos, rigidez inicial, resistencia, modo de falla y capacidad de deformación plástica. (Bustos, Zavala, Masanet, Santalucia, 2000, p5).

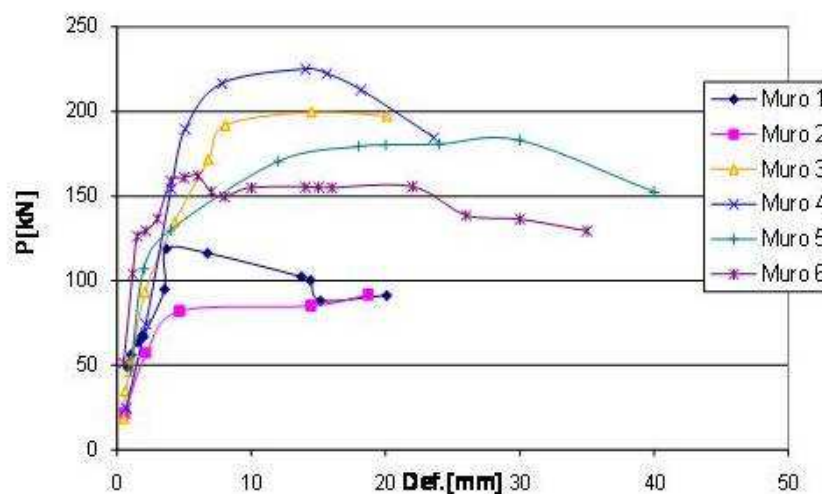


Fig. 4- Curva Carga- Deformación Envolvente del Ensayo. Mampostería Encadenada de Ladrillo

Teniendo en cuenta los tipos estructurales expuestos para la construcción de viviendas, ampliamente difundidos en zonas sísmicas, con comportamientos frente a sismos severos diferentes pero también con posibilidades técnico económicas diferenciales, se encara el siguiente análisis con el objeto de comparar las características tanto sismorresistentes como constructivas, de cada una, de forma de definir sus fortalezas y debilidades y acotar sus posibles campos de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Blondet, M., Torrealva, D., Villa Garcia, G., Ginocchio, F., Madueño, I.(2005). *Using industrial materials for the construction of safe adobe house in seismic areas*. Lima, Perú. pp7-10.
- Bustos, J.L., Zavala, F., Masanet, A., Santalucia, J. (2000). *Estudio del comportamiento dinámico de un modelo de mampostería encadenada mediante un ensayo en mesa vibratoria*. XXIX Jornadas Sudamericanas de la Ingeniería Estructural. Punta del Este. Uruguay. Pp5-7.
- Bustos, J.L., Zavala, F., Masanet, A., Santalucia, J. (2007). *Estudio del comportamiento de muros de bloques de hormigón con armadura distribuida, mediante un ensayo pseudoestático*. VII EIPAC. Salta. Argentina. pp1-7.
- Houben, H. and Guillaud, H. (1994). *Earth Construction – A Comprehensive Guide*. ITDG Publishing, London, UK.
- Saldivar, M. Bustos, J.L., Albarracin, O.(2006). *Ensayo bajo cargas horizontales de muro construido con mampuestos de suelo cemento*. V SIACOT. Mendoza. Argentina. pp2-10.



Eje temático 3

Capacitación y transferencia de las tecnologías

EXPERIÊNCIAS COM CAPACITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE ADOBES E CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Obede Borges Faria

Faculdade de Engenharia, UNESP – Universidade Estadual Paulista - campus Bauru; Av.

Eng. Luiz E.C. Coube, 14-01 CEP 17033-360, Bauru-SP, (Brasil)

Tel +55 14 3103 6112; obede@feb.unesp.br e obede.faria@gmail.com

Tema 3: Capacitación y transferencia de las tecnologías

Palavras-chave: habitação de interesse social; adobe; sustentabilidade

Resumo

Atualmente, existem cerca de 167 assentamentos rurais no Estado de São Paulo, abrangendo um universo de 10.049 famílias. O recente aumento da ocupação de áreas rurais, no Brasil, gera alívio de pressão por empregos e moradias nas cidades mas,, conseqüentemente, esta pressão é transferida para o campo, com a busca (por parte dos assentados) por acesso a financiamentos para sua produção agrícola, habitação e proteção dos recursos naturais. Nesse sentido, a atuação do HABIS (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade, da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo), juntamente com seus parceiros, tem buscado (através de projetos de pesquisa) propor diretrizes de *políticas públicas* para *habitação de interesse social, saneamento ambiental e produção de alimentos* com transição agroecológica, em assentamentos rurais, em várias regiões do Estado de São Paulo (Brasil), sempre dentro da perspectiva de desenvolvimento local sustentável e desenvolvimento de inovações tecnológicas, para produtos e processos. A estratégia metodológica principal tem sido a da *pesquisa-ação*, com participação mútua de pesquisadores e beneficiários. No presente artigo são apresentados alguns resultados obtidos com dois projetos de pesquisa desenvolvidos pelo HABIS. No que diz respeito às técnicas de construção com terra, os resultados apontam grandes dificuldades de aceitação, por parte dos assentados desta região brasileira.

1. INTRODUÇÃO

O HABIS, Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade, da EESC/USP (Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo) e UFSCar (Universidade Federal de São Carlos), procura enfatizar a integração entre pesquisa, extensão e formação de pessoas em projetos ligados à produção de habitação de interesse social (HIS), utilizando materiais, preferencialmente, renováveis (madeira de plantios florestais e terra) e incorporando processos que envolvam a participação dos diversos agentes de sua cadeia de produção, desde os moradores, órgãos públicos, ONGs, inclusive as instituições de financiamento habitacional; enfatizando a participação das famílias nos processos decisórios, gestão e monitoramento nas várias etapas da produção das moradias, articulando os agentes da cadeia; processos participativos de elaboração e execução de projetos.

Nos anos 80, a população rural caiu em média 0,2% ao ano. Contudo, a migração para os centros urbanos foi se tornando menos atraente e, nos anos 90 a tendência se inverteu: a população rural, retorna ao campo, com possibilidades de encontrar novas fontes de trabalho e renda. Após décadas de reduções sistemáticas, a população rural brasileira voltou a crescer numa estimativa de 0,5% ao ano. Como resultado, em 1992 havia 450 mil pessoas a menos, morando fora do perímetro urbano dos municípios brasileiros do que em 1981. Em 1998, já havia 600 mil pessoas a mais nas áreas rurais do que em 1992. Para atender as demandas crescentes de ocupação no campo, o Governo Federal vem promovendo projetos de assentamentos rurais e desenvolvendo ações de regularização das terras devolutas estaduais e federais, constituindo uma política fundiária nacional.

Bergamasco e Norder (1996) definem o termo assentamento rural como: “...a criação de novas unidades de produção agrícola, por meio de políticas governamentais visando o reordenamento do uso da terra, em benefício de trabalhadores rurais sem terra ou com pouca terra. Como o seu significado remete à fixação do trabalhador na agricultura, envolve também a disponibilidade de condições adequadas para o uso da terra e o incentivo à organização social e à vida comunitária.”

No Brasil existem, atualmente, em torno de 400.000 famílias assentadas, distribuídas em 1.500 núcleos. No Estado de São Paulo, em 2006 haviam 167 assentamentos rurais, divididos em dezesseis coordenações regionais, abrangendo um universo de 10.049 famílias (ITESP, 2006). Neste contexto, os alívios de pressão por empregos e moradias nas cidades são transferidos para o campo, onde os

assentados buscam o acesso a financiamentos de sua produção, moradia e proteção dos recursos naturais. Os resultados alcançados pelos assentamentos indicam a importância dos investimentos realizados para a viabilização dessas comunidades de novos agricultores. Contudo, algumas questões merecem ser examinadas do ponto de vista da realidade social, tais como: precariedade das habitações, ausência de infra-estruturas (energia elétrica, comunicação e sistema viário), condições precárias na área de saneamento ambiental (abastecimento de água, águas residuárias, águas pluviais e resíduos sólidos e líquidos), cultivo dependente de insumos (pacotes tecnológicos para o plantio – sementes e defensivos).

Na perspectiva do aumento das condições de permanência e melhoria da qualidade de vida destas famílias no campo, os desafios se tornam mais complexos, principalmente considerando-se novas formas de transferência de conhecimento (pesquisa-ação), com participação dos agricultores familiares e de outros atores, na formulação e implementação de políticas públicas, integrando as políticas para moradias, para saneamento ambiental e para a produção e comercialização de alimentos, ampliando as oportunidades de geração de trabalho e renda e a fixação das famílias nas áreas de assentamentos, na perspectiva do desenvolvimento local sustentável.

Com relação à política habitacional, pode-se destacar que o déficit habitacional no Brasil é de 6,6 milhões de unidades, sendo que para as áreas rurais este déficit esteja em torno de 1,2 milhões, o que representa 18,2% do montante nacional. A Fundação João Pinheiro utiliza o conceito de déficit habitacional como sendo a necessidade de novas moradias, seja por reposição, por incremento habitacional, co-habitação ou domicílios com ônus excessivo de aluguel (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2002).

Com relação aos programas habitacionais, a maioria desta população não possui acesso ou as instituições não possuem capacidade para atender toda a demanda. Como exemplo, entre os anos de 1994 e 1997, foi concebido um Projeto de Moradia Popular Rural para o Estado de São Paulo, sendo o ITESP (Instituto de Terras do Estado de São Paulo), órgão responsável pela regularização fundiária, o agente promotor de moradias rurais. Esta instituição foi responsável pela aquisição e fornecimento de um “kit” de materiais para construção de casas, repassado às organizações dos assentados, mediante assinatura de termo de compromisso de ressarcimento, a responsabilidade de construção em regime de mutirão ou autoconstrução. Devido à baixa capacidade operacional, o ITESP, em função da alta demanda, não teve condições de levar adiante tal programa.

Outro exemplo é o Programa de Subsídio a Habitação de Interesse Social Rural (PSH- Rural), do Ministério das Cidades (operacionalizado pela Caixa Econômica Federal – CEF) e INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), no qual, em seu primeiro edital (janeiro de 2004) procurou viabilizar a construção de 1.200 unidades habitacionais rurais no Brasil, com subsídio de R\$ 4.500 e financiamentos de até R\$ 3.000,00 por família. Ainda, para as áreas rurais, os agricultores familiares podem contar com o Prolar- Rural, um programa da CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo) que, em parceria com o INCRA ou ITESP, financiam até aproximadamente R\$ 9.400,00 para pagamento em até 25 anos, habitações de aproximadamente 42m².

A busca para uma habitação digna para famílias em assentamentos rurais deve estar baseada no desenvolvimento rural sustentável, no qual haja uma procura por melhoria da qualidade de vida no meio, envolvendo todas as atividades relacionadas com a vida no campo como, por exemplo, “recursos produtivos, tecnológicos, comerciais, de transporte, de habitação, infra-estrutura e equipamentos comunitários” (PERES, 2003). O modo de produção de habitação social rural que mais se encontra atualmente no Brasil, é a autoconstrução, definida por TASCHNER (1986) como sendo a que o próprio usuário, seus familiares ou agregados, com ou sem empreitadas parciais, concebem, constroem, utilizam e mantêm espontaneamente a unidade isolada, sem a participação de técnicos habilitados.

Em uma rápida observação, em assentamentos rurais, percebem-se dois momentos de construção de moradias. O primeiro momento é após a regularização da terra, quando cada família assentada inicia a ocupação do seu lote. Neste momento, as famílias moram em “barracos”, feitos de *papelit* (material de embalagens *tetra-pak*, compradas em forma de rolo, que são utilizados como elementos de vedação – chapas), costaneiro (casca da árvore de *pinus* retirada na fase inicial de desdobro) ou mesmo com madeira, no sistema “tábua mata-junta”, com baixo conhecimento técnico sobre a utilização do material, tendo a habitação sérios problemas construtivos, de conforto e de durabilidade. Num segundo momento, após o início do plantio e geração de renda, as famílias lutam por uma moradia com mais segurança estrutural, estanqueidade e com capacidade de comportar toda a

família. Geralmente, iniciam a construção de forma autônoma e as habitações são construídas pelos próprios moradores (autoconstrução), utilizando materiais construtivos mais acessíveis quanto à facilidade de aquisição, transporte e custo, reproduzindo os estilos arquitetônicos e técnicas construtivas da cidade como, por exemplo, o sistema tradicional de construção na periferia das cidades (blocos de concreto, ou tijolos cerâmicos alveolares e laje de concreto).

No presente artigo, são apresentados resumos de dois projetos de pesquisa desenvolvidos pelo HABIS (do qual este autor é professor-pesquisador colaborador), desenvolvidos em dois assentamentos rurais do Estado de São Paulo.

2. PROJETO INOVARURAL

Os materiais utilizados para construção de moradias em assentamentos rurais podem ser estudados sobre a ótica das múltiplas dimensões da sustentabilidade, que segundo Silva (2000) podem ser: ambiental, política, econômica, social e cultural. A utilização de alguns materiais tende a aumentar a sustentabilidade destas construções, se comparados a materiais de construção convencionais, ou mais utilizados para habitações no Brasil, quais sejam: o tijolo cerâmico, o concreto e o aço. São exemplos de materiais que tendem a aumentar a sustentabilidade: a madeira de florestas plantadas, o bambu, a terra, as palhas e materiais reciclados ou reaproveitados. Um material citado na literatura, que apresenta baixo ou praticamente nulo consumo de energia para a sua produção e é um excelente isolante térmico e acústico, é o **adobe** (tijolo de terra, seco ao sol, sem passar pelo processo de queima), principalmente quando comparado com o cimento e o aço. Segundo Faria (2002), este material apresenta vantagens como: 1) facilidade de produção, possibilitando uma rápida capacitação da mão de obra; 2) baixo consumo energético; 3) baixo custo de produção, aumentando as chances de acesso pela população de baixa renda; 4) utilização de recursos renováveis, abundantes e locais; e 5) participação dos futuros moradores na produção do material da habitação, criando uma identificação das pessoas com a construção e melhorando sua auto-estima.

A proposta de utilização deste material, numa habitação de interesse social rural, foi apresentada levando-se em consideração a disponibilidade das matérias primas (terra, palha e água) numa área rural, onde estes recursos são abundantes; a possibilidade de transferência de conhecimento para a produção de adobe, num tempo compatível com as condições e limites locais; e, a necessidade de viabilizar uma habitação com custo aproximado de R\$ 4.500,00, valor de subsídio disponível pelo PSH-Rural em dezembro de 2003.

A etapa da pesquisa, aqui descrita, teve como objetivo realizar uma análise do processo de construção de uma habitação de interesse social, com sistema estrutural de vedação em adobe, realizada no Assentamento Rural “Fazenda Pirituba”, próximo à cidade de Itapeva, sudoeste do Estado de São Paulo – Brasil (uma região com baixos índices de indicadores sócio-econômicos) e apresentar informações sobre o sistema construtivo, tais como: processo de produção do adobe, processo de elevação das paredes, patologias e soluções adotadas, detalhes construtivos, interfaces com elementos de vedação, cobertura, instalações elétricas e hidráulicas. Este trabalho fez parte do Projeto **“INOVARURAL – Habitação rural com inovação no processo, gestão e produto: participação, geração de renda e sistemas construtivos com recursos locais e renováveis”** (contemplado pela Chamada Pública MCT/FINEP/FUNDO VERDE-AMARELO 01/2003).

2.1. Método de pesquisa, objeto de estudo e coleta de dados

Esta pesquisa foi realizada a partir de estudo de caso único, definido por Yin (2001) como uma investigação empírica, sobre um fenômeno contemporâneo, dentro de um contexto da vida real, onde o fenômeno estudado e o contexto não possuem limites definidos. O autor ainda coloca que para um estudo de caso com qualidade, a coleta de evidências (inicialmente colocada como coleta de dados) deve seguir o uso de duas ou mais fontes de evidências, possuir um banco de dados com informações formais de evidências distintas e conclusões elaboradas, além de uma ligação explícita entre as questões levantadas, os dados coletados e as conclusões.

Para tal coleta, o autor apresenta uma lista de seis possíveis fontes de evidências, sendo elas: a documentação, os registros em arquivos, entrevistas, observações diretas e observações participantes, as quais foram utilizadas na presente pesquisa. A pesquisa, aqui apresentada, foi desenvolvida com base no método da pesquisa-ação (THIOLLENT, 1996), na qual os pesquisadores e a população interagem na busca de solução para um problema, possibilitando nesta interação que perguntas e respostas destes diálogos e ações gerem, hora evidências das perguntas de pesquisa, hora novas perguntas. A coleta de dados foi realizada nos diversos momentos da construção de uma habitação com adobe, onde também foram construídas mais 41 unidades habitacionais, com tijolos cerâmicos alveolares. O programa de necessidades da habitação em adobe definiu uma planta com três quartos, uma sala, uma cozinha, um banheiro e uma varanda (área externa a habitação, mas coberta) com área construída de 64m² e área coberta de 106m² (figura 1). O projeto foi totalmente desenvolvido com ampla participação das famílias, em todas as etapas.

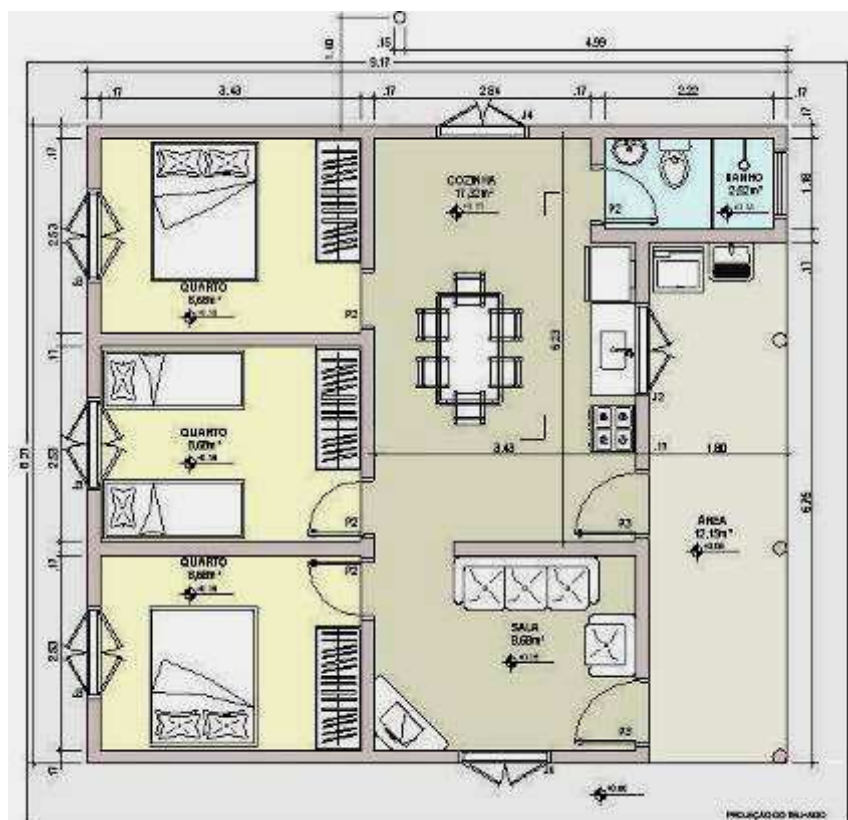


Figura 1 - Planta da casa de adobe, com 104 m² de área de cobertura (acervo HABIS).

Esta habitação, com paredes estruturais de adobe, teve custo total (excluída a mão-de-obra) de R\$ 6.224,17, dos quais 70% financiados pelo PSH-Rural e 30% financiados pelo INCRA. As 42 habitações deste projeto foram construídas em regime de mutirão.

2.2. O sistema construtivo com adobe

O sistema construtivo com parede portante de adobe pode ser dividido em sub-sistemas para uma melhor compreensão. O sub-sistema de fundação da habitação foi executado em sapata corrida, com blocos de concreto, armados e preenchidos com concreto. A ligação entre a fundação e a parede estrutural foi feita apenas por apoio direto da parede sobre a fundação. Para o sub-sistema de vedação estrutural foi utilizado o adobe, estabilizado com biomassa vegetal (palha de arroz), com junta amarrada e com dimensões de 10cm x28cm x14cm. O sub-sistema de cobertura proposto para a habitação é formado por vigas, compostas de três camadas de peças de madeira da espécie *Pinus* sp., pregadas e colocadas na direção horizontal, espaçadas de acordo com as dimensões das telhas cerâmicas (cerca de 40cm), este sub-sistema de cobertura foi denominado VLP – Viga Laminada Pregada. A ligação entre a cobertura e o adobe é realizado através de uma peça de transição (berço) em madeira, fixado no adobe com pinos metálicos.

2.3. Oficinas de capacitação e a produção dos adobes

O adobe foi produzido pela família proprietária da casa, após a realização de duas oficinas, uma demonstrativa e outra de capacitação, dirigidas a todos os habitantes do assentamento. A seqüência de produção está apresentada na figura 2. A quantidade de adobes necessária para a habitação da figura 1 é de 5.000 unidades, utilizando para esta produção aproximadamente 25m³ de solo não compactado, 612kg de palha, duas fôrmas de madeira (para 6 adobes cada), além de ferramentas diversas.

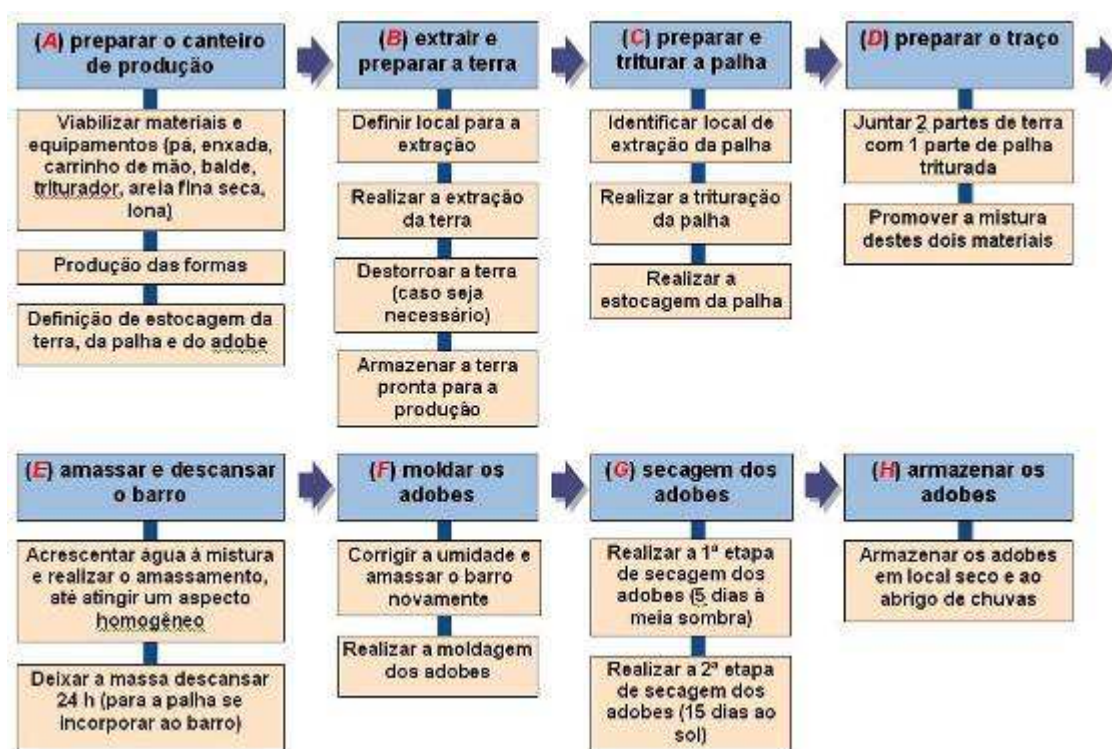


Figura 2 - Esquema da seqüência de produção do adobe.

Para esta produção, a família contou com dois homens, e duas mulheres (adolescentes), gastando 23 dias trabalhados para produzir todos os adobes necessários. Na figura 3 são ilustradas as etapas desta produção.





Figura 3 - Fotos da seqüência de produção dos adobes, observando-se no destaque a precariedade da situação habitacional da família, anterior à construção da nova casa.

Durante todo o processo de produção dos adobes, foram levantadas, discutidas e registradas as dificuldades encontradas. Os problemas foram solucionados, sempre como produto do diálogo e reflexão entre assentados e pesquisadores. De uma forma geral, a maior parte destas dificuldades foi decorrente da precariedade das condições das instalações disponíveis no assentamento, assim como da falta de referências anteriores, por parte dos assentados. Para o controle de qualidade do material, foi adotada a metodologia proposta por Faria (2002), tanto para a amostragem como para os ensaios de caracterização física e mecânica dos adobes, e os ensaios foram realizados nos laboratórios da Faculdade de Engenharia, da UNESP-Bauru.

2.4. A construção da habitação

Após a execução da fundação e do contrapiso da habitação, foram realizadas as seguintes etapas para a elevação das paredes, ilustradas na figura 4: **a)** Limpeza dos baldrames da fundação para realização da 1ª fiada; **b)** Execução de argamassa de solo e palha (o mesmo que foi utilizado na produção do adobe); **c)** Execução dos cantos no nível e esquadro; **d)** Execução da 1ª fiada levando-se em consideração as aberturas de portas; **e)** Execução das fiadas seguintes com junta amarrada e ferro cabelo (4,2mm) nos cantos, para travamento das fiadas; e, **f)** Execução de impermeabilização na parede nos primeiros 0,30m internos e externos.



Figura 4 - Fotos da seqüência de elevação da casa de adobe.

Nesta etapa, também foram levantadas, discutidas e registradas as dificuldades encontradas. Os problemas também foram solucionados de forma coletiva. Ao final de todo o processo, foi elaborada uma cartilha, denominada “Caderno Amarelo”, que encontra-se publicada como referência para novos projetos.

Deve-se salientar que a realização deste trabalho, aparentemente simples e pouco inovador, foi uma grande conquista para todos os atores envolvidos no processo (pesquisadores, população local e agentes financeiros), considerando-se a realidade local, ou seja, não existe tradição de uso da terra, como material de construção, nesta região brasileira; existe um forte anseio desta população por “casas de material” (como eles denominam as casas construídas com materiais convencionais, como o concreto e os cerâmicos), e os órgãos governamentais de financiamento da habitação são muito restritivos, quanto a materiais ditos “alternativos”.

3. PROJETO SEPÉ-TIARAJÚ

O Assentamento Rural Sepé-Tiarajú, localizado no município de Serra Azul (região nordeste do Estado de São Paulo, próximo à cidade de Ribeirão Preto), é fruto da luta pela reforma agrária, composto por 80 famílias com renda de até um salário mínimo e que, em posse da terra, buscavam melhorias das suas condições de vida, trabalhando na construção de suas casas e produzindo alimento dentro de um sistema produtivo sustentável, com o mínimo de impacto ambiental. A comunidade é formada por quatro núcleos, com cerca de vinte famílias, denominados: “Dandara”, “Chico Mendes”, “Paulo Freire” e “Zumbi”. O recurso para construção das casas foi subsidiado pela CEF, dentro do Programa de Desenvolvimento Sustentável (PDS), com recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) e financiado pelo INCRA. Para o trabalho de construção das casas, 77 famílias se organizaram em doze brigadas de trabalho, compostas por cerca de seis membros e registraram os procedimentos em um regimento de obra. Também foram criadas comissões para atividades específicas como compra de materiais, recebimento de materiais e controle financeiro, que nem sempre funcionaram como o previsto.

No dia 09 de fevereiro de 2007 foi assinado o Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (TAC), entre o Ministério Público, Promotores de Justiça do Meio Ambiente e de Conflitos Fundiários, o INCRA e os beneficiários-concessionários (assentados). O TAC é um instrumento que estabelece regras de proteção ambiental, de produção agro-ecológica, de educação sócio-ambiental da comunidade dos assentados da reforma agrária, aumentando as possibilidades de implementação de tecnologias mais sustentáveis para habitação e infraestruturas de saneamento ambiental, conforme pode ser observado em INCRA (2008).

Neste contexto, o HABIS apresentou a proposta de projeto de pesquisa intitulado “**Proposição de Diretrizes para Políticas Públicas Integradas para Habitação Social, Saneamento Ambiental e Produção de alimentos com transição agroecológica em Assentamentos Rurais. Caso: Região nordeste do estado de São Paulo**”, ou simplesmente **Projeto Sepé-Tiarajú**. Foi adotada a mesma estratégia metodológica do Projeto INOVARURAL, ou seja, da pesquisa-ação (THIOLLENT, 2000), enriquecida com a experiência acumulada com a execução do primeiro projeto.

3.1. Oficina de capacitação para produção de adobe

Nos dias 31 de julho e 01 de agosto de 2006 foram realizadas as primeiras oficinas de demonstração da técnica de produção de adobes, com capacitação de mão-de-obra. Houve uma grande adesão dos assentados do “Grupo Alternativo” (figura 5) e ao final do segundo dia foi feita uma avaliação da experiência, com duas conclusões preliminares dos participantes: **a)** É muito fácil fazer adobes, mas muito cansativo e não rende muito; e **b)** A etapa mais trabalhosa e demorada é a do amassamento do barro. Sobre a primeira conclusão, uma das assentadas, a Senhora Arlinda, fez a seguinte observação, bastante otimista: “... é preciso persistência e definição de metas possíveis. A cada dia a gente faz um pouco de adobes e uma hora a gente terá os adobes necessários à construção de nossa casa...”.

Sobre a segunda conclusão, os assentados questionaram os pesquisadores sobre a possibilidade de algum nível de mecanização do processo de amassamento do barro. Foram apresentadas as várias alternativas possíveis mas, considerando-se a ausência de energia elétrica no assentamento, a única viável seria a construção de uma pipa, movida a tração animal (figura 6).

Esta alternativa foi viabilizada, com o projeto e construção de uma pipa de chapa metálica, com eixo e facas também metálicos e travessão de madeira roliça de eucalipto. Surgiu um outro

problema operacional, em função do único animal de que os assentados dispunham ser um burrico, sabidamente inadequado a este tipo de serviço, que requer um animal mais pesado e dócil como, por exemplo, um boi adulto. No entanto, apesar de alguns contratemplos, o equipamento foi utilizado para o amassamento do barro necessário à produção dos adobes.



Figura 5 – Algumas imagens da oficina de capacitação na produção de adobes.



Figura 6 – Pipa em funcionamento e barracão para secagem e armazenamento dos adobes.

3.2. O projeto arquitetônico das casas do “Grupo Alternativo”

O projeto arquitetônico das casas para as 77 famílias resultou de uma discussão coletiva, na qual foi definido o programa de necessidades, oito diferentes possibilidades de projetos de arquitetura e uso de diferentes materiais, tendo como critérios a durabilidade, a estética, o conforto térmico, a facilidade construtiva, o recurso financeiro disponível, a disponibilidade de recursos naturais da região e os impactos ambientais causados por estes. Inicialmente, dois sistemas construtivos foram escolhidos para as 77 famílias: a alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e a **construção autoportante de adobe**. Desse total, 11 famílias optaram pelo adobe; e esse grupo se autodenominou de **Grupo Alternativo**. Problemas de ordem técnica (figura 7) e conflitos internos levaram a uma nova alternativa construtiva e, do grupo dos 11, 8 famílias optaram pela proposta de sistema estrutural pilar-viga com madeira roliça e serrada, apresentada pela assessoria técnica e mostrada nas figuras 8 e 9. Neste caso, alguns optaram pela vedação ainda em adobe, enquanto outros optaram pela vedação em tijolos cerâmicos.

Os problemas técnicos citados no parágrafo anterior, resumidamente se tratam de um desastre ocorrido com uma casa que estava sendo construída inicialmente com paredes portantes de adobe. Os assentados, muito entusiasmados com a facilidade de construir com adobes, resolveram levantar a casa rapidamente, em uma época inadequada (de muitas chuvas), contrariando as recomendações dos pesquisadores. Com a ocorrência de uma chuva torrencial, uma dessas casas ruiu, como mostrado na figura 7. O saldo positivo foi que, mesmo assim, os

assentados não desistiram do adobe, apenas decidiram fazer a estrutura com madeira, para poderem trabalhar ao abrigo das chuvas.



Figura 7 – Etapas de construção da casa com paredes autoportantes de adobe e do desmoronamento de uma delas (acervo HABIS).

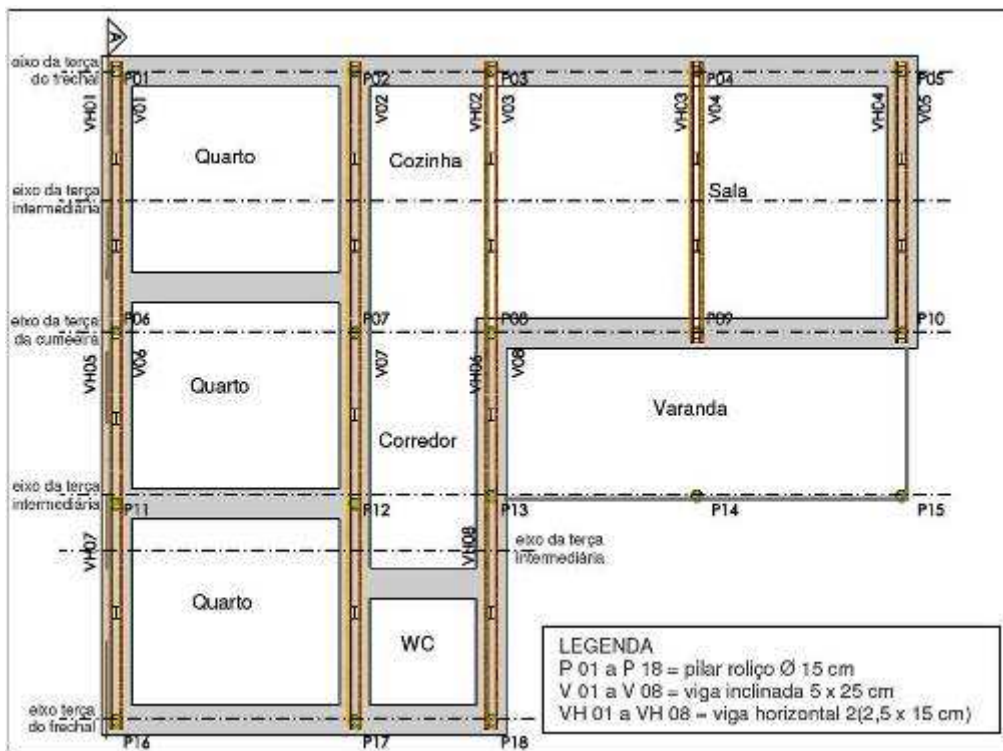


Figura 8 – Planta da casa no sistema estrutural pilar-viga e vedação com adobes (acervo HABIS).



Figura 9 – Algumas etapas de execução do sistema estrutural pilar-viga de eucalipto roliço (acervo HABIS).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da dificuldade de aceitação da arquitetura e construção com terra no Estado de São Paulo, devida, entre outros fatores, talvez ao fato de ter sido perdida a tradição e as referências a este tipo de material, além deste ser um dos estados tecnologicamente mais desenvolvidos do país, pode-se dizer que o saldo das duas experiências descritas foi positivo. No projeto INOVARURAL, por exemplo, foram gerados vários produtos, tais como: cartilhas, vídeos educativos (com a formação de um grupo de jovens cinegrafistas no assentamento) e uma marcenaria dirigida por mulheres (com todos os funcionários também mulheres) e que está gerando renda com a comercialização de sua produção na região. Quanto ao Projeto Sepé-Tiarajú, as perspectivas também são muito promissoras.

O preconceito contra a arquitetura e construção com terra, no Brasil, encontra-se tão arraigado que muitas vezes acaba por transparecer em mensagens subliminares, tais como a apresentada em uma cartilha produzida pela CEF (CEF, 2008) e reproduzida na figura 10, na qual entende-se que a casa de terra mostrada na imagem não é a “casa dos sonhos” do agricultor. Fica a pergunta: *Por quê não fomentar programas de capacitação de mão-de-obra, visando a produção de habitações de qualidade, com as técnicas já assimiladas pela população local?* No caso, o pau-a-pique.

*“A gente sempre tentou mostrar que se acreditar,
as coisas podem acontecer”*

João Moreira de Oliveira, agricultor familiar assentado da reforma agrária no assentamento Segrado Ilhaçudo, Itaipava.



“Minha vida sempre foi na zona rural compondo uma família de agricultores. Sempre participei das reuniões ativistas do sindicato dos trabalhadores aqui em Maricó e Souza, também na associação da comunidade. Agora, tanto neste assentamento, quanto no assentamento do Cachá, onde meu pai é assentado, graças a Deus agora vai ser construída a casa que há muitos anos vem sendo sonhada. Para mim a casa vem tanto para realizar o sonho que cada agricultor tem e que também é o meu, quanto para mostrar para todos a importância e o poder da organização. Assim pra mim é o principal objetivo para continuar o meu trabalho. Isso traí o melhor hábito que eu tenho, principalmente porque as pessoas começam a perceber que o sonho que parecia impossível está prestes a se tornar realidade”.

João Moreira de Oliveira, vivo da criação de Abelha. Outra nave é a apimocultura.

Figura 10 – Mensagem subliminar e negativa, contra a casa de terra (CEF, 2008, p.24-25).

BIBLIOGRAFIA

BERGAMASCO, S.; NORDER, L. **O que são Assentamentos Rurais**. Coleção Primeiros Passos. São Paulo: Editora Brasiliense, 1996.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – CEF. **Habitação rural: conheça os caminhos**. A Caixa e a habitação rural, caderno 1. (disponível em: <<http://www.caixa.gov.br>>; acesso em: 06/10/2008).

FARIA, O. B. **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe**: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP). São Carlos, 2002. Tese (Doutorado), Programa de Doutorado do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada CRHEA, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit habitacional no Brasil 2000. Informativo CEI. Belo Horizonte: FJP, 2002. (Site da FJP: <http://www.fjp.gov.br>).

INSTITUTO DE TERRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – ITESP. Disponível em <<http://www.itesp.sp.gov.br>>, acesso em 20/03/2006.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. Notícias INCRA 08/02/2007. Disponível em:<<http://www.incra.org.br>>. Acesso em 23 fev 2008.

PERES, R. B. **Habitação rural: discussão e diretrizes para políticas públicas, planejamento e programas habitacionais rurais**. São Carlos, 2003. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SILVA, S. M. **Indicadores de sustentabilidade urbana: as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável**. São Carlos, 2000. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos.

TASCHNER, S. P. **A cidade dos “sem-terra”**. Sinopses, n. 9, p. 267 a 304, 1986.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1986.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Curriculum do autor: Engenheiro Civil; Mestre em Arquitetura; Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental; professor e chefe do Departamento de Engenharia Civil / FEB/UNESP-Bauru; membro da Rede PROTERRA.

CAPACITACIÓN Y MEJORA DEL HÁBITAT PARA LA PREVENCIÓN DEL MAL DE CHAGAS

Rosa Delmy Núñez, Ing., Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima,
FUNDASAL, El Salvador, Centroamérica, Tel: (503) 2536-3500.
e-mail: cpminvestigacion@fundasal.or.sv

Tema 3: Capacitación y Transferencia de las Tecnologías

Palabras clave: capacitación, prevención, intervención

Resumen extendido

1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad del Mal de Chagas se ha relacionado siempre con las precarias condiciones económicas y sociales de la población, y particularmente con las deterioradas condiciones del hábitat, por ser una de las manifestaciones directas de la pobreza.

En El Salvador, la enfermedad del Mal de Chagas está muy generalizada principalmente en las comunidades rurales, donde la mayoría de las viviendas son construidas informalmente, muchas de ellas con tierra, en adobe o bahareque, sin criterios técnicos, sin acabados básicos en paredes y carecen además de un piso y un techo adecuado, por lo que no cuentan con las condiciones esenciales para evitar la proliferación de insectos que transmiten enfermedades.

Además de los factores antes señalados, se agrega el desconocimiento de la población de las causas y consecuencias de la enfermedad del Mal de Chagas, ya que hasta hace poco tiempo las autoridades de salud y organismos internacionales han dado relevancia a la enfermedad por la alta afectación encontrada y muchas veces, el insecto transmisor de la enfermedad, la Chinche Picuda, es visto por los pobladores como un animal inofensivo y familiarizado en su entorno rural.

Una de las regiones más afectadas con la presencia de la Enfermedad de Chagas es el Occidente del país y fronterizo con Guatemala, específicamente en el Departamento de Santa Ana, cantón El Pinalito, en donde el índice de afectación es bastante alto, el 88% de las viviendas están construidas con adobe y bahareque y se encuentran en estado de precariedad, por lo que es urgente implementar una serie de medidas integrales que van desde el control del vector por medios físicos como la fumigación, el mejoramiento de la vivienda y su entorno, así como una agresiva campaña de educación en la salud.

En este contexto es que FUNDASAL ha implementado un Proyecto piloto denominado "Capacitación y mejora del hábitat para la prevención del Mal de Chagas en el Cantón El Pinalito, Departamento de Santa Ana", el cual se trabaja desde el eje de "La Vivienda segura y saludable" por medio de un programa de capacitación y transferencia tecnológica con énfasis en la construcción y mejoramiento de las viviendas de adobe y bahareque.

2. PLAN DE CAPACITACIÓN TÉCNICO CONSTRUCTIVA

El plan de capacitación está orientado a la transferencia de conocimientos técnico constructivos que permitan a las familias edificar y mejorar las viviendas de tierra para garantizar la seguridad sísmica y el control de la Chinche transmisora del Mal de Chagas, en complemento a un fuerte componente de capacitación en aspectos socio-organizativos para el fortalecimiento de la gestión comunitaria con énfasis en la solución de los problemas de salud derivados de las precarias condiciones de la vivienda y su entorno.

2.1 Intenciones educativas.

Los fines, propósitos y objetivos para este plan de capacitación se derivan de la misión de FUNDASAL como institución que promueve el desarrollo y la seguridad humana de familias que viven en condiciones de precariedad económica y social, mediante el impulso de procesos tecnológicos y organizacionales que fortalecen la producción social del hábitat. El plan de

capacitación, específicamente para el área técnica constructiva, tiene las siguientes intencionalidades educativas:

- 1- Contribuir a la constitución de una cultura de prevención de la enfermedad del Mal de Chagas mediante un hábitat saludable.
- 2- Promover la réplica de la transferencia tecnológica relacionada con el eje de la Vivienda Segura y Saludable.
- 3- Proporcionar modelos demostrativos de mejoramiento de vivienda y de procesos organizacionales que favorecen la salud comunitaria.

2.2 Eje temático del Plan de Capacitación

El tema que transversalmente da un sentido estratégico a las necesidades educativas detectadas en la población seleccionada es el de **“La vivienda segura y saludable y su relación con la seguridad humana”**; ya que la vivienda precaria constituye uno de los factores que promueven la inseguridad humana; por lo tanto, el contar con una vivienda digna desde la perspectiva de los derechos humanos es hablar de unidades habitacionales que garanticen la seguridad contra los efectos de los fenómenos perturbadores de la naturaleza (terremotos, deslizamientos, huracanes, etc) y además debe favorecer la salubridad de las familias.

2.3 Área temática

El plan de capacitación técnico constructiva para la prevención del Mal de Chagas esencialmente busca la transferencia tecnológica para el mejoramiento de la vivienda de adobe y bahareque y el fortalecimiento de la organización comunitaria para la ejecución del proyecto mediante el proceso de ayuda mutua. Con base a lo anterior, se define el área temática del plan de capacitación técnica como: **Reparación, mejoramiento y mantenimiento de viviendas de adobe y bahareque.**

Objetivo general:

Facilitar herramientas técnico constructivas que permitan a los beneficiarios controlar el vector del Mal de Chagas y otras enfermedades que se relacionan con la precariedad de las unidades habitacionales.

Descripción del área temática.

La capacitación técnico-constructiva constituye en esencia un espacio práctico de aprendizaje, ya que está basado en la demostración, el simulacro y la práctica de lo aprendido. Los contenidos que se imparten pretenden el desarrollo de habilidades y destrezas que permitan a las familias mediante procesos de autoayuda asistida reparar, mejorar y dar mantenimiento a las viviendas, particularmente a las viviendas de adobe y bahareque. El resultado esperado del proceso de enseñanza –aprendizaje será que al finalizar el proyecto se pueda contar con equipos de personas por comunidad con capacidades para dar apoyo a otras familias en el proceso de mejoramiento de sus viviendas.

Para el desarrollo de las capacitaciones se diseñó un paquete didáctico orientado a facilitar procesos de auto-educación. El Plan de capacitación hacia pobladores se imparte en tres módulos básicos que son:

- Módulo 1: La Enfermedad de Chagas y su relación con la vivienda y su entorno
- Módulo 2: La construcción de viviendas seguras y saludables para la prevención del Mal de Chagas
- Módulo 3: Mantenimiento de la vivienda y su entorno para la prevención del Mal de Chagas.

Los contenidos relacionados a cada módulo de capacitación se describen en el cuadro siguiente:

Módulo	Contenidos	Objetivo	Temas específicos
1	Las técnicas básicas para la reparación de viviendas de adobe y bahareque	Identificar los aspectos técnicos constructivos requeridos en la reparación de viviendas que presentan vulnerabilidad sísmica y de salud.	- Aspectos constructivos que dañan o hacen vulnerable las viviendas de adobe ante un sismo, así como a la enfermedades. - La reparación de grietas en paredes, repellos, pisos. - El mejoramiento de techos.
2	Técnicas básicas para el mejoramiento de viviendas.	Analizar la aplicación de medidas indispensables que mejoran la vivienda de tierra.	- Cómo se mejora la ventilación e iluminación en viviendas de adobe. - Técnicas de reforzamiento en viviendas para dar seguridad sísmica.
3	Técnicas básicas para el mantenimiento de viviendas de adobe y bahareque.	Contar con los conocimientos y las técnicas que permitan un mantenimiento efectivo de las viviendas de adobe y bahareque.	- Elementos de una casa de tierra que necesitan de mantenimiento. - Las obras de mitigación requeridas para proteger la vivienda - Ventajas del aseo y orden dentro y fuera de la vivienda.

Cuadro No.1: Contenidos Plan de Capacitación Técnica

3. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE CAPACITACIÓN

3.1 Características generales de la población

La zona de intervención del proyecto cuenta con una población de 287 familias asentadas en 10 caseríos. En las viviendas predomina la construcción con adobe en un 69.1%, construcción con Bahareque en un 18.8% y otros materiales de construcción en un 12.1%.

En los talleres realizados han participado un total de 250 familias beneficiarias directas con el programa de capacitación e intervenciones físicas en reparación y mejoramiento de vivienda. Se espera que 250 familias de los cantones aledaños participen en los procesos de capacitación para la prevención de la enfermedad de Chagas como beneficiarios indirectos.

3.2 Metodología de capacitación

En vista de las condiciones de deterioro en que se encuentran gran número de viviendas, el Plan de capacitación técnico constructivo contempla el desarrollo de capacidades en las familias participantes para que mejoren sus viviendas mediante el sistema de ayuda mutua asistida, por lo que la estrategia de abordaje para las capacitaciones ha sido con una metodología de charlas teóricas, con apoyo de material visual y adaptadas a las condiciones reales en campo, en cuanto al sistema constructivo de las viviendas existentes y los recursos locales disponibles.

La base teórica se ha complementado con talleres prácticos bajo el método aprender-haciendo, que posteriormente serán replicados en las obras a ejecutar en sus viviendas. Para los talleres prácticos, en cada caserío se escogió una casa modelo, la cual después de finalizada la intervención física de mejoramiento, sirve como efecto demostrativo.

3.3 Ejecución del plan de capacitación técnica

La capacitación técnica se desarrolló con los contenidos de los módulos 1 y 2. El módulo 1: La enfermedad del Mal de Chagas y su relación con la vivienda y su entorno, consistió en una sensibilización previa sobre las vulnerabilidades en las viviendas que propician la crianza del vector y se realizaron pruebas de campo para selección de tierras y diseños de mezclas para la elaboración de adobes, resanes de paredes y repellos en capa de soporte.

El Módulo 2, La construcción de viviendas seguras y saludables para la prevención del Mal de Chagas consistió en la enseñanza de las técnicas básicas de reparación en paredes de adobe, técnicas de repello y acabados en paredes.



Fotografía No.1: Pruebas de campo para selección de tierras



Fotografía No.2: Técnicas de repello en viviendas de adobe

4. INTERVENCIÓN FÍSICA PARA EL MEJORAMIENTO DE VIVIENDAS

Finalizada la fase de capacitación técnica constructiva, se han realizado las intervenciones físicas en las viviendas: reparación de paredes, repello y acabados, reparación de techos y construcción de pisos de cemento.



Con el mejoramiento de las viviendas y el cambio en los hábitos higiénicos de las familias se espera una disminución del vector en la zona.

Curriculum:

Rosa Delmy Núñez es Ingeniera Civil, de la Universidad de El Salvador, Coordinadora del Centro de Investigación y Capacitación de la Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima FUNDASAL, Ex miembro de las Redes PROTERRA y CASAPARTES de CYTED y actualmente Miembro de la Red Proterra.

LA VIVIENDA DE BARRO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL USUARIO

Esc. Cristina Pardo.

Emprendimiento “La Bitácora” Punta Ballena.- Departamento de Maldonado. Uruguay.- Tel. 42-57.93.54. Móvil: 094.43.42.52.- crisupa1@yahoo.com.ar

Tema 3: Capacitación y transferencia de las tecnologías

Palabras-clave: Habitat, cultura del usuario, difusión

INTRODUCCION

Esta ponencia intenta presentar la temática de la vivienda de barro, no desde el punto de vista técnico que va a ser el tema central de este Seminario abordado por los profesionales, sino desde el ángulo de la subjetividad del usuario que primero sueña, imagina, hace cálculo de posibilidades, dialoga con el técnico, arriesga ante lo desconocido, decide, acompaña la construcción y finalmente vive.

Estos serán los pasos que iremos dando desde nuestra concepción del habitat hasta nuestra experiencia de más de una década de vivir en una “casa de barro” como se la conoce en la zona

1. HABITAT COMO REALIDAD HUMANA

Se trata de asumir la vivienda, el habitat, como un hecho existencial que involucra la vida toda del ser humano en los aspectos más íntimos de la cotidianidad de sus afectos, de las rutinas y las celebraciones: el vivir como un convivir.

La vivienda es la viva expresión del hombre que vive en ella.-“ El hogar es algo más que la reunión de todas sus partes. Es nuestro centro espiritual, nuestro sitio para ser” *1 (Pearson, D. - 2000.- P.12)

El hogar es la “hoguera” en torno a la cual se reúne para recuperar calor y vida.

En este sentido el habitat debería expresar a través de la dimensión espacial una concepción del ser o de los seres humanos que viven en ella. O si se quiere, ser expresión de una cultura, entendiendo por tal no el nivel de educación, ni los productos de la cultura (música, pintura) “ sino todo el mundo de representaciones de la propia existencia, del destino del hombre, de la sociedad global, de las relaciones cotidianas de la convivencia, de las normas y valores que rigen de hecho las conductas.”

*2 (Cetrulo, R.- 1986.- Pp.19-22.)

“El concepto de cultura denota un padrón de significados, transmitidos históricamente, incorporados en símbolos, un sistema de concepciones heredadas, expresadas en forma simbólica, por medio de las cuales los hombres se comunican, perpetúan y desarrollan sus conocimientos y sus actividades en relación a la vida.”

*3 (Geertz., C. 1978 p.103)

Y esto ha sido cierto en las sociedades primitivas, en que suele haber una correlación estrecha entre cultura y habitat.- Este expresa, en sus materiales y en su organización interna del espacio, la adaptación al medio geográfico, el mundo de las creencias, la concepción de las relaciones sociales globales y de la unidad básica de la familia y de la comunidad.

No suele ser el caso hoy, en que el proyecto de una vivienda puede significar un muestrario de la capacidad creadora de un arquitecto, en competencia con sus colegas, pero no la expresión de un individuo o una comunidad en busca de su identidad y que se refleje en ese elemento tan fundamental de su vida que es el habitat, desde donde puedan aflorar todas sus potencialidades de transformación

En la medida en que el usuario interviene entran a jugar las diferentes concepciones del habitat: un reducto defensivo en el cual los seres humanos se atrincheran a modo de una fortaleza, contra el medio supuestamente hostil o, por el contrario, ámbito en el que los miembros se reconstruyen

para generar hacia fuera a través de sus actividades, los proyectos que trascienden al núcleo familiar. Son dos concepciones políticas que necesariamente, conciente o inconcientemente se van a reflejar en el espacio del habitat . Y no es ajena a esta perspectiva, la importancia que se le dé (o no) a la adaptación del habitat al medio ambiente en el cual se construye, llámese preocupación ecológica, selección de materiales etc . O sea el habitat como reflejo también del medio ambiente en el cual se inserta.

Esta forma de aproximarse al problema del habitat, comporta para el arquitecto un modo de ejercer su profesión, en que incorpore a la tecnología y al arte de la construcción, la capacidad de escucha y diálogo, para que el espacio que construye exprese la cultura de quienes lo van a habitar

De ahí que el proceso de la construcción se va a caracterizar desde las primeras etapas por un diálogo permanente entre el profesional y los futuros usuarios.

Esta ha sido precisamente nuestra experiencia. Con la amplia comprensión de la Arq. Cecilia Alderton, que asumió el proyecto y dirección de la obra, concretamos el sueño.

Al adoptar en esta ponencia el punto de vista del usuario, vamos a ir compartiendo el proceso todo, que dio origen a nuestra casa de barro, y en una segunda instancia, qué han significado para nosotros los 14 años que hemos vivido en ella la vida y las repercusiones que ha tenido en el barrio, en la región y fuera de ella.

2. EL PROYECTO

El punto de partida de esta experiencia es un solar en una zona agreste y boscosa, fraccionamiento ubicado en el lado Este de la Sierra de la Ballena, en el departamento de Maldonado, República Oriental del Uruguay.- La zona se caracteriza por tener una caminería estrecha y muy pocas viviendas en su entorno.-

No teníamos una idea acabada de lo que queríamos. Sólo sabíamos que queríamos usar materiales del lugar: piedra? madera?

No buscábamos una casa más, buscábamos “un lugar diferente”, Queríamos comenzar con piso y techo y después veríamos cómo organizar los espacios (cosa que nos hizo perder a varios arquitectos amigos), no importaban los ángulos rectos, buscábamos algo como una escultura, en que nuestras manos también pudieran intervenir, en que pudiéramos “sentirnos en casa.”

Las circunstancias hicieron que nos encontráramos con la Arq Cecilia Alderton y con ella se decidió el material: la casa sería de barro y se comenzaría por el piso y por el techo. Era la persona que buscábamos.

Con ella nos sentamos en el terreno cubierto de yuyos y así se fue desgranando el diálogo del cual surgiría la concreción del sueño en un proyecto: “La Bitácora: la vida se hace, se construye cada día.”

3.- LA CONSTRUCCION

3.1.Sistema constructivo.- Estructura de pilares y vigas de madera tratada, los muros perimetrales se realizaron con fardos de paja apoyados sobre zócalo de piedras.- Paredes interiores de fajina cuya estructura estaba formada con cañas del lugar y maderas sobrantes del quincho, tierra proveniente de las excavación de los cimientos y de la cámara séptica y paja sobrante del recorte de los fardos empleados en los muros exteriores.-

El espesor de las paredes perimetrales es de 50 cm. generando una buena aislación térmica.- Cuenta con una estufa central que calefacciona toda la casa.-

La cubierta es de quincho muy pronunciado en la fachada sur, que protege la vivienda del viento pampero. Los revoques fueron realizados con una mezcla de barbotina y arena voladora y se

aplicaron tanto en el interior como el exterior de la vivienda.- Posteriormente las zonas más abatidas por las lluvias, fueron revocadas con arena y portland y luego pintadas.

Se incorporaron elementos naturales y materiales reciclados, al diseño de los espacios.-

Las aberturas empleadas se obtuvieron de una finca destinada a la demolición.-

3.2.- Procesos humanos en el decurso de la construcción.

Una vez definido el proyecto comienza la obra. Semanalmente viajábamos juntos, arquitecta y propietarios.- Ella ejerciendo la dirección y seguimiento de la construcción, nosotros registrando fotográficamente el proceso, con el espíritu de guardar cada uno de los avances, como forma de mostrarlos a nuestras familias y amigos. (Fig.1).

Fue interesante el proceso de los obreros que trabajaron en la obra. Para ellos el barro era la memoria de su niñez en la pobreza de la campaña. El barro era la tapera mal construida, y nos lo contaban no entendiendo cómo podíamos hacer este tipo de construcción. Fue maravilloso seguir el proceso de ellos y ver cómo reivindicaban su pasado y asumían con entusiasmo lo que antes rechazaban. . (Fig.2)

A medida que progresaba la obra, iban cayendo los prejuicios (tierra= pobreza, suciedad, insectos, etc.) también se iba despertando la curiosidad y el interés en aprender las técnicas.

Sin proponérselo, todo el materia fotográfico registrado, terminó siendo uno de los insumos utilizados en los talleres demostrativos que se desarrollaron a posteriori, en nuestra casa.- (Fig.3)

Paulatinamente y hasta el día de hoy, a medida que íbamos recogiendo ideas en los diferentes talleres a que concurríamos, fuimos realizando algunas experiencias, aplicando los conocimientos adquiridos.- Así reparamos revoques, mejoramos las uniones entre los puntales y el barro, utilizando bandas de arpillera, probamos el color mediante “tierras de colores”, cal, etc. aplicamos vidrios fijos en cobertizo, etc.

En todas estas actividades participaban vecinos interesados en experimentar.



Fig.1.- “La Bitácora” Punta Ballena. Cristina Pardo. 1997-



Fig.2.- "La Bitácora" Punta Ballena.- Cristina Pardo.- 1997.-



Fig.3.-"La Bitácora" Punta Ballena.- Cristina Pardo.- 2000

4.- TRANSFERENCIA A LA COMUNIDAD.-

La inauguración de la casa fue un acontecimiento en la zona. Explicamos a nuestros amigos la significación que tenía para nosotros esta Bitácora. Y ese comienzo dio la pauta de lo que sin buscarlo fue una realidad: la casa comienza a ser visitada por personas a quienes les atraía el tema, ya sea por curiosidad, o en busca de soluciones de vivienda.- Siempre quedaba la inquietud de realizar alguna experiencia concreta. Así surgieron talleres, que realizamos en la propia casa, con los Arquitectos: José L. Mazzeo, Eduardo Goichea, Mariana Francés.

En otras oportunidades, convocamos a presenciar y practicar en las diferentes instancias en que realizábamos las reparaciones en nuestra casa, ocasión que aprovechábamos para difundir la obra de los arquitectos uruguayos así como ejemplos de la arquitectura en tierra de las diversas partes del mundo.-

También nacen propuestas e invitaciones para Exposiciones, que bajo el nombre de "Emprendimiento La Bitácora" estarán presentes en la Primer Exposición de Jardinería del Prado. Montevideo 2001.- Exposición de Jardines.- San Rafael. Punta del Este. 2002.- Parque de la Percepción.- Las Cumbres de la Sierra de la Ballena. Maldonado.- 2006.-

Podríamos hablar con propiedad de la "capacidad de difusión" que ha tenido la concreción de nuestro sueño.

5.- EXPERIENCIAS EN EL ENTORNO INMEDIATO.-

5.1.- Sustitución de elementos de aislamiento.-

Casa Cedrés.- “VIVIRE” Punta Ballena.- Se trata de una finca en dos plantas, construida por sus propietarios en el año 1997, con la participación de carpinteros de la zona .- Estructura de madera tratada, con las paredes exteriores de tablas de madera colocadas en escama. Revestimiento interior de espuma-plast y lambriz. Calefaccionada con estufa a leña.- Galería techada en las fachadas sur y sur-este.-

La propietaria, quien participó de los talleres y de las distintas etapas de reparaciones y mejoras en nuestra casa, fue adquiriendo destreza en la utilización del material y actualmente decidió mejorar las condiciones de aislación.- Procedió a sustituir la misma, por fajina armada en base a las cañas, fibras y tierra del lugar.- Simultáneamente, generó una división en la zona de garaje, convirtiéndola en espacio vestidor, anexándola al dormitorio.

Proceso: Desmontaje de toda la aislación interna.- Recolección de tierra, fibras y cañas del lugar para la preparación de la fajina.- División del garaje y montaje de toda la estructura para luego rellenarla con la preparación de tierra y paja.- (Fig.4)
Revoque final de mezcla preparada con barbotina y arena voladora.-

Como detalle en la zona del living, se dejó sin revocar un espacio a modo de ventana, que muestra el proceso y material utilizado en el revestimiento.- (Fig.5)



Fig. 4 y 5.- Casa Cedrés.- “Viviré” .-Cristina Pardo.- 2010

5.2.- Construcción de un módulo de fajina.-

Casa Lomba.- “RUMBO” Punta Ballena.- En otra terreno lindero que cuenta con una vivienda, construida de forma convencional, su propietaria necesitaba generar un espacio separado de la casa principal, que se destinaría a impartir actividades corporales.- Buscaba generar un pequeño espacio cálido, un ambiente relajante.-

Propusimos un diseño que contemplara las exigencias de la actividad docente que se realizaría en dicho espacio y en forma conjunta, con la familia, creamos un espacio hexagonal, enteramente construido en fajina con cañas, fibras y tierra del lugar.-

La construcción consiste en un módulo hexagonal, con aberturas recicladas y algunos ventanales fijos, que permiten la entrada del paisaje circundante, cuenta con estufa a leña para calefaccionar el lugar.- Algunas paredes tienen amurados diferentes aparatos destinados a la actividad física.-

Está previsto integrar el elemento agua, a través de un espacio transparente a nivel del piso, que permita ver su circulación, alimentado el mismo por un circuito cerrado, conectado a un estanque ubicado en el jardín de la residencia.-

Las aberturas fueron todas recicladas y adaptadas a la construcción.-

El piso de madera y la cubierta de quincha con lucernario en la cumbre, fueron realizados por gente de oficio, efectuándose el resto de la obra por el sistema de autoconstrucción.-

En la ejecución, participaron desde los talleres que se realizaron durante el proceso constructivo, vecinos del lugar y personas que habían manifestado interés en conocer más de las técnicas de construcción en tierra.- (Fig.6 y 7)



Fig 6. Casa Lomba.- “Rumbo” Punta Ballena.- Maria Prigue. 2008.



Fig.7.- Casa Lomba.- “Rumbo” Punta Ballena.- A.Lomba.- 2008

6.- CONCLUSION.-

El tiempo transcurrido nos ha permitido apreciar el creciente interés, fundamentalmente de jóvenes y extranjeros, por estas formas de construcción. Formas que si bien aparecen como nuevas, no debemos olvidar que las mismas han sido aplicadas desde muy antaño por la humanidad.-

Su recuperación y nueva aplicación, como una de las expresiones más originales y de gran alcance de la capacidad del hombre por crear y construir el medio ambiente con los cercanos recursos disponibles, es un desafío para los arquitectos, constructores y todos aquellos que estamos interesados en resolver el acuciante problema de la vivienda en nuestro país.-

La Comunidad Internacional, le ha reconocido importancia cultural en todo el mundo, lo que ha llevado a su consideración como patrimonio común de la humanidad, “Los pueblos de todos los continentes han levantado construcciones de tierra: un material abundante y fácilmente disponible, la tierra está a nuestros pies, al alcance de todos. Esas edificaciones reflejan conocimientos y tradiciones de construcción que han perdurado durante miles de años.” (*4. Revista No. 48.- Patrimonio Mundial.-)

Tal vez sea el momento de que los esfuerzos realizados en la materia, a nivel privado y particular, pudieran unirse a los intentos propuestos desde la órbita pública para encarar los futuros planes o programas habitacionales, que permitan rápidos, económicos y más saludables ejemplos de viviendas, contribuyendo con ello, al alivio de la pobreza y el desarrollo sostenible

Este es el ciclo que hemos vivido en torno a la construcción en barro de nuestra vivienda. El mismo sigue abierto y la idea sigue difundándose como por ondas concéntricas, reflejando en alguna forma la creciente importancia que tiene para la gente, ya sea, la búsqueda de una solución de vivienda o el retorno a los elementos naturales dentro de una perspectiva ecológica..-

Bibliografía.

*1.- David Pearson .- El libro de la Casa Natural.- 2000.- P.12

*2.- Cetrulo, Ricardo .”Cultura y habitat” Revista de la SAU. Montevideo – 1986 pp.19-22.

*3.- Geertz., Clifford. “A interpretação da cultura” Rio de Janeiro. Ed. Zahar. 1978 p.103

*4.- Revista No.48.- Patrimonio Mundial.- Ediciones Unesco.- 2008.-

Autora:

Esc. Cristina Pardo, egresada de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales 1973.- Integrante de múltiples Equipos Técnicos y Consultoras relacionadas con temas de Vivienda, Planeamiento Urbano y Patrimonio Cultural. Participante en diversos talleres, conferencias, seminarios sobre construcción en tierra.- Práctica en diversas técnicas de construcción en tierra. Propietaria y usuaria de La Bitácora.-

**MANUAL DE RESTAURACIÓN Y REFORZAMIENTO DE EDIFICIOS PATRIMONIALES
CONSTRUIDOS EN TIERRA, EN EL DEPARTAMENTO IGLESIA
PROVINCIA DE SAN JUAN.**

Pereyra – Scognamillo – Sanchez.

**Instituto Regional De Planeamiento Y Hábitat- Facultad Arquitectura Urbanismo Y Diseño-
Universidad Nacional De San Juan. Av. José I. de la Rosa y Meglioli - Rivadavia - San Juan - # 5400
Tel.:+54 264 4232395 e-mail: arturoar2003@yahoo.com.ar**

Tema 3: Capacitación y transferencia de las tecnologías.

Palabras – clave: Manual – Restauración Patrimonial - Adobe

Resumen.

Manual realizado en el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat. Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan. Argentina.

1. INTRODUCCIÓN.

Este trabajo pretende transferir los desarrollos tecnológicos realizados en el **IRPHa**, inherentes al mejoramiento de prácticas de restauración de edificaciones construidas en tierra, con valor patrimonial en el departamento Iglesia en la provincia de San Juan mediante la elaboración de un manual de restauración y reforzamiento, con el objetivo de ser usado como herramienta practica para el aprendizaje y aplicación de las técnicas de restauración para pobladores rurales con pocos o ningún conocimiento tecnológico. Este aprendizaje puede representar una posibilidad más de trabajo y aumentar sus ingresos en un poblado donde la salida laboral siempre represento un obstáculo difícil de superar. La idea es trasmitir la información de manera didáctica para interesar al usuario de este manual, para posibilitar un conocimiento que a futuro puedan transmitir a otros pobladores para lograr el proceso de reconstrucción del patrimonio arquitectónico edificado.

Actualmente, los edificios con valor histórico en el departamento Iglesia presentan deterioros tanto en su estructura como en su exterior. Estos deterioros son consecuencia por un lado de la acción del clima y los fenómenos naturales como lluvias, cambios de temperatura y sismos; y por el otro, la acción del hombre con la utilización inadecuada de materiales, o la aplicación de tecnologías de reparación no acordes a este deterioro. Otra de las causas de deterioro es el escaso mantenimiento que se ve acentuado por las malas intervenciones de restauración, donde no se han respetado los modos originales de construcción.

La conservación y restauración de los bienes inmuebles de valor patrimonial implican una serie de criterios específicos que apuntan a mantener la autenticidad e integridad de la obra. Si bien cada edificio o monumento presenta problemáticas particulares, definidas en relación a su historia, a su significado en el entorno, a las intervenciones que ha sufrido, a los componentes materiales y las patologías diversas que los afectan, existen criterios generales que tutelan la actividad a nivel internacional.

Los pobladores del departamento Iglesia manifiestan interés en la conservación de estos edificios, pero no cuentan con el conocimiento de las técnicas adecuadas para su restauración y reforzamiento.

Para confeccionar el manual se comienza con el reconocimiento y posterior relevamiento de los edificios con mayor valor patrimonial del departamento Iglesia, esto incluye las grandes casonas, capillas, y molinos harineros que representan la edificación más significativa de esa época. A continuación de la etapa de relevamiento se realiza un análisis de las patologías y sus respectivas causas, para evaluar el grado de deterioro que presentan los edificios.

El manual propone soluciones constructivas con materiales y tecnologías que contemplen las normas de preservación de patrimonio edilicio, y el correcto manejo de las herramientas. Además de la elaboración del manual se prevé:

- Capacitación a operarios que realicen las obras de restauración.
- Difusión y entrega de manuales a los operarios.
- Confección de documentación grafica y fotográfica de los edificios y detalles de sus patologías.
- Confección de planillas de materiales, mezclas y dosajes.
- Documentación para el mantenimiento adecuado de las construcciones en tierra.
- Asesoramiento para el correcto uso del manual.
- Difusión del mismo.

1.1. ¿A quién esta dirigido este manual?

El manual esta dirigido a todas las personas que cotidianamente están vinculados con los edificios con valor patrimonial en el departamento Iglesia. Pobladores, usuarios y técnicos del municipio que al ser quienes en forma permanente conviven con nuestro patrimonio son responsables de su conservación.

El manual presenta información que contempla las soluciones de un problema que los usuarios de las construcciones antiguas no pueden abordar. Muestra las secuencias de las tareas a realizar, indicando en cada grafica las etapas del trabajo de restauración. Cada página de este manual guarda una relación con la siguiente mostrando paso a paso las etapas de restauración, mostrando todos los detalles por mas obvio que parezcan. Cada tarea se describe secuencialmente en orden, advirtiendo los problemas que se puedan suscitar, y finalmente se describe la tarea concluida mostrando las imágenes del trabajo terminado. Las imágenes dibujadas representan un detalle constructivo de cada etapa del trabajo, siendo más completas que un simple esquema. Si bien los dibujos estan simplificados, los objetos son claros y se representan los movimientos manuales. El objetivo es acercarse a la realidad lo más posible. Se usará color en las ilustraciones con la idea que se pueda editar a pesar de su costo, pero al mismo tiempo se considera la posibilidad de reducir el monto de impresión fotocopiando los originales en blanco y negro.

Se presupone que el conocimiento de los pobladores en general es escaso en las tareas que se realizaran e incluso el nombre técnico de las herramientas y practicas constructivas. Para hacer mas practico el aprendizaje se realizan talleres de capacitación con las secuencias de imágenes que aparecen en el manual.

Las recomendaciones de mantenimiento y restauración de edificios que este manual propone son sencillas de llevar a cabo y requieren de mínimos recursos económicos y de equipo. Podrán efectuarse con la voluntad e iniciativa de los pobladores de la zona, complementándose con cursos de capacitación dictados por miembros del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat.

1.2. Fines de este manual.

La finalidad de este manual es instruir a los pobladores de la zona en las labores de restauración para la conservación del patrimonio edilicio construido en tierra. Esta es una labor que requiere de la participación de toda la comunidad, de las instituciones de gobierno y de las personas que visitan el departamento.

El poblador de la zona es un destinatario que no tiene como costumbre la lectura cotidiana y en algunos casos no saben leer. Por ello los dibujos adquieren aquí una importancia relevante y se

constituyen en el único mensaje. Con estas interpretaciones los pobladores pueden aplicar el conocimiento incorporado.

1.3. Importancia de usar este manual.

Si el mantenimiento en nuestros edificios históricos no es una tarea permanente nuestro patrimonio puede desaparecer por completo, dejándonos un vacío imposible de justificar ante nuestros descendientes y visitantes que día a día conocen y reconocen nuestra herencia cultural. La conservación preventiva es un método simple que nos permite asegurar la conservación de las edificaciones y su entorno.

2. DAÑOS MÁS COMUNES EN LOS EDIFICIOS.

Los deterioros mas comunes son producidos por fenómenos higrorémicos,

Las patologías mas frecuentes, son las producidas por ascenso de humedad del suelo a través de los cimientos que llegan a los muros, este problema es más frecuente en los terrenos más bajos.

La falta de una buena cimentación se hace evidente en aquellas construcciones que sufrieron hundimientos y como consecuencia agrietamiento en los muros.

En las paredes los problemas mas frecuentes son consecuencia de la humedad que sobrepasa el cimiento y llega al muro provocando desprendimiento de material tanto en los muros de adobe como en los de tapia. Esta ultima por ser una masa compacta, mezcla de tierra y ripio apisonada resulta muy vulnerable a este fenómeno.

El adobe, es un material que se adapta muy bien a las condiciones climáticas de esta zona pero es muy vulnerable a la humedad que asciende desde el suelo.

En los elementos estructurales, se ven más acentuadas cuando no se ha realizado un adecuado planteamiento estructural y una buena cimentación. La coexistencia de diferentes tipologías de cimentación o el apoyo de la misma en diferentes estratos, provoca asentamientos diferenciales que la hacen trabajar a determinados elementos de forma diferente para la que ha sido diseñada en consecuencia, se producen deformaciones no previstas.

Las columnas que reciben grandes cargas han provocado hundimientos en el terreno por falta de una adecuada base que reparta de manera uniforme las cargas sobre el terreno. Para evitar que este hundimiento siga se debe realizar una excavación, previamente un apuntalamiento de los elementos que transmiten las cargas a las columnas y en esta excavación ensanchar las bases para aumentar la superficie de apoyo y reducir la presión que la columna ejerce sobre el terreno.

Las vigas de rollizos que cubren luces considerables donde se originan fuertes momentos por la acción del peso de las sucesivas capas de barro de la cubierta de techo acumuladas a través de los años, como consecuencia estos rollizos presentan una deformación diferida y se curvan poniendo en peligro de derrumbe de la techumbre.

Las cañas si bien no son elementos estructurales son las que soportan el peso de las capas de barro de la cubierta de techo y se lo transmiten a las vigas de rollizos, estas suelen presentar como patología resecamiento o humedad en consecuencia fragilidad y pérdida de resistencia.

3. PROPUESTA DE RESTAURACIÓN.

La tarea de restauración en la mayoría de los edificios es la de reparar o de reemplazar las piezas o partes mas deterioradas, y de consolidar los revocos y los revestimientos originales.

Cuando no sea posible preservar el material original, por su estado de conservación, se hará reintegraciones, en vez de realizar remiendos o parches aislados dentro de un paño.

De esta forma, se considera que se resuelve apropiadamente el difícil equilibrio entre autenticidad de la intervención y preservación de los valores expresivos de las fachadas, contemplándose las exigencias de la conservación y la restauración.

Los tratamientos de rehabilitación en edificios requieren de técnicas y exigencias muy específicas.

Se trata de utilizar técnicas centenarias para lograr la textura de los viejos revoques, buscando una imagen de fachada con un revestimiento similar al original, que además, garantice su durabilidad, así como establecer pautas (desde la adecuación del diseño estructural-tecnológico), que contribuyan a lograr edificios más adaptados a las condiciones ambientales locales, durante su etapa de servicio y recomendaciones de diseño y un entorno construido más sustentable.

La mano de obra de estos trabajos requiere de operarios instruidos para las tareas de restauración con conocimiento de técnicas constructivas apropiadas para realizar un correcto trabajo.

En grietas y fisuras en primer lugar hay que realiza un estudio del suelo. El conocimiento de las características del surelo de fundación es básico para la determinación y verificación de las causas de patologías graves que poseen los muros. Es necesario conocer la capacidad portante y determinar la composición química del mismo, para ello debe explorarse y el método más simple consiste en cavar pozos o zanjas en cuyas paredes (alguien especializado) puede observar la estratigrafía del suelo y si es necesario obtener muestras para realizar los ensayos que se requieran.

Según el resultado de la verificación se procederá a la reparación de la misma definiendo los criterios adecuados que se consideren mejores según el caso.

Colocar tutores para medir en el tiempo si continúa el espesor de la grieta, si se abre o se estanca.

Las posibles soluciones para intervenir las cimentaciones según su afectación pueden ser por intermedio de una submuración, por medio de drenaje de cimientos o por medio de una impermeabilización continua.

Con este estudio se obtendrán la descripción y clasificación de los diferentes tipos de suelo y las profundidades correspondientes.

Para evitar la aparición de futuras, deformaciones y de fisuras por acumulación de cargas en los techos, se colocaran rollizos de mayor diámetro para prevenir futura deformaciones. Durante el reemplazo de los rollizos se apuntalara la techumbre para evitar la sobrecarga del resto de la estructura. Hasta que se hayan reemplazado todas las piezas. Este trabajo se realiza apuntalando los rollizos mas próximos al deteriorado socavando la mampostería donde esta apoyado, luego se retira la pieza dañada y es reemplazada por un nuevo rollizo, procediendo de la misma manera con todas las piezas dañadas.

Para realizar el reemplazo del cañizo deteriorado debe retirarse las capas de barro que conforman la cubierta de techo y luego de reemplazar las cañas es conveniente colocar sobre estas una capa de nylon de 200 micrones para evitar el contacto directo con la cubierta de techo y que la humedad pase a las cañas. Evitando la humedad y el resecaimiento de las cañas la vida útil de estas aumenta notablemente.

4. MANUAL DE RESTAURACIÓN.

4.1 Desprendimiento de revoque.



Fig.1 – Detalle de desprendimiento de revoque. (Paolo 2010)

Primero se realiza la limpieza superficial del revoque deteriorado, retirando todo el material que no esta adherido con un cepillo de cerdas duras, y luego se limpia la zona con un pincel retirando todas las partículas de polvo. Fig 2



Fig.2 – Limpieza superficial. (Paolo, 2010)

Posteriormente se inyecta una pasta de barro en la unión de los adobes, consiguiendo restituir completamente la junta original, se deja secar por 48 horas y luego se aplica el revoque de terminación. Fig 3

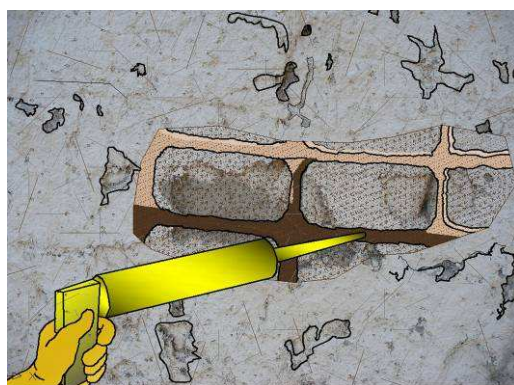


Fig.3 – Se inyecta pasta de barro. (Paolo, 2010)

El revoque de terminación debe tener la misma textura que el original y se prepara con los mismos materiales en igual proporción. Luego se aplica con cuchara de albañil y se alisa con fratacho.

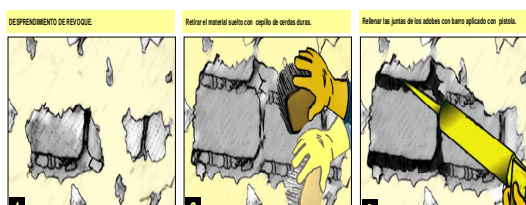


Fig.4 – Etapas del trabajo como se muestran en el Manual. (Paolo, 2010)

Este manual muestra todos los pasos con las técnicas adecuadas para reparar las patologías más frecuentes, de las construcciones de tierra con valor patrimonial del departamento Iglesia en San Juan Argentina.

Para complementar la capacitación de los destinatarios de este , se realizan talleres de capacitación a través de un convenio realizado entre la facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de San Juan y la Municipalidad del departamento Iglesia de la provincia de San Juan. Estos talleres se dictan en las distintas localidades de la zona, realizando prácticas en las edificaciones de la región estas presentan deterioros que son restaurados en estas prácticas, contribuyendo de alguna manera con la población al mejoramiento de sus edificios patrimoniales.

Bibliografía.

- Artículos:** A. Olvera R Glantz H Orea Magaña. Manual de Conservación preventiva en zonas Arqueológicas. Conaculta Inah.
- A. Ramos, R. Rotondaro, F Monk. (2004) Diseño y aplicación de métodos para evaluar patologías constructivas en el habitat rural. Arquitectura de tierra en el noroeste argentino. Boletín del Instituto de la vivienda. Agosto vol 19 numero 051 Universidad de Chile. Pp 108-127
- Ing. O. Carmona. Asociación colombiana de ingeniería sísmica AIS-Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada.
- Arquitecto Gernot Minke. Manual de construcción en tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual.
- Dr. Prof. Silvia de Schilier, Dr. Prof. Arq. John Martin Evans. Construcción con tierra Centro de Investigaciones Habitat y Energía.
- Julio Vargas Neuman. Vivienda Rural en Adobe. Artículo Publicado en 1980.

Currículum.

Arturo Pereyra, Arquitecto. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, UNSJ. Docente Investigador categoría IV Director de proyecto de Extensión, de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan.

Amelia Scognamillo, Arquitecta. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, UNSJ. Docente Investigadora de la FAUD, Universidad nacional de San Juan. Becaria Interna de Investigación categoría: Perfeccionamiento – Alumna del Doctorado en Arquitectura. FAUD – UNSJ.

Paolo Sanchez Estudiante de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, UNSJ. Adscripto a Proyecto de Extensión de la FAUD, Universidad nacional de San Juan.

FORMACIÓN TEORICO-PRACTICA DE RECURSOS HUMANOS EN ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN DISTINTOS ÁMBITOS DE ARGENTINA

Rodolfo Rotondaro*, Juan Carlos Patrone*, Guillermo Rolón*

* Programa ARCONTI, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires/CONICET - Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4º piso, IAA –
Int. Güiraldes 2160 - C1428EGA Ciudad de Buenos Aires

E-mail: rotondarq@telecentro.com.ar (54.11)47896270 www.terrabaires.com

T3: Capacitación y transferencia de las tecnologías

Palabras clave: capacitación intensiva, práctica con reflexión, información

RESUMEN

Este trabajo presenta los avances de una tarea sostenida de capacitación y transferencia de conocimientos que se realiza en distintos ámbitos geográficos y niveles de formación en Argentina, en temáticas comprendidas dentro del campo de la Arquitectura y la Construcción con Tierra. Están incluídas clases, seminarios cortos, formación de pasantes de grado y becarios doctorales, capacitación en proyectos científico-tecnológicos en áreas urbanas y rurales pobres, talleres destinados a formar personal técnico y profesional de organismos estatales, y talleres teórico-prácticos orientados a la ciudadanía en general. Se sintetizan los principales resultados de cada tipo de formación, las estrategias didácticas, el diseño de contenidos y la discusión que acompaña su evaluación.

La capacitación en esta temática estuvo sostenida en el país, en las últimas décadas, gracias a las actividades formales e informales de varios centros y grupos académico-científicos comprometidos con la enseñanza sistemática y la investigación en Arquitectura y Construcción con Tierra (Mellace, et al., 2005; González, et al, 2006; Viñuales, G.M., 2006; Pereyra, et al, 2006; Polliotto, et al, 2006; Rotondaro, et al, 2010; entre otros). Estos grupos y centros se vieron fortalecidos y acompañados por el creciente interés vinculado con la arquitectura sustentable, la contaminación ambiental y la generación de nuevos modelos arquitectónicos, situación que propició las actividades de formación de recursos humanos sobre la construcción con tierra cruda. Contribuyeron además los esfuerzos en red de otros grupos y centros nacionales comprometidos con la enseñanza y la transferencia (Vargas N., et al, 2005; Mellace, et al, 2005; Roux G., et al, 2005; Garzón, 2007; Neves, et al, 2008; Echebarne, et al, 2008), la mayoría de los cuales integran la cooperación internacional generada en Iberoamérica por el Programa CYTED, Ciencia y Técnica para el Desarrollo, a través de la Red HABYTERRA y el Proyecto PROTERRA, que se continúan con la actual Red PROTERRA (Neves, 2002).

1. INTRODUCCION. AMBITOS DE TRABAJO, OBJETIVOS, DIDACTICA.

Los ámbitos de trabajo son variados, públicos y privados, e incluyen a los siguientes:

- a) Universidades estatales nacionales: Universidad de Buenos Aires (Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Instituto de Arte Americano); Universidad Nacional de Mar del Plata (Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño).
- b) INTI, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, sede central en Parque Miguelete, Dto. San Martín, Pcia. de Buenos Aires.
- c) Municipalidades de la Provincia de Buenos Aires: de Florencio Varela y de Tigre, Delegación Don Torcuato Este.
- d) Centro vecinal Asociación Civil El Nuevo Progreso, barrio Bancalari, Pcia. de Buenos Aires.
- e) Centro de investigación y asesoría Terrabaires
- f) ONG Asociación Civil Salud, Hábitat y Desarrollo (SAHDES)
- g) Chacra El Arca, Luján, Pcia. de Buenos Aires.

Los objetivos principales de las capacitaciones son los siguientes:

- A. Formar técnicos, constructores, profesionales e interesados en general sobre las ventajas y limitaciones de la tecnología tradicional y moderna con empleo de tierra cruda, con el fin de

aplicar dichos conocimientos de manera responsable en el proyecto y la construcción, empleando la tierra cruda en sus distintas técnicas.

- B. Capacitar sobre la identificación, las características físico-mecánicas y químicas, y la estabilización de suelos existentes para convertirlos en material constructivo apropiado según las distintas técnicas.
- C. Brindar conocimientos sobre los condicionantes del diseño arquitectónico y estructural de la construcción con tierra, y sus posibilidades de acuerdo con cada contexto ambiental y cultural.
- D. Brindar conocimientos introductorios a la problemática de la construcción con tierra en zonas afectadas por riesgo sísmico y por el Mal de Chagas.
- E. Informar sobre los avances y la importancia del reconocimiento y la normalización de la construcción con tierra a nivel nacional e internacional.

En cuanto a la didáctica, se basa en una estrategia general de formación de recursos humanos técnicos, profesionales y ciudadanía en general, de diferentes edades y ocupaciones, mediante la combinación de prácticas constructivas intensivas con clases de reflexión teórica en los temas generales y en las técnicas que caracterizan las Arquitecturas y la Construcción con Tierra.

Las clases, cursos y talleres se diseñan en el marco de programas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, así también como capacitaciones y formaciones de largo plazo en temas acotados, en ámbitos académicos públicos o privados acordes a demandas de grupos e instituciones. Los contenidos temáticos y la profundidad de conocimiento se ajustan en cada capacitación según los objetivos perseguidos, el tiempo disponible, la necesidad de práctica y el perfil de los alumnos o participantes a capacitar.

De manera independiente de la carga horaria de cada capacitación, en todas se tratan cuatro aspectos teóricos importantes:

- la vigencia y los alcances de la Arquitectura y Construcción con Tierra (el campo temático, las ventajas, las limitaciones, las posibilidades arquitectónicas y constructivas, lo histórico-patrimonial, el futuro del hábitat construido; la relación con la sustentabilidad del hábitat);
- la identificación de las tierras para fines constructivos (porqué y para qué conocer los suelos a emplear, el amplio universo de los suelos y sus propiedades físicas y químicas, métodos de ensayo, la orientación hacia las técnicas);
- las propiedades resistentes y la durabilidad (resistencias físico-mecánicas, aspectos higrotérmicos, patología, el mantenimiento);
- las construcciones de tierra en zonas con riesgo sísmico y la problemática del Mal de Chagas (tabúes, contexto cultural de cada problemática, el hábitat social, diseños apropiados, reforzamiento de construcciones existentes, la gestión).

La metodología se diseña y ajusta de acuerdo con las diferentes maneras y escalas de capacitación y sus contextos socio-culturales e institucionales. La formación de pasantes universitarios y becarios científicos se realiza teniendo en cuenta temas definidos para una investigación de entre cuatro meses a la realización de una tesis doctoral en cuatro a cinco años, con título de Doctor en Arquitectura. Los seminarios y talleres breves se realizan durante dos y tres días con práctica constructiva intensiva con apoyo teórico mediante clases, debates y tratamiento de temas específicos de interés particular. Los talleres de una semana se organizan en lugares con infraestructura y equipamiento que permitan prácticas diarias y espacio-aula para desarrollar clases teóricas, y una logística que propicia el alojamiento en el lugar.

Brindan apoyo material, financiero y de infraestructura, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); la Universidad de Buenos Aires, la Universidad Nacional de Mar del Plata; y los municipios, centros y asociaciones mencionados más arriba.

2. CONTENIDOS Y CONTEXTOS.

2.1- Ambito académico estatal. Formación de grado y posgrado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.

La estrategia didáctica se basa en la formación de grado y posgrado en el marco de las actividades del Programa ARCONTI, Arquitectura y Construcción con Tierra (dirigido por el primero de los autores). Se combinan y articulan clases, pasantías, seminarios, cursos de posgrado y formación científico-tecnológica, con las siguientes características:

-Las clases son expositivas y se dictan en cátedras de Diseño y de Construcciones. Mediante ejemplos se ilustra sobre las generalidades del tema a nivel regional y global, y sobre resultados de proyectos. Se fomenta la discusión de los ejemplos referidos a tecnologías sociales y a modelos de gestión.

-Las pasantías las realizan alumnos avanzados de las carreras de Arquitectura y Diseño Industrial, a partir de la elección de un tema específico acotado, durante cuatro meses, bajo la dirección de uno de los autores (Rotondaro). El pasante debe aprobar una monografía y con ello puede acreditar el equivalente a una materia electiva de 60 horas cátedra;

-Los Seminarios se inscriben dentro del programa de Formación en Investigación (FI) de la Secretaría de Investigación de la Facultad, duran 25 horas y se dictan mediante clases teóricas dialogadas, empleando medios audiovisuales y prácticas breves de análisis de suelos, fabricación de bloques de adobe, BTC con prensa CINVA-RAM y tapial estabilizado. Dentro de esta modalidad, en 2007 y 2008 se realizaron capacitaciones de media jornada como parte de otro seminario FI titulado "Puna y Arquitectura" (Tomasi, et al, 2009) (ver figura 1).



Figura 1: Formación en investigación de alumnos de los últimos años de la carrera Arquitectura en la FADU-UBA, Buenos Aires. Ensayos sensoriales, contracción lineal, evaluación y lectura de ensayos en aula-laboratorio. 2008.

-Cursos de Actualización Profesional (CAP-FADU UBA). Se realizan dentro de la oferta de cursos cortos de Posgrado, con una duración de cinco a seis clases de tres horas cada una. Dirigidos a profesionales de la construcción y a interesados en el tema, se dictan con apoyo de medios audiovisuales con la modalidad de clases dialogadas. Los temas incluyen los alcances de las Arquitecturas de Tierra, tecnología, identificación de suelos, sismorresistencia, problemática del Mal de Chagas, vivienda y hábitat social, y aspectos normativos vinculados con la construcción con tierra. Las clases se basan en la explicación de ejemplos construidos y sus contextos, así como también de los diseños de gestión a diferentes escalas.

-Beca Doctoral CONICET. Son becas de formación científico-tecnológica del sistema científico nacional, por períodos de tres a cinco años, a partir de un proyecto de investigación que exige la realización de una tesis doctoral para el postulante. Actualmente en el marco del Programa ARCONTI de la FADU UBA se lleva a cabo una beca referida al estudio de los patrones espaciales y constructivos de la vivienda rural de los Valles de la Prov. de La Rioja (Rolón, et al, 2010), cuyos tipos constructivos se caracterizan por el empleo de materiales locales (adobe, quinchas, torta de barro, caña hueca, piedra con barro, y otros). La investigación parte de objetivos precisos a cumplir en el lapso reglamentario del sistema de Becas Internas de CONICET

y se realiza bajo la dirección de un investigador de la Carrera de dicho organismo (en este caso, el primero de los autores).

A partir de la realización de las becas se organizan líneas de trabajo en torno a temas acotados, que continúan la investigación y significan la formación sistemática continua de largo plazo de recursos humanos científicos.

2.2- Ambito de intervención en hábitat rural con población pobre dispersa.

Dentro de las intervenciones realizadas en áreas rurales, se presenta el caso de la capacitación realizada en el marco de un proyecto de Desarrollo Local implementado en la región del monte, en zona endémica del Mal de Chagas. Es un sistema domiciliario de recolección de agua de lluvia con reserva de agua con paredes de adobe, construido en una vivienda rural existente, en un área rural con población campesina de autoconstructores que no practican la construcción con tierra salvo para cubiertas de torta de barro.

En este caso la estrategia didáctica consideró lo siguiente:

-enfaticar la aceptación de la tierra como material constructivo y las tradiciones de la región, dado que en la memoria de los adultos la mampostería del adobe y los revoques de barro encalados todavía existe;

-aprovechar los hábitos de organización familiar y comunitaria para difundir el empleo de la tierra en el mejoramiento de viviendas y otros proyectos, invitando a pobladores de un radio geográfico más amplio a participar no del proyecto pero sí de los talleres específicos (fabricación de adobes, mejoramiento del techo de tierra, fabricación de reservorio con paredes de adobe);

Los talleres fueron cuatro: a) fabricación de adobes, b) paredes de adobe, c) revoques con barro y suelos estabilizados, y d) mejoramiento de cubiertas con técnicas mixtas. En todos los talleres se realizaron prácticas constructivas con demostración del comportamiento de más de una mezcla de suelos locales (usados y no usados por la población local) (ver figura 2).



Figura 2: Capacitación en áreas rurales pobres de monte (Santiago del Estero) con población campesina ganadera. Proyecto "Parayacu" 2008-2009. Integración de toda la familia en las prácticas de fabricación de adobes para las paredes de un reservorio de agua de lluvia.

2.3- Ambito estatal: formación de técnicos y profesionales de organismos públicos de certificación y ensayos de la construcción.

Se presenta el caso del curso-taller en el INTI, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, en Provincia de Buenos Aires, organismo público a cargo de las certificaciones y aprobaciones de calidad de productos que incluye a la construcción civil. La estrategia didáctica se basó en la combinación de prácticas intensivas vinculadas a tres técnicas constructivas diferentes: mampostería, tierra apisonada en cajón y entramado (figura 3), una práctica demostrativa de

ensayos sensoriales de suelos, y clases teóricas grupales previas a las prácticas. Su duración fue de cinco días con jornadas de siete horas, en instalaciones del organismo.

Se fabricaron adobes tradicionales de dos dimensiones (rectangular y cuadrado) con dos mezclas diferentes, boques BTC con prensa CINVA-RAM sin estabilizar y estabilizados con cemento y con cal, y parte de una placa de entramado con marco de madera regular y varillaje interior con diferente trama. Se realizó la integración de los contenidos temáticos por jornada y se trataron los controles de calidad convenientes para cada técnica practicada. Se vincularon los conocimientos referentes a las características de cada técnica con las posibilidades de las mismas en la construcción civil, a fin de realizar comparaciones de materiales y procedimientos constructivos.



Figura 3: Formación en organismos públicos nacionales de certificación de la construcción. INTI sede central en Pcia. de Buenos Aires. Participación de personal técnico, ingenieros, geólogos, químicos, arquitectos y comunicadores sociales.

2.4- Ambito de formación para autoconstructores, técnicos, profesionales y ciudadanía en general (cursos-taller).

Se utiliza una estrategia didáctica basada en el “hacer” mediante trabajo de campo intensivo, para grupos de hasta 30 personas que se capacitan en períodos de 3 a 5 días. Se trabaja con grupos de no más de 15 personas por instructor. Se explica brevemente la técnica constructiva a realizar, y luego se organizan grupos pequeños de 3 a 5 personas. A cada grupo se le asigna una de las etapas del procedimiento constructivo de la técnica a demostrar, y luego se los rota para que todos practiquen un ciclo completo. Al finalizar el procedimiento se realiza una puesta en común durante la cual se realiza una síntesis del procedimiento de la técnica practicada a fin de mejorar su comprensión. La tarea se complementa con breves clases expositivas sobre la temática y con debates de integración al final de cada jornada. Al final del curso-taller se entrega a cada persona material digitalizado con artículos técnicos de divulgación, artículos científicos y publicaciones digitales sobre la temática general de la Arquitectura de Tierra y sobre los temas específicos tratados.

Se realizaron cuatro cursos-taller mediante esta modalidad, dos en Bariloche, provincia de Río Negro, en 2008, dos en Luján, provincia de Buenos Aires. En el Sur los cursos fueron de tres jornadas intensivas y en Luján de tres y cinco jornadas, para profesionales y público en general. Participaron artesanos, albañiles, constructores, profesionales, maestros y empleados. Se realizaron prácticas para identificar tierras, fabricación de adobes, tapial estabilizado (figura 4), bloques de tierra comprimida, quinchas, entramados con marco de madera y sobre pared definitiva, y revoques.



Figura 4: Mezclado en seco de suelo tamizado con cal para la fabricación de un tapial. Curso-taller con apoyo de ONG (SAHDES) con práctica intensiva en chacra El Arca, Luján, provincia de Buenos Aires. Participación de constructores, empleados, ingenieros, arquitectos (FAU-UNSJ, San Juan).

2.5- Formación en barrios periféricos con población en situación de pobreza e indigencia (formación continua en proyectos tecnológicos). Buenos Aires-Mar del Plata.

La estrategia didáctica contempla tres situaciones principales:

- a) realizar capacitaciones temáticas con talleres cortos y seguimiento semanal en períodos de dos a cuatro meses, como parte de un proceso de formación continua dentro de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de dos y más años. Los talleres son de práctica demostrativa y los temas trabajados surgieron de los diagnósticos del déficit habitacional de cada contexto: la resolución deficiente o la inexistencia de pisos, revoques y muros de cerramiento exteriores e interiores; la necesidad de contar con estufas, gallineros, invernaderos y huertas comestibles y comunitarias;
- b) considerar y adaptar los contenidos de las capacitaciones con las técnicas constructivas urbanas convencionales existentes en cada barrio, incorporando el empleo de suelos seleccionados y estabilizados;
- c) realizar transferencia de conocimiento tecnológico constructivo con empleo de herramientas y equipos (moldes, tamices, tambores, etc.) que incorporen la menor cantidad de cambios en el universo local.

Como parte del proyecto de investigación y desarrollo CONICET titulado “Tecnología y gestión participativa para mejorar la vivienda autoproducida de sectores urbanos en situación de pobreza. Materiales, componentes y elementos constructivos con tierras estabilizadas”, se realizan desde 2008 distintas capacitaciones específicas en dos barrios: Bancalari en Buenos Aires y Monte Terrabusi en Mar del Plata. Se trabaja con vecinos interesados y vinculados al proyecto mencionado y a las tareas dirigidas por Fernando Cacopardo y su grupo en el caso Mar del Plata, mediante talleres de práctica constructiva diseñados y dirigidos en función de los lineamientos de desarrollo de las tecnologías sociales que se trata de llevar adelante. Se realizaron talleres de fabricación de baldosas y revoques económicos CONICET y de fabricación de bloques BTC estabilizados con cemento.

En el caso Bancalari, barrio en el que se trabaja en la sede de un centro vecinal que cuenta con una prensa manual CINVA-RAM, el aprendizaje de la técnica del BTC incorpora los datos adecuados sobre el costo de la misma, su adecuado mantenimiento y utilización, y la posibilidad de construirla a bajo costo con herreros de la zona.

3. CONCLUSIONES

Las experiencias realizadas en distintos ámbitos y escalas está posibilitando algunos logros que pueden considerarse un impacto favorable en cuanto a la formación de recursos humanos de distintas edades, ocupaciones, intereses, pertenencia institucional, lugar geográfico-climático y conocimiento del tema.

En la evaluación de los resultados de las diferentes capacitaciones se pudo notar que:

- es ventajoso acompañar las prácticas constructivas de los talleres con apoyo teórico y conceptual, de tal modo de generar la reflexión crítica fundada sobre el “hacer”;
- es conveniente realizar ensayos sensoriales para la identificación de tierras con fines constructivos, ya que además favorece el acercamiento con el material base;
- la inclusión de la distribución y los alcances de la Arquitectura y la Construcción con Tierra contribuye a desmitificar tanto los problemas y prejuicios que se le atribuyen per se, tanto como a conocer sus limitaciones como material constructivo y en sus respuestas según los diferentes climas y geografías.

En la estrategia didáctica para los talleres cuyos participantes son técnicos y profesionales vinculados o especializados en las disciplinas del hábitat (arquitectura, urbanismo, paisaje, diseño, planeamiento), ingenierías, química, agronomía, geología, y otras disciplinas del ambiente, es conveniente considerar dos aspectos generales:

- brindar un panorama holístico de la temática a través de caracterizar las diferentes dimensiones y alcances de las arquitecturas y construcciones con tierra: los aspectos geográfico-culturales, históricos y del patrimonio, arquitectónicos, constructivos, semióticos, estéticos, de gestión, económicos, de producción, mantenimiento, sustentabilidad, normativos, educativos y científicos;
- brindar mayor profundidad de conocimientos técnico-científicos a través de la explicación de los aportes teóricos de actualidad y de estudios de caso significativos.

En el caso de los talleres con población autoconstruccionista, urbana o rural, en proyectos con transferencia tecnológica, es conveniente destinar mayor tiempo de capacitación y la reiteración periódica para los temas que significan una innovación en el contexto local, con el fin de mejorar la comprensión de los cambios y qué objetivos se persiguen. Es el caso de las diferencias en la preparación de las mezclas para bloques de adobe en cuanto a las tierras y agregados utilizados, o la humedad óptima de compactado en los casos de suelos estabilizados con cemento o cal, por ejemplo.

En el caso de los talleres con poblaciones rurales han resultado de gran utilidad algunos métodos:

- la combinación de métodos gráficos (croquis grandes a mano alzada, elaborados antes y durante los talleres) y fotográficos, junto con las prácticas demostrativas, para explicar tanto procedimientos (técnicas de preparación de materiales y mezclas, de fabricación de adobes, BTC, tapia, quincha, revoques);
- los relatos de tipo anecdótico de experiencias propias y ajenas realizadas en otros contextos o proyectos, para completar y mejorar las demostraciones en temas específicos;
- la participación de niños y adolescentes en la realización de ensayos de campo para identificar suelos, pruebas de absorción de humedad, fabricación de probetas, y preparación de pisaderos.

En todos los talleres se concluyó la conveniencia de realizar ensayos y pruebas sensoriales breves, previas y durante la ejecución de las obras, por su significado en cada etapa de obra buscando calidad de materiales, y por el hecho de poner en evidencia el comportamiento de diferentes mezclas y suelos (haciendo explícito lo que muchas veces es consuetudinario y pierde atención). Esta estrategia favoreció el recuerdo de prácticas empíricas locales vinculadas con el ensayo de materiales y técnicas, que se tuvieron en cuenta y se combinaron con los previstos.

También es un resultado emergente importante de esta tarea sistemática para formar e informar, poner en evidencia cuáles son los avances en la enseñanza de esta temática, en qué niveles de la educación formal e informal se encuentra en cada país y región, así como también cuáles son las estrategias didácticas y las dificultades que se presentan.

A partir de las experiencias realizadas durante estos años y sus dificultades, surgen muchos interrogantes. Aparecen de manera reiterada algunos aspectos que tienen que ver con los siguientes temas:

-en los talleres de campo con población urbana o rural en situación de pobreza, las actividades de formación y capacitación están habitualmente integradas con la gestión de la intervención y no siempre es posible mantener la continuidad e incluso la calidad adecuada de las tareas, lo cual dificulta la transmisión y aprehensión de nuevos conocimientos constructivos. Cómo mejorar estas capacitaciones en proyectos de mediano y largo plazo de intervención en el hábitat?

-en los talleres de pocas jornadas de práctica intensiva para ciudadanía en general en los cuales participan alumnos con diferente ocupación e intereses respecto de esta temática, surgen interrogantes relacionados con la profundidad de conocimiento que se brinda para la comprensión tanto de la identificación de suelos como de los controles de calidad, aspectos que sí pueden realizarse con tiempos adecuados en ámbitos académicos y con formación continua. Qué métodos didácticos se pueden incorporar para mejorar estos aspectos?

-uno de los principales desafíos que se presenta en Argentina en la actualidad es cómo encauzar adecuadamente una autoconstrucción popular incipiente y sostenida que emplea los sistemas de construcción alternativa, incluyendo a la tierra cruda como uno de los principales protagonistas. La ausencia de una normativa oficial uniforme y a escala nacional, sumada a las confusiones y a una generalizada ignorancia sobre las ventajas y las limitaciones de la construcción con tierra, plantean una problemática vinculada con la formación de recursos humanos y con la información adecuada y sostenida sobre los alcances del campo temático y los riesgos que puede presentar una edificación de regular o mala calidad (de arquitectura, constructiva, de implantación, de mantenimiento, estructural, etc.). En esta dimensión, una tarea educativa e informativa responsable parece poder contribuir con estos problemas.

-qué habría que cambiar y mejorar en la educación formal e informal para incluir estas problemáticas de manera adecuada? Sería mejor solamente mejorar la formación de técnicos, constructores y profesionales de la construcción o se debería pensar en cambios más importantes? Cómo se debería avanzar en la formación de los profesionales a cargo de la aprobación de normas técnicas y de leyes municipales, provinciales, regionales y nacionales que avancen en este campo de la construcción? Cómo se debería incluir adecuadamente a las esferas privadas y a los fabricantes de materiales y empresas constructoras?

-cómo se debería tratar de manera adecuada la dimensión del impacto ambiental por la extracción de suelos aptos para construir obras de mayor escala, o vivienda masiva?

Los interrogantes remiten a las situaciones que se presentan en este momento en Argentina y que exceden la temática de este trabajo, pero que plantean la realidad que no puede soslayarse.

Bibliografía

Etchebarne,R.; Ferreiro,A.; Gallardo,H.; González,A.; Pautasso,M.; Piñeiro,G.; Verzeñassi,D. (2008). *FRONTERRA: talleres de capacitación Uruguay-Argentina*. En: CD TerraBrasil 2008, 3 a 8 de Noviembre de 2008. São Luís de Maranhão, Brasil.

Garzón,L.E. (2007). Transferencia tecnológica con tierra...simplemente enseñar? VI SIACOT-II SIIDS. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 19 al 22 Setiembre 2007. Tampico, México.

González,A.; Pautasso,M.; Seghesso,S.; Benitez,F.; Erpen,S.-CECOVI-UTN Santa Fé (2006). *Experimentación tecnológica en aldeas rurales*. En: CD del V SIACOT -I SAACOT. INCIHUSA-CRICYT. Mendoza, 14/17 Junio 2006.

Mellace,R.F.; Sosa,M.; Latina,S.M.; Arias,L.; Alderete,C.; Ferreyra,I.; Rafael Soria Bravo, R., Rotondaro,R. (2005). CRIATIC, Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda, FAU UNT. Tucumán, Argentina. En: Construcción con Tierra 1:24-33. IAA/CIHE, FADU, Universidad de Buenos Aires, Ciudad de Buenos Aires.

Neves,C. (2004). *Proyecto 6 PROTERRA/CYTED*. En: CD Seminario Internacional de Construcción con Tierra. *CYTED/HABYTED-PROTERRA*. San Salvador, 21 al 23 Setiembre 2004. El Salvador.

Neves,C.; Borges Faría,O. (2008). *Programa interlaboratorial PROTERRA. Ensaíos de adobe*. En: CD TerraBrasil 2008, 3 a 8 de Noviembre de 2008. São Luís de Maranhão, Brasil.

Pereyra,A.; Merino,N.; Albarracín,O.; Dubos,A.-IRPHA FAU UNSj (2006). *Evaluación de la construcción de una vivienda taller para puesteros de ganado caprino en el secano sanjuanino*. En: CD del V SIACOT -I SAACOT. INCIHUSA-CRICYT. Mendoza, 14/17 Junio 2006.

Polliotto,G., Galíndez,F. (2006). *Una década en la enseñanza de la construcción en tierra cruda*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.Universidad Católica de Salta. En: CD del V SIACOT -I SAACOT. INCIHUSA-CRICYT. Mendoza, 14/17 Junio 2006.

Rolón,G.; Rotondaro,R. (2010, e.p.) *El agua de riego en la construcción del paisaje cultural en las zonas áridas del centro-oeste argentino. Un caso de estudio: Chañarmuyo, La Rioja*. En: Revista de Geografía Norte Grande, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Rotondaro,R.; Patrone,J.C. (2010). Transferencia tecnológica en el hábitat popular de la Argentina. Construcción con Tierra 4:93-102. IAA/CIHE, FADU, Universidad de Buenos Aires, Ciudad de Buenos Aires.

Roux Gutiérrez,R.S.; Espuna Mujica,J.A.-UAT (2005). *La arquitectura de tierra en México*. En: Construcción con Tierra/1:13-23. IAA/CIHE, FADU, UBA. Ciudad de Buenos Aires.

Tomasi,J.; Rivet,C.M.; Ferrer,R. (2009). *Reconociendo las formas locales de la construcción con tierra. La experiencia Puna y Arquitectura 2005-2009*. En: VIII SIACOT-Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra-II SAACOT. Tucumán, 634-643. Tucumán, Argentina.

Vargas N.J.; Blondet,M.; Ginocchio,F. García,G.-PUCP (2005). 35 años de investigaciones en sismo adobe: la tierra armada. En: IV SIACOT Sismo-adobe, 16-19 mayo 2005, Lima, Perú.

Viñuales,Graciela María (2006) El tema de la tierra en Iberoamérica en el siglo XX. Conferencia. V SIACOT (V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra-I SAACOT (I Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra). INCIHUSA-CRICYT. Mendoza, 14/17 Junio 2006. Argentina

Rodolfo Rotondaro. Arquitecto, Máster CRATerre/UPAG (Francia). Investigador del CONICET. Profesor Adjunto y Director del Programa ARCONTI (Arquitectura y Construcción con Tierra), IAA, en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. Codirector del centro Terrabaires. Miembro activo de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Juan Carlos Patrone. Arquitecto, Integrante del Programa ARCONTI, IAA, y del CIHE, FADU UBA. Realiza tareas de investigación y de transferencia en el campo de la vivienda y los edificios bioclimáticos construidos con tierra desde 1998. Codirector del centro Terrabaires. Miembro activo de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Guillermo Rolón. Arquitecto. Becario Doctoral CONICET. Investigador del Programa ARCONTI, IAA, en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

LA TAPIA: UN PATRIMONIO DE TODOS

Proyecto de recuperación de la Tapia del cementerio de Chivatá (Boyacá, Colombia)

Jenny Astrid Vargas Sánchez
Universidad Nacional de Colombia
Carrera 30 N° 45 – 03 Edificio 314 Oficina 108
(57) 3165000 Ext. 12262 / (57) 3208062685 - javargassa@unal.edu.co

Tema 3: Capacitación y transferencia de las tecnologías

Palabras-clave: tapia pisada, acción participativa, patrimonio

Resumen extendido: En Colombia, cerca del 90% de las edificaciones patrimoniales clasificadas por el Ministerio de Cultura, están construidas con tierra y en varias zonas del país, se conservan aún las técnicas de construcción tradicionales, como el adobe, el bahareque y la tapia pisada. No obstante, la pérdida de saberes locales generada por la masificación de otros materiales de construcción como la arcilla cocida, el acero y el hormigón, tiene por consecuencia el abandono y deterioro de muchas construcciones vernáculas. Los trabajos de restauración y conservación que se realizan en el país, están focalizados generalmente en inmuebles reconocidos como bienes de interés cultural y las obras son realizadas por profesionales y mano de obra especializados, quedando el conocimiento y la experiencia limitados a un grupo minoritario.

A partir del análisis de la tapia del cementerio del municipio de Chivatá, se planteó un proyecto de intervención con la participación de la comunidad y los estudiantes del Seminario de Arquitectura en Tierra, de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia, buscando estrechar el paso de la teoría a la práctica de la conservación. El proyecto pretende difundir el conocimiento generado en la academia, en pro de la ejecución de labores de conservación del patrimonio no monumental, que puedan ser realizadas por los habitantes. El crecimiento del grupo de investigación de Arquitectura en Tierra, la participación de los estudiantes en actividades prácticas y el trabajo de la universidad en beneficio de la sociedad, son parte de la visión y los resultados de esta investigación.

1. EL CONTEXTO

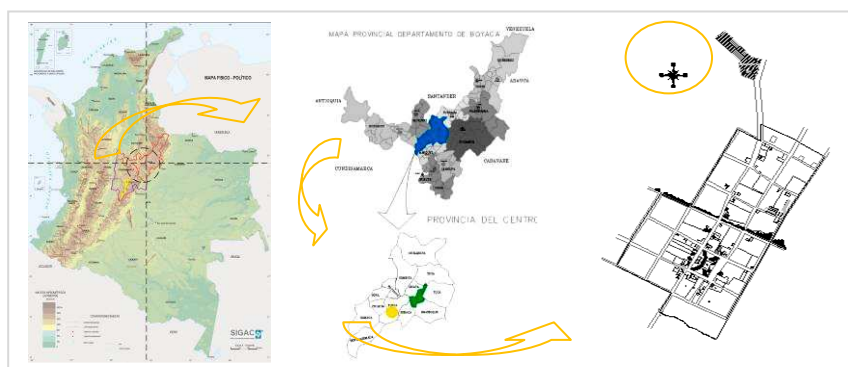


Fig.1 – Localización cementerio Chivatá, Boyacá, Colombia (créditos: a partir de IGAC y EOT)

El territorio colombiano está dividido en una región plana al oriente y una región montañosa al occidente; la [Cordillera de los Andes](#) se ramifica en tres secciones: [Cordillera Occidental](#), [Cordillera Central](#) y Cordillera Oriental. Esta última es la más extensa y llega hasta Venezuela, en cuya parte central se encuentra el [Altiplano Cundiboyacense](#), en el cual se identifican arquitecturas de tierra construidas principalmente en adobe y tapia pisada.

El municipio de Chivatá se encuentra localizado en el Departamento de Boyacá, el cual forma parte del Altiplano Cundiboyacense. El total de la población del municipio de Chivatá, según datos estadísticos retomados por el Esquema de ordenamiento territorial es de 4337 habitantes, de los cuales la población rural es el 89.6%, es decir 3886 personas y la población urbana al 10.4%, que corresponde a 451 personas. La topografía irregular de tierras quebradas con notorias

elevaciones de la cordillera, está conformada por hondonadas, planicies y praderas, donde se desarrolla la actividad agrícola, actividad primaria de este municipio.

Existe una amplia producción de arcillas cocidas en esta región, por lo cual el uso de la tierra cruda ha disminuido ampliamente. Con la investigación de Sánchez (2005), se pudo identificar que la producción de adobe existe asociada a los “chircales” – sitios de producción de arcilla cocida-, pero la producción se realiza únicamente si hay una demanda específica. Algunos proyectos han comenzado a impulsar el uso del adobe para la construcción de viviendas unifamiliares, principalmente en el área rural.

2. LA TAPIA Y SU ESTADO DE CONSERVACIÓN



Fig.2 – Tapia de cerramiento del Cementerio de Chivatá (créditos: J. Vargas, 2009)

La zona urbana del municipio de Chivatá, ha perdido la mayor parte de la arquitectura tradicional, sin embargo, el cementerio ha conservado el muro en tapia pisada que conforma el cerramiento. El municipio fue fundado en 1556, sin embargo no se ha podido datar la fecha de construcción del cementerio, la tumba más antigua que se ha encontrado es de 1891. El análisis del sistema constructivo del muro, permite identificar diferentes momentos de construcción, al identificarse tapias de diferentes dimensiones, alturas, remates, espesores, entre otros.

El muro no ha tenido intervenciones que contribuyan a su mantenimiento y conservación. Algunos tramos del muro han sido demolidos, para construir bóvedas/mausoleos en ladrillos de arcilla cocida. Sin embargo, se identifica también una mayor sensibilidad hacia el uso de la tierra en los últimos, por parte del sacerdote encargado del cementerio y algunos habitantes del municipio, quienes ante el desplome de varias porciones del muro, realizaron la reconstrucción empleando la tapia pisada y algunos adobes reutilizados (provenientes de demolición de tumbas antiguas).

La patología de la tapia está dada por lesiones como erosión profunda, presencia de organismos, grietas y fisuras, desplomes, pérdida de material y humedad capilar, debidas básicamente al deterioro de los elementos básicos de protección como el sobrecimiento (invadido por vegetación), ausencia de pañetes y pérdida de tejas (cabeza del muro).

3. EL PROYECTO DE INTERVENCIÓN

El proyecto se planteó desde el inicio, como un trabajo de “acción participativa”, en el que pudieran involucrarse no sólo los habitantes del municipio, sino también los estudiantes de pregrado que cursan el Seminario de Arquitectura en Tierra. Este proceso permitiría sensibilizar a los dos grupos, sobre la importancia de la conservación del patrimonio tradicional construido en tierra.

Los estudiantes, cada uno desde su disciplina base (arquitectura, ingeniería civil, bellas artes), realizaron análisis de porciones de la tapia del cementerio, evaluando aspectos estéticos, técnicos, estructurales, espaciales, etc. Una primera visita realizada el 25 de agosto de 2009, les permitió hacer un reconocimiento del sitio (Fig.3) y enfrentarse al conocimiento del muro desde su materialidad misma. En una segunda visita el 27 de octubre del mismo año, pudieron examinar con más detalle su tramo de muro, así como participar de actividades prácticas, sobre técnicas sencillas que pueden emplearse para la renovación de un muro en tapia pisada (Fig.4).



Fig. 3 – Participación de estudiantes Seminario Arquitectura en Tierra



Fig. 4 – Actividades de renovación de la superficie del muro

Actualmente se programan jornadas de trabajo con algunos habitantes del municipio, durante las cuales se espera realizar una charla sobre la importancia de la conservación del patrimonio y las técnicas tradicionales de construcción, así como una capacitación sobre selección del suelo apto para construcción y los principios básicos de la técnica de la tapia pisada.

Dada la motivación de los estudiantes y de los habitantes con el proyecto, se explora la posibilidad de convertirlo en un sitio de prácticas y formación, que permita realizar actividades periódicamente para la recuperación y conservación del muro.

Bibliografía:

Brusq S., Paccoud G (2006). *La restauration du bâti en pisé en Dauphiné*, CEEA 00109, ENSAG.

Martínez R., Vargas J. (2005). *Tierra, Tradición y Territorio. Complejo Agroturístico El Vínculo, Toca-Boyacá*. Trabajo de grado Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Masmela Moya, M. A. (1999). *Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Chivatá*.

Ministerio de Cultura República de Colombia (2009). *Política para promover la apropiación social del patrimonio a través de la participación comunitaria*. Tomado de: Compendio de Políticas Culturales; Segunda parte: Políticas.

Sánchez, C. E. (1999). *Las tapias, bardas y vallados en Villa de Leyva*. Informe de investigación. Bogotá: inédito.

Sánchez, C. E. (dir.) (2005). *Características físicas y habitabilidad del adobe en el altiplano cundiboyacense*. Informe de investigación. Bogotá: inédito.

Currículum: Arquitecta, Universidad Nacional de Colombia (2005). DSA Architecture de Terre, CRATerre-ENSAG Francia (2008-2010). Maestría en Conservación del Patrimonio Cultural Inmueble, Universidad Nacional de Colombia (2007-). Vinculada al Laboratorio de Arquitectura en Tierra de la Universidad Nacional de Colombia desde el año 2003.

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL COM TERRA, MATERIALIZADA PELO ENVOLVIMENTO DE DETENTOS, DA UNIVERSIDADE E DOS FUTUROS MORADORES: UMA UTOPIA POSSÍVEL.

Rosana Soares Bertocco Parisi (1), Glacir Teresinha Fricke (2), Ronald Savoi de Senna Júnior (3), Lucas Eduardo de Souza (4), Larissa Fernandes (5) e Cláudia Rocha de Lima (6), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Av. Pe. Francis Cletus Cox, 1661-Sala 130- Prédio 01, CEP 37701-355. Poços de Caldas. MG, Brasil. telefone +55 xx 35 37299214, emails rosanaparis84@gmail.com; glacir.fricke@gmail.com; savoi@uol.com.br; lucaspiconi@hotmail.com; laraafernandes@hotmail.com; kakauri@hotmail.com

Tema 3: Capacitación y transferencia de las tecnologías

Palavras-chave: habitação de interesse social, BTCs, transferência de tecnologia.

Resumo: O presente trabalho apresenta a experiência brasileira de uma unidade de habitação de interesse social cuja obra se inicia em Poços de Caldas- MG, Brasil, com o emprego de Blocos de Terra Comprimida (BTCs), produzidos por detentos de prisão estadual da Superintendência de Administração Penitenciária (SUAPI). Tal experiência se tornou possível a partir de convênio firmado entre a Prefeitura Municipal de Poços de Caldas, a Universidade Católica de Minas Gerais (PUC) e a SUAPI. A Prefeitura foi a responsável por mediar a relação entre os futuros moradores, os presos e a universidade, além de prover a infra-estrutura do terreno e viabilizar a fabricação dos tijolos e a obra. À universidade coube a elaboração do projeto, a capacitação, a conscientização assim como promover o envolvimento dos presos no processo de fabricação dos BTC's e executar ensaios laboratoriais com os tijolos produzidos, além das visitas à obra e orientações técnicas durante o processo de execução empregando algumas tecnologias alternativas e sustentáveis. À SUAPI coube a responsabilidade de selecionar e acompanhar os detentos durante o processo produtivo, mostrando-lhes que esta seria uma possibilidade para a redução de suas penas e para o resgate de cidadania. Ao final, a moradia, projetada sob a luz de pressupostos sustentáveis, pretende demonstrar que também as parcelas menos favorecidas da população têm o direito e o privilégio da conquista de uma habitação construída com terra e com qualidade.

1. INTRODUÇÃO

O trabalho ora apresentado está se implantando na cidade brasileira de Poços de Caldas, localizada na região sul do estado de Minas Gerais (Figura 1). O terreno está situado no Parque Esperança III, a cerca de 8 km do centro da cidade, inserido na maior área ocupada por habitações de interesse social desse município, a zona sul. Este segmento da cidade é composto de cerca de 7000 unidades de moradia que abrigam por volta de 35 mil habitantes distribuídos em 5 bairros distintos. Poços de Caldas é uma estância hidromineral e turística, muito conhecida na região sudeste do Brasil. Caracteriza-se por um clima ameno e sua temperatura média gira em torno dos 18° C. A população de Poços de Caldas é de aproximadamente 160 mil habitantes. Neste cenário se insere esta pesquisa, demonstrando que pode ser viável a implantação de projetos de unidades de baixa renda com o emprego da terra e com qualidade.



Figura 1. Localização de Poços de Caldas na América do Sul, Brasil e estado de Minas Gerais. Créditos: Adaptação de http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fd/Brazil_State_MinusGerais.svg/350px-

[Brazil_State_MinasGerais.svg.png](#); http://www.seriusmig.org.br/imagens/regi_5.gif e <http://spintravel.blogtv.uol.com.br/img/Image/Spintravel/2007/Dezembro/Pocos.jpg>. Acesso em 07/07/2010.

Tal trabalho surgiu de uma parceria previamente estabelecida entre a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, a Prefeitura Municipal e a SUAPI, envolvendo a participação de dez presos. Através dessa parceria, aqueles que apresentam bom comportamento, podem ser beneficiados através do trabalho na redução de suas penas: cada dia trabalhado neste projeto representa a redução de três dias de pena. Além disso, seus familiares recebem $\frac{3}{4}$ do valor de um salário mínimo mensal, ou seja, R\$ 382,50 ou USD 216,10. Este é o segundo projeto que envolve a PUC, a Prefeitura e a SUAPI.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Primeiramente foi elaborado o projeto arquitetônico, debatido em reuniões com a participação de representantes da Secretaria Municipal de Promoção Social e da Diretoria de Habitação e de professores e alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC. Foram elaborados alguns estudos até a formatação final do projeto arquitetônico que tem por objetivo a produção de uma unidade de habitação de 49,50 m² (quarenta e nove e meio metros quadrados de área construída).

2.1 O projeto arquitetônico e seus desdobramentos.

A habitação contém dois dormitórios, uma sala e cozinha integrados, um banheiro e a área de serviço. O projeto arquitetônico foi concebido considerando a possibilidade de expansão de mais um dormitório com 8,50 m². Além disso, a habitação será implantada com um recuo frontal de 8,00 metros para que seja possível a instalação de um pergolado que poderá ser utilizado como espaço de convívio da família ou como garagem para um veículo. Caso futuramente os moradores pretendam instalar um cômodo comercial junto de suas residências, poderão fazê-lo sem o comprometimento da qualidade da habitação, como se pode observar na Figura

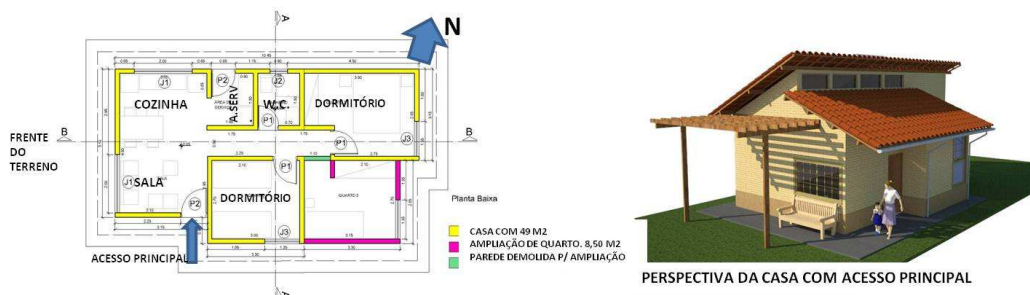


Figura 2. Planta e perspectiva da casa com o acesso principal. (Créditos: Acervo GEHS/PUCMinas. 2010)

Tal projeto faz parte de um conjunto de mais 42 unidades que serão entregues pela Prefeitura Municipal de Poços de Caldas e que estão sendo construídas com recursos do Ministério da Assistência Social e do Governo do Estado de Minas Gerais e do município e é denominado por Projeto Casa da Família. Como o projeto arquitetônico proposto emprega materiais não convencionais e sustentáveis, recebeu a denominação específica de “Casa da Família- Casa Viva”.

Sobre o projeto pode-se dizer também que o mesmo emprega alguns materiais e tecnologias sustentáveis: as alvenarias serão executadas com BTCs (Blocos de Terra Comprimida), os cômodos receberão pintura nas paredes à base de terra, as aberturas como portas, janelas e vitrôs e ainda a pia de cozinha, o vaso sanitário e os revestimentos cerâmicos foram adquiridos em depósito do S.O.S construção. Além disso, a unidade de moradia foi projetada para que houvesse a captação e reuso da água de chuva, que retornará à construção para abastecer a caixa de descarga e as torneiras externas da habitação. Por último, será implantado sistema de aquecimento solar, contribuindo para a redução do consumo energético.

O S.O.S construção trata-se de um programa implantado pela prefeitura Municipal de Poços de Caldas desde 2008 que arrecada sobras de materiais de construção em bom estado e encaminha para famílias de baixa renda que estejam construindo ou reformando suas moradias. O material doado por toda a comunidade é armazenado em um galpão localizado no bairro São Sebastião, zona sul do município, onde é feito também o cadastro das famílias que têm interesse em receber os materiais. É nesse mesmo local que os Blocos de Terra Comprimida estão sendo fabricados

2.2. O emprego dos BTCs

Como mencionado, a unidade foi projetada considerando-se o emprego de BTCs em suas alvenarias.

Embora haja semelhanças entre o aspecto dos BTC's e os denominados tijolos maciços queimados, o uso do solo cimento proporciona uma redução em torno de 30% no custo final das obras. Essa redução se deve ao baixo investimento para produção da unidade produtora, à obtenção de paredes bem aprumadas e, ainda, à facilidade de construção propicia uma obra simples quando comparada ao processo de execução convencional.

A utilização dos BTC's demanda, porém certos cuidados, no sentido de evitar certas patologias mais comuns, como retração, desgaste superficial e percolação de umidade através das paredes. Entre esses, destacam-se:

- O solo utilizado deve ser predominantemente arenoso (>50%) com os demais constituintes sendo de argila (20 a 30%) e silte (10 a 20%).
- No caso de solos finos, poderá ser efetuada a sua correção utilizando-se uma estabilização granulométrica adicionando-se areia a sua composição.
- Como o objetivo é trabalhar com materiais alternativos, a areia utilizada para correção pode ser obtida por trituração dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) ou a areia artificial obtida do resíduo da britagem (areia de pedra).

Com isso, pretende-se também neste projeto preservar um dos recursos que vem gradativamente sendo removidos na natureza e hoje escassos que é a areia lavada fluvial.

Os tijolos são produzidos pelos presos da SUAPI. Para que a produção ocorresse de forma organizada, os 8 presos selecionados foram capacitados em oficinas ministradas nas dependências do S.O.S Construção. Esta capacitação é fundamental para o sucesso do empreendimento. Há necessidade de um completo entendimento de todo processo de fabricação assim como na identificação dos materiais empregados, assim como uma noção das possíveis patologias que podem acometer esses materiais.

O solo empregado é retirado pela prefeitura em terreno localizado cerca de 1,5 km da área onde são produzidos. Além do fato de que os BTCs são fabricados com terra extraída bem próxima do local onde a habitação será construída, gerando assim um consumo energético reduzido, pode-se dizer que *“às qualidades da terra, como não ser poluente, apresentar excelentes qualidades térmicas e baixo consumo energético, somam-se a disponibilidade e a facilidade de gerar uma tecnologia apropriada para ajudar na solução de problemas de moradia”*. (Barbosa, 2002, p. 17).

Durante as oficinas, os presos aprenderam a identificar o solo conforme o teste do vidro apresentado na publicação sobre seleção de solos desenvolvida pela Rede PROTERRA, sob a coordenação de Neves et al (2005, p. 16).

Estes testes permitem uma boa identificação tátil-visual dos solos. Tem-se como objetivo identificar as frações granulométricas predominantes assim como a avaliação da plasticidade dos solos.

A fração fina do solo (argilosa) apesar de ser parte minoritária na composição, pode apresentar grande atividade indicando, por exemplo, elevada expansibilidade.

O excesso de plasticidade também não é adequada para esta forma de utilização do solo. Teste visuais permitem a identificação da presença de matéria orgânica e de turfa que são materiais que devem ser descartados neste processo.

Os presos e a família que irá residir na moradia objeto dessa proposta receberam ainda uma Cartilha de Orientações, material produzido na universidade, envolvendo professores e alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo, conforme os procedimentos explicitados a seguir:

- O solo, para ser manuseado, deverá ser submetido previamente a secagem ao ar em local coberto atingindo uma umidade homogênea.
- Após a secagem é realizado o peneiramento. Inicialmente foram empregadas peneiras redondas manuais, que posteriormente foram substituídas por peneiras fixas para facilitar o trabalho.
- A dosagem dos componentes da mistura pode variar de 1:10(cimento:solo) a 1:14. com traço em volume. Os tijolos foram confeccionados, em um primeiro momento utilizando-se a dosagem 1:10.

- A mistura do cimento com o solo deve ser feita de forma gradual até o aparecimento de uma coloração homogênea. A homogeneização é finalizada com a adição da água. Preferencialmente, esta deve ser adicionada de forma gradual até que se obtenha o teor de umidade ótima de compactação.
- Na cartilha são apresentados testes expeditos para identificação desta umidade.
- Após a colocação da água, o tijolo precisa ser prensado em um prazo máximo de 1 hora (início de pega do cimento). A pressão de compactação é fator determinante nas propriedades mecânicas dos BTC's.

Sabe-se que no mercado existem prensas manuais e motorizadas (mecânicas ou hidráulicas).

Porém, a prensa utilizada é manual e tem capacidade de produzir três tijolos a cada vez.

Os presos trabalham apenas dois dias por semana nesse local. Assim, os funcionários do S.O.S. Construção ficam responsáveis pelo trabalho de molhar os tijolos durante os sete primeiros dias de cura, conforme recomenda a Norma Brasileira 8491 e a Norma Brasileira 8492, elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A cura deve ser iniciada 8h após a prensagem. Tem como finalidade evitar a evaporação prematura da água que é necessária para a hidratação do cimento. Os BTC's devem ser empilhados a sombra de forma que o ar possa circular entre eles.

Os lotes produzidos são marcados por datas e, de cada lote, são extraídos 10 tijolos, que posteriormente são enviados para o Laboratório de Materiais para Construção, da PUC-Minas, *campus* de Poços de Caldas para os ensaios laboratoriais e análises. Até o momento, os ensaios realizados podem ser observados nas Figuras de 3 a 6.

média	1,838333
desvio padrão	0,537863
variância	0,289297
mediana	1,705

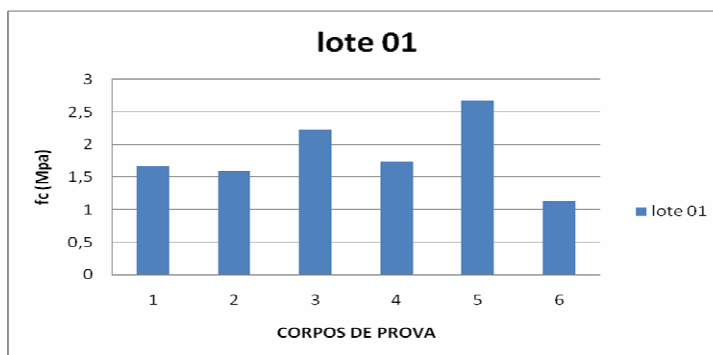


FIGURA 3- Variação da resistência – Lote 1. Créditos: GEHAS, 2010

média	1,931667
desvio padrão	0,412622
variância	0,170257
mediana	1,8

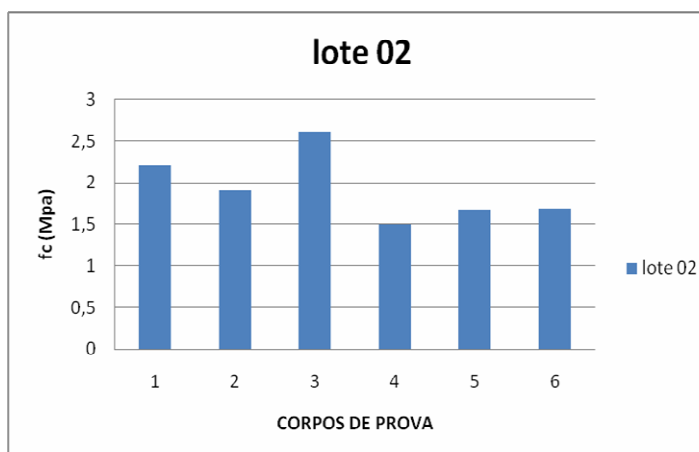


FIGURA 4- Variação da resistência – Lote 2. Créditos: GEHAS, 2010

Observa-se que os dois primeiros lotes apresentaram resistências maiores que os dois últimos, o que indicou a necessidade de alterações no traço dos blocos.

Os valores obtidos indicam que em todos os casos a média dos valores apresenta resistência inferior a 2MPa, portanto a resistência está inferior àquela recomendada pela NBR 8491 (ABNT

NBR 8491), que aponta que a amostra ensaiada não deve apresentar média dos valores de resistência à compressão menor que 2,0 MPa, nem valor individual inferior a 1,7 MPa.

média 1,641667
 desvio padrão 0,234897
 variância 0,055177
 mediana 1,655

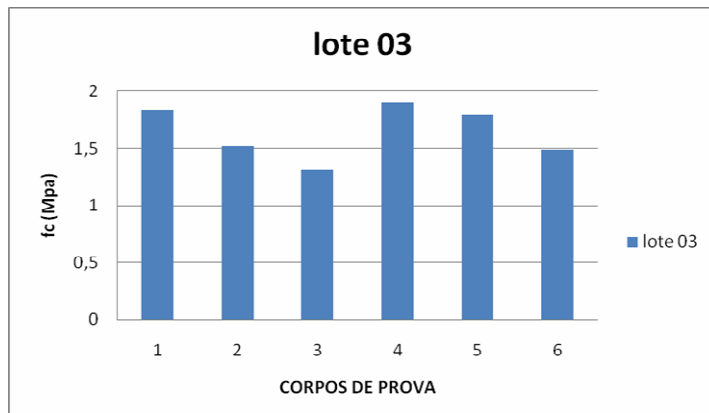


FIGURA 5- Variação da resistência – Lote 3. Créditos: GEHAS, 2010

média 1,63
 desvio padrão 0,361331
 variância 0,13056
 mediana 1,735

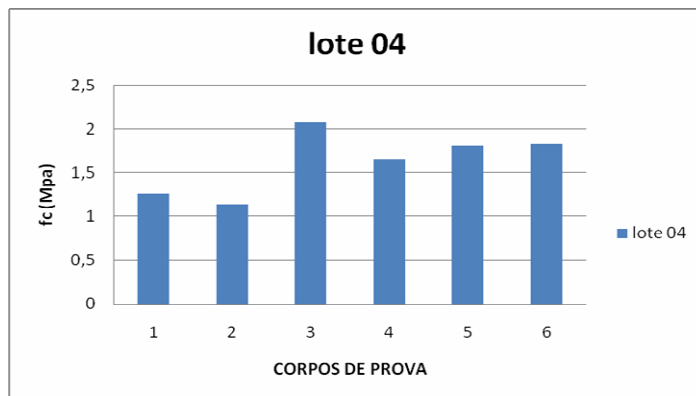


FIGURA 6- Variação da resistência – Lote 4. Créditos: GEHAS, 2010

Na Figura 7 pode ser observada a variação considerando todos os corpos de prova, observando-se o que acaba de ser explicitado

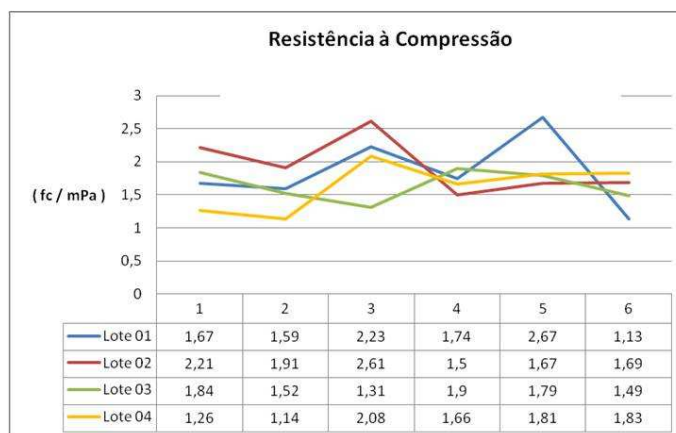


Figura 7. Resistência à compressão de BTCs de diferentes lotes. Créditos: GEHAS, 2010

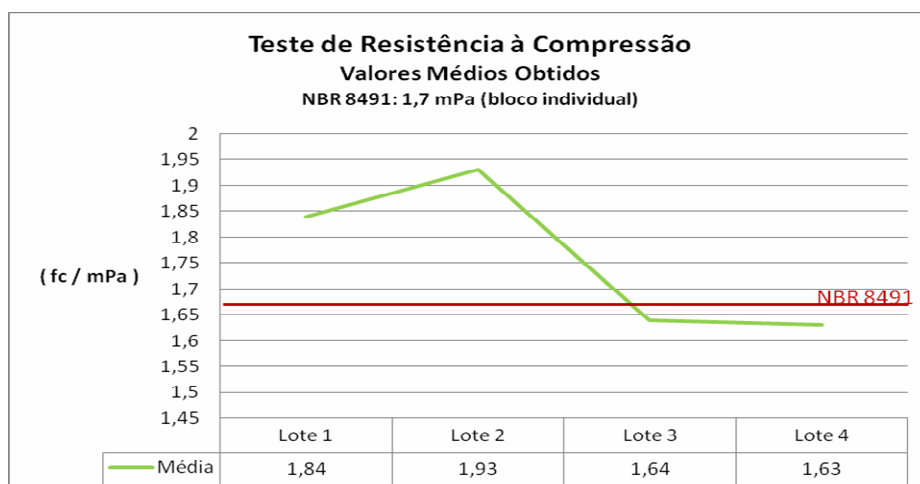


Figura 8. Resistência média à compressão de diferentes lotes
Créditos: GEHAS, 2010

Verifica-se que em 20% dos corpos de prova ensaiados, a resistência individual foi inferior a 1,7MPa. Pode-se observar na análise estatística que o desvio padrão e a variância apresentaram grande flutuação comparando-se cada lote ensaiado.

Os tijolos estavam sendo fabricados com a proporção inicial de 10 latas de terra e 1 lata de cimento.

Assim, em função dos resultados obtidos individualmente, foi alterada a composição das misturas, substituindo-se 2 latas de terra por 2 latas de areia. Tais tijolos se encontram em processo de cura para que, novamente, sejam encaminhados e ensaiados no laboratório na universidade.

Tem-se como objetivo verificar qual o parâmetro que originou a variabilidade prevista.

A primeira abordagem é feita em relação a dosagem (traço) da mistura.

De acordo com resultado apresentado, estão sendo realizadas correções no que diz respeito a quantidade de água, mistura/homogeneização, prensagem e na cura dos blocos para que se chegue a um resultado satisfatório de resistência, que possa agregar valores à qualidade da habitação que será construída.

2.3. O envolvimento da família e dos “atores” e “agentes” no processo de construção.

Quando se pretende envolver várias entidades em um só projeto, deve-se não perder de vista objetivos claros como os da capacitação, aprendizado, resgate de cidadania, disseminação de tecnologias em projetos de ajuda-mútua, todas essas características desejáveis no projeto Casa da Família ora proposto. Assim, quando prefeitura e universidade decidiram iniciar este projeto, já estava acordada a participação dos beneficiários, no caso, a família contemplada como moradora. Igualmente acordada estava a participação dos detentos da SUAPI durante o processo de fabricação dos tijolos e depois durante a obra. Um membro da família participou de uma oficina de capacitação para a fabricação dos BTCs. Em breve, será realizada nova atividade envolvendo, além da família e dos presos, o mestre de obras contratado para supervisionar a construção. Foi preparado um material didático a ser apresentado em forma de filme e impresso para que o “entendimento” do processo construtivo aconteça de forma prática e assimilável. Parte desse material pode ser observada na figura 9 a seguir. Tal figura se refere a uma das etapas “passo-a-passo da obra” disponibilizado aos presos e à família futura moradora a fim de que consigam entender melhor como a construção foi planejada.

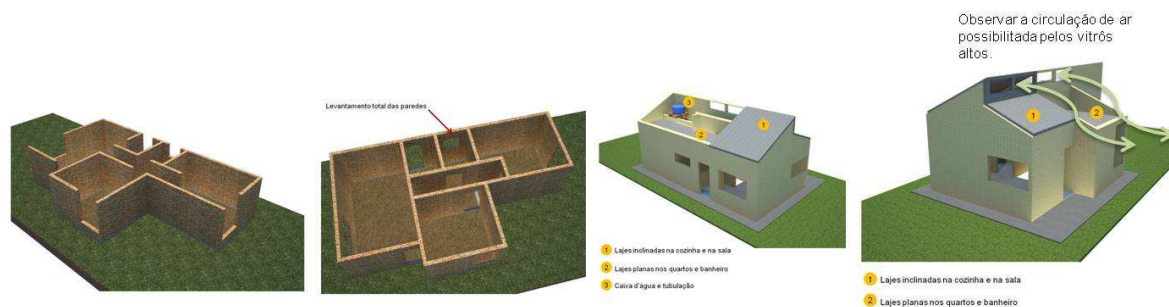


Figura 9. Ilustrações integrantes do “Passo-a-passo da obra” disponibilizado para os agentes envolvidos. Créditos: GEHAS, 2010

Conforme afirma Barbosa (2005, p.34) “os projetos de construção envolvendo o pessoal são de grande valia para as populações pobres, que ganham uma ocupação e uma oportunidade de mostrar até a si próprias que são capazes de produzir algo concreto e de qualidade. É inegável a diferença do padrão de residências feitas com tijolos prensados. Além disso, a terra crua permite gerar tecnologia apropriada para populações excluídas do processo de desenvolvimento, sendo necessário, porém, o acompanhamento técnico periódico”.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como afirmado no início do trabalho, a produção de habitação de interesse social envolvendo grupos distintos da sociedade é possível e requer a disposição e comprometimento contínuos dos envolvidos. Ainda que os interesses sejam diversos, o fim último deve ser a produção e a qualidade da produção da moradia. A valorização e o engajamento dos futuros moradores estão diretamente relacionados à dignidade que o processo de conquista e participação possibilitam. O emprego da terra na fabricação dos tijolos ecológicos e das tintas, assim como de materiais alternativos e reaproveitados representam a quebra dos tabus relativos à qualidade da habitação. O enfrentamento dos problemas, a busca de soluções alternativas e a participação diária mostram aos envolvidos durante o processo de produção da moradia que a solidez e a qualidade são possíveis de serem conquistadas mesmo quando se substituem os materiais convencionais por materiais alternativos, não convencionais e sustentáveis.

Desta forma, atua-se em duas frentes: uma no sentido econômico-social obtendo-se através de um tratamento técnico-científico uma alternativa viável para o sistema habitacional e a outra do ponto de vista ambiental utilizando material e técnica que possibilita uma redução na disposição de resíduos e na minimização do consumo energético.

Imaginava-se que quando este artigo fosse enviado ao SIACOT a obra já estivesse em fase de entijolamento. No entanto, ocorreram, além dos problemas relativos à qualidade dos BTC's, problemas de natureza jurídica que acarretaram o afastamento dos presos da SUAPI desta atividade por quase dois meses. A lição que tal experiência deixa é que a denominada “utopia” se torna possível se houver o constante interesse dos envolvidos, se houver o propósito de finalizar o trabalho com aquelas premissas iniciais que deflagraram o processo: uma construção de qualidade, destinada à uma parcela normalmente excluída do processo de produção de habitações, envolvendo agentes distintos.

De acordo com Rogers (2003, p.02). “A beleza de exercer a arquitetura reside no fato de que esta é uma atividade que inclui o outro e é uma aventura compartilhada”.

Restará saber quantas outras das famílias que estarão construindo suas moradias vizinhas a essa que foi denominada “Casa da família - Casa Viva” serão sensibilizadas e conquistadas para as mudanças de hábitos, para a disseminação de uma experiência que, no mínimo, abre uma perspectiva para a produção de habitações dignas, saudáveis e confortáveis.

BIBLIOGRAFIA:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 8491- Tijolo Maciço de Solo Cimento. Especificação. Rio de Janeiro, abril de 1984, cópia impressa.

_____, NBR 8492- Tijolo Maciço de Solo Cimento. Determinação da Resistência à Compressão e da Absorção da Água. Método de Ensaio. Rio de Janeiro, abril de 1984, cópia impressa.

Barbosa, N.P. (2002). Transferência e aperfeiçoamento de tecnologia com tijolos prensados de terra crua em comunidades carentes. Coleção Habitare. Volume 02- Inovação, gestão da Qualidade & Produtividade e disseminação do conhecimento na construção habitacional (pp.12-39). São Paulo. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/96.pdf> (Consultado: 26/06/2010).

_____. Desenvolvimento de componentes para a construção civil. Utilização de Tecnologia Construtiva com tijolos prensados de terra crua em comunidades carentes- Favela Cuba Debaixo em Sapé-PB, São Paulo: Coleção Habitare. Disponível em: http://downloads.caixa.gov.br/arquivos/desenvolvimento_urbano/habitacao/Habitare_Tijolos_prensados_de_terra_crua.pdf (Consultado: 01/07/2010).

Neves, C. et al (Org). (2005). Seleção de solos e métodos de controle em construção com Terra – práticas de campo. CYTED. Programa Ibero-Americano de Ciência e tecnologia para o desenvolvimento. PROTERRA. Projeto de Investigação XIV.6. Cópia Impressa.

Parisi, R.S.B. et al.(2010). Construção e finalização da casa de apoio do Projeto Crescer in Actas do 6º. Seminário de Arquitectura e Construção com Terra em Portugal e 9º. Seminário Ibero Americano de Arquitectura e Construção com Terra. Coimbra, PT, pp.527-532.

_____. (2010). A casa de apoio do Projeto CRESCER: finalização e perspectivas. In Seabra et all (Organizadores). Conferência da Terra. Aquecimento global, sociedade e biodiversidade. Volume III. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB. ISBN : 978-85-7745-532-4 pp. 416-423.

Rogers, R. (2002). Cidades para um pequeno planeta. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli,p.02. ISBN. 84-252-1889-6.

Sattler, M.A et all. Aplicação de Tecnologias Sustentáveis em um conjunto habitacional de baixa renda. Coleção Habitare. Volume 2, Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. São Paulo. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/97.pdf>. (Consultado: 01 07/2010)

Agradecimentos:

Agradecemos à Prefeitura Municipal de Poços de Caldas, em particular à Secretaria de Promoção Social através de sua Diretoria de Habitação, à PUC-Minas, campus de Poços de Caldas e à SUAPI pela possibilidade de realização deste trabalho.

Curriculum:

- (1) Arquiteta e Urbanista (FAUPUCCAMP/1986), Mestre em Urbanismo (FAUPUCCAMP/2002), Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC-USP/2008).
- (2) Arquiteta e Urbanista (FAUNISINOS/1983), Mestre em Engenharia Civil (FEC UNICAMP/1992) e Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos (UNICAMP/1999).
- (3) Engenheiro Civil, (EESC-USP/1988) e Mestre em Engenharia Civil - EESC- USP/1993).
- (4) , (5) e (6). Acadêmicos de Arquitetura e Urbanismo (PUCMINAS-Poços de Caldas/ 2008) e bolsistas do Projeto Casa da Família (2010)



Eje temático 4

Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUENCIARON EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE 3 VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN ADOBE. CASOS ASENTAMIENTO RURAL SEPÉ TIARAJÚ Y PIRITUBA II, SÃO PAULO – BRASIL.

Mauricio Guillermo Corba Barreto (1); Akemi Ino (2)
HABIS – Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – USP/UFSCAr.
São Carlos – SP – Brasil
Tel: (+55) 16-3373 9304, Fax (+55) 16-3373 9304
(3) e-mail: macorito710@yahoo.com.br
(4) e-mail: inoakemi@sc.usp.br

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible
Palabras-clave: Asentamientos Rurales, Vivienda Interés Social, Adobe

Resumen

El siguiente trabajo aporta a los procesos de desarrollo de proyectos que traten sobre la habitación de interés social en un contexto de asentamientos rurales, como insumo a la mejora de procesos constructivos definidos en proyectos habitacionales que ayuden a promover las soluciones y necesidad de vivienda a personas de bajos recursos. El objetivo general del trabajo es clasificar las variables que influenciaron en el proceso constructivo de 3 viviendas de interés social en adobe para establecer categorías que ayuden posteriormente, a entender las dinámicas de producción de vivienda en medio rural sin tradición de adobe. Para desarrollar el trabajo fue necesario: a) rescatar y levantar diversas fuentes de evidencias como relatos, fotografías, entrevistas y documentos de planeamiento de las acciones así como la creación de bases de datos para sistematización de las informaciones; b) revisión de literatura para definir parámetros de referencia c) identificación de criterios de clasificación; d) Definición categórica de variables; y e) Delimitación de las variables por medio de conceptos en relación a cada caso. A estas etapas se le suma la incorporación de la estrategia de investigación: *investigación-acción* y el estudio de caso múltiple. Los resultados se refieren a una tabla indicativa de variables en relación a las unidades de análisis identificadas y consecuentemente la determinación de conceptos para delimitación de variables a partir de análisis correlacionados. Por otro lado la identificación de variables más detalladas sobre las etapas constructivas.

8. INTRODUCCIÓN

El trabajo desarrollado se enmarca dentro de los debates científicos sobre la vivienda y el rescate de las prácticas más sustentables, como el uso de materiales provenientes de recursos renovables en la producción habitacional rural. En Brasil existe una relación directa con los asentamientos rurales de reforma agraria, donde se busca transferir el conocimiento técnico de otros procesos constructivos para las familias asentadas, como otra alternativa a los ladrillos y bloques cerámicos los cuales han sido los materiales más empleados en los conjuntos habitacionales brasileiros.

Las construcciones con adobe o bloques de suelo se extendió por todos los climas cálidos-secos, subtropicales y templados del planeta (Minke, 2001, p.72) además se destaca como uno de los materiales cuyo insumo es local, emplea poca energía en su producción, posee capacidad estructural y además ayuda a generar ambientes con aislamiento térmico y acústico.

A pesar de la antigüedad de esta técnica, se tienen pocas referencias latinoamericanas tanto positivas y negativas que debatan su inclusión en las soluciones del déficit y la calidad de la vivienda rural desde enfoques que detallen los complejos procesos que esta tecnología manifiesta ya sea en lugares con tradición o en lugares que nunca tuvieron las posibilidad de ese conocimiento y aplicación de la tierra como material de construcción.

La construcción de casas de adobe, como resultado del estudio científico de sus materiales y de procesos de fabricación y organización, se puede encuadrar para contrastarlo directamente con lo que actualmente se llama de tecnología social. *La tecnología social otorga criterios que ayudan a los análisis de propuestas como el prestar atención a las demandas sociales concretas vividas e*

identificadas por la población; proceso democrático y desarrollado a partir de estrategias especialmente dirigidas para movilizar y generar participación de esa población y de otros actores involucrados; planeamiento, aplicación o sistematización de conocimiento de forma organizada; producción de nuevos conocimientos a partir de la práctica; acogimiento de la sustentabilidad económica, social y ambiental y generación de aprendizaje que sirve de referencia para nuevas experiencias.(Rodrigues y Barbieri, 2008, p.1082)

Neves (2004) destaca que no existe, en el campo de la construcción civil, instituciones con un fin específico de difusión y de transferencia de tecnología social. Generalmente la generación de este tipo de tecnología acontece en instituciones de investigación y universidades, la cual se presenta de formas diferentes según la región donde se implementan estas transferencias. Este proceso de clasificación se introduce como una etapa de reconocimiento detallado que ayuda al entendimiento de la tecnología social, pues lo promueve, lo complementa y lo aclara. Con este trabajo se pretende contribuir para la reflexión sobre el uso del adobe en viviendas rurales en un proceso participativo de construcción y lo que esto implica en la transferencia de conocimiento por medio de la investigación, la asesoría técnica y la extensión de la Universidad en diferentes realidades sociales.

El objetivo general del trabajo es clasificar las variables que influenciaron en el proceso constructivo de 3 viviendas de interés social en adobe para establecer categorías que ayuden posteriormente, a entender las dinámicas de producción de vivienda en medio rural sin tradición de adobe, usando materiales más sustentables.

9. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN Y MÉTODO DE ESTUDIO

2.1. Contexto de la investigación

La estrategia de investigación utilizada por el Grupo Habis (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC/USP e UFSCar), tanto en el proyecto desarrollado en el Asentamiento Rural Pirituba II como en el Asentamiento Rural Sepé Tiarajú, fue el de Pesquisa-ação (Investigación-Acción).

La Investigación-Acción agrega varios métodos y técnicas de investigación social conforme a cada fase u operación del proceso de investigación, existiendo técnicas para coleccionar e interpretar datos, resolver problemas, organizar acciones, y otras. *En la Investigación-acción, los investigadores recurren a métodos y técnicas de grupos para lidiar con la dimensión colectiva e interactiva de la investigación y también técnicas de registro, de procesamiento y de exposición de resultados.* (Thiollent, 2000, p.26).

2.2. Estrategia de estudio de caso e caso múltiple:

En consecuencia del método anterior se propone un estudio de caso el cual: *se sitúa en un contexto real, complejo, que requiere de acciones por parte de las personas implicadas, donde ellas mismas demandan ciertas intervenciones esenciales y otras complementarias. Así, pasamos de una situación de crisis a una transformación del medio para atender un equilibrio más constante.* (Morin, et al., 2007, p. 74) y que implica el estudio de varios casos para poder reforzar las evidencias analizadas de tal manera que ayude a encontrar modelos de similitud en los diversos contextos posibles.

Los proyectos de investigación que incluyan la estrategia de estudio casos múltiples presentan varias ventajas y desventajas en comparación a los proyectos de estudio de caso único. Las evidencias resultantes de casos múltiples son consideradas mas convincentes, y el estudio global es visto, por consiguiente, como algo más robusto (Herriott and Firestone, 1983, in Yin, 2005, p. 68). Con base en lo anterior cada caso debe servir a un propósito específico y no se debe pensar erróneamente que los casos múltiples al ser semejantes responden solamente a un levantamiento o que son simplemente sujetos múltiples dentro de un experimento, como se fuesen muestras de laboratorio. "Cualquier aplicación de esa lógica de muestreo a los estudios de caso estaría mal direccionada. Primero, los estudios de caso, en general, no deben ser utilizados para evaluar la influencia de los fenómenos. Segundo, un estudio de caso tendría que tratar tanto del fenómeno de interés como de su contexto, produciendo un gran número de variables potencialmente

relevantes. Esto acabaría exigiendo, sucesivamente, un número inconcebiblemente de grandes casos, tan grande que no permitiría una evaluación estadística de las variables relevantes, y tercero, si una lógica de muestreo tuviera que ser aplicada a todos los tipos de investigación, muchos tópicos no podrían ser empíricamente investigados” (Yin, 2005, p. 68)

2.3. Etapas generales de la investigación:

Para desarrollar el trabajo fue necesario: a) rescatar y levantar diversas fuentes de evidencias como relatos, fotografías, entrevistas y documentos de planeamiento de las acciones así como la creación de bases de datos para sistematización de las informaciones; b) revisión de literatura para definir parámetros de referencia c) identificación de criterios de clasificación; d) Definición categórica de variables; y e) Delimitación de las variables por medio de conceptos en relación a cada caso. Los resultados se refieren a: a) tabla indicativa de variables y consecuentemente la determinación de conceptos para delimitación de variables, b) Análisis correlacionados, y c) indicaciones para futuros planeamientos con características similares.

10. CARACTERIZACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS RURALES

10.1 Asentamiento Rural Pirituba II

Este Asentamiento es uno de los 168 asentamientos contabilizados por el Instituto de Tierras del Estado de São Paulo (ITESP) ocupados por un 10.000 familias aproximadamente. Este asentamiento se encuentra en un área que ocupa una parte del municipio de Itapeva (áreas I y IV) y otra del municipio de Itaberá (áreas II, III y V), situados en el suroccidente del estado de São Paulo, región que presenta una gran concentración de florestas plantadas y, al mismo tiempo, bajos indicadores sociales.

El grupo Habis coordinó el Proyecto Inovarural (Vivienda rural con innovación en el proceso, gestión y producto), acompañando el proceso de construcción de 41 casas con pared de bloque cerámico y una casa de adobe en el periodo de 2003 a 2005.

El proceso de selección del material transcurrió a lo largo de casi un año, pasando por varias capacitaciones y definición de la tipología de vivienda. De las 54 familias que participaron de las reuniones, 28 se interesaron por el adobe, y las demás prefirieron bloques cerámicos y madera. El principal interés por el adobe fue su bajo costo. Posteriormente con la posibilidad de acceder a un recurso financiero adicional para la construcción de las casas, muchas familias desistieron del adobe permaneciendo apenas una familia (ver figura 1).

10.2 Asentamiento Rural Sepé-Tiaraju

Este asentamiento se ubica en el municipio de Serra Azul, nororiente del estado de São Paulo. Se organiza en 4 núcleos y es compuesto por aproximadamente 20 familias cada uno. En este Asentamiento están siendo construidas 77 casas en 3 tipologías diferentes: una de 2 cuartos, otra de 3 cuartos (ambas en bloque cerámico) y una tercera de 3 cuartos con materiales alternativos. Entre estos materiales esta la tierra cruda, presente en las técnicas de BTC (Bloque de Tierra Comprimido), adobe, y bahareque.

Además de estas técnicas se están realizando experimentaciones con otros materiales, tales como la estructura en eucalipto rollizo y fundación en piedra. Al igual que en el otro asentamiento, se presentaron dificultades relacionadas al financiamiento y a la organización colectiva de las familias, esto llevó a que posteriormente 2 familias aceptaran construir su casa de adobe. De estas dos familias una se anticipó e comenzó a producir los adobes y levantó rápidamente las paredes de su casa, justificando la ansiedad de tener una casa terminada para no pasar más un periodo de lluvias durmiendo en un barraco y en precarias condiciones. Esta prisa en la producción de los adobes y en la elevación de la pared no permitió el debido acompañamiento por el grupo asesor, reduciendo la capacidad de interferencia. Esta situación hizo con que la familia utilizara composiciones de tierra y estabilizantes diferentes tanto en la producción del adobe como en la masa para asentar las hileras de la pared, así como métodos inadecuados de secado, entre otras, provocando el colapso de las paredes (ver figura 2). La otra familia actualmente construye su casa en adobe, atravesando por varias dificultades económicas,

personales y técnicas que han atrasado considerablemente el rendimiento eficaz de la obra (ver figura 3).

11. DESCRIPCIÓN DE CADA CASO

4.1. Caso A-Pirituba II

En cuanto a la relación entre el investigador, familia y asesoría técnica: Durante algunas etapas de la producción de adobe y de la elevación de la pared la asesoría de los investigadores no fue continua, en algunos casos por falta de recurso y en otros por el trabajo acelerado del morador. Este morador siempre estuvo con buena disposición a las sugerencias de los investigadores, a pesar que varias etapas fueron definitivamente realizadas por el conocimiento popular del propio morador, como ejemplo, el revoco el cual fue hecho de cemento y arena. La familia representó un grande apoyo en los avances y en las decisiones con respecto a la construcción de la casa. Los investigadores realizaban oportunamente los proyectos y mantenían constante comunicación con el morador. El Asentamiento quedaba a una distancia de cuatro horas y media de la Universidad, factor que no imposibilitó, con grande esfuerzo, las visitas casi semanales al Asentamiento, obviamente gracias al recurso de la investigación. Actualmente el morador y su familia habitan la casa.

En cuanto a las características del adobe: la producción total de adobes fue 5.141, con posibilidad de ser producidos en 25 días con un equipo promedio de cuatro personas. El tipo de energía utilizada fue humana y solar, el tipo de mano de obra fue colectiva y familiar, el lugar y cantidad de extracción de la materia prima fueron 25m³ e suelo (cerca a la vivienda); 612 kg de cascara de arroz (residuo agrícola). La dimensión interna del molde para hacer los adobes fue de 15cm x 11cm x 30cm. El adobe obtuvo dimensiones de 14.2cm x 9,9cm x 29cm, estabilizado con cascara de arroz con proporción de 2:1 tierra:cascara, este adobe alcanzó una resistencia a compresión de 1,42 Mpa. En el comienzo los adobes estaban siendo producidos con un alto grado de humedad, pero fue corregido a tiempo. Varios adobes, por decisión del morador, fueron realizados sin previo descanso del barro, dado que el morador afirmaba demorar mucho tiempo en la producción de los adobes. Sin embargo la mayoría de los adobes tuvo un razonable proceso de producción.

En cuanto a la elevación de la pared: la productividad fue de 1,5horas del trabajador por m², la cantidad de adobes por m² fue de 30, con una dimensión de junta vertical y horizontal de 1,5cm a 2,5cm, el costo de la pared fue de R\$ 0,42 reales el m², el tiempo total de construcción de la pared fue de 1 mes, con un área total de 308.45m², las herramientas usadas fueron: andamio, palustre, azadón, balde, carretilla, plumo, nivel, escalera, 3 tablas, línea y cinta métrica. La argamasa de asentamiento se realizó en un poso a 1m de la casa y la cantidad vario por depender de cuantos adobes eran asentados por día. Fueron 4 posos de 1,30m de radio y 0,50m de profundidad. La dosificación de la argamasa para asentar las 3 primeras hileras fue de solo tierra y agua, y las demás fue de la misma proporción de fibra y tierra que el adobe pues la retracción era mucho menor.

Fue realizado el humedecimiento de los adobes en el momento de asentarlos, y la cantidad de hileras totales hasta la cumbrera fue de 32 hileras, en la fachada siguiente de 23 hileras, y en la fachada más baja 19 fiadas. Algunas esquinas quedaron en algunos lugares fuera de plumo y escuadra de 3cm, el cual fue corregido con el revoco posteriormente. Fue realizada la limpieza de la superficie de la cimentación. No fue realizado un proyecto de modulación de las hileras ocasionando que algunas hileras no tuvieran un trabamiento suficiente. Las esquinas fueron amarradas con hierro de 40cm en cada dirección, y la espesura del hierro fue de 5mm, colocándose tal hierro a cada 3 fiadas. Fueron realizadas primero las esquinas y después se iba levantando al mismo tiempo el resto de hileras por todo el perímetro de la casa. Las alturas totales de las paredes fueron: hasta la cumbrera 3,73, hasta la fachada mayor 2,64, y hasta la fachada menor 2,20m.

En cuanto a los detalles constructivos: fue realizada una cimentación que quedara a 15cm por encima del nivel del piso exterior, fue en zapata corrida, con bloques de concreto, armada y grauteada. El contacto entre la cimentación y la pared estructural de adobe fue apenar por apoyo

directo sobre la cimentación. Las 3 primeras hileras fueron revocadas con una argamasa rica en impermeabilizante para evitar el desgaste por causa de la lluvia. Fue colocado, como dinteles inferior y superior: hierro de 6.3mm, sin embargo, los marcos de las ventanas tuvieron deformación de hasta 3cm de flecha. En uno de los vanos de las ventanas fue necesario colocar una viga de madera, porque encima de esta se apoyaba una cercha. No fue realizada viga cinta. La ligación entre la cubierta y la pared de adobe fue realizada a través de una pieza de transición en madera, fijada al adobe con pines metálicos.

4.2. Caso B-Sepé Tiaraju

En cuanto a la relación entre el investigador, familia y asesoría técnica: durante algunas etapas de producción del adobe y de la elevación de la pared, la asesoría de los investigadores no fue continua, en algunos casos por falta de recurso y otros por el trabajo acelerado del morador. Después que las paredes colapsaron el morador se dispuso a hacer las paredes nuevamente con adobe, sin embargo la familia no apoyo esa decisión, cambiando de técnica de adobe para el bloque cerámico. El deseo del morador en experimentar composiciones diferentes de adobe sin previo control y el hecho de no esperar a los investigadores para asesorar, acabó dificultando el monitoreo ejecutivo de la obra. A pesar de las buenas relaciones humanas entre el investigador y la familia, se percibió que la poca experiencia del investigador (asesor técnico) en obra, ayudó en la determinación de la baja eficacia constructiva de la casa. Las visitas no pudieron ser continuas por falta de recurso para investigación y para asesoría técnica.

En cuanto a las características del adobe: la producción total de adobes fue cerca de 3,600, producidos en 2 meses. El tipo de energía usada, además de humana y solar, también fue mecánica, con el uso de combustible dado que, fue necesario camiones para el transporte de la tierra de una distancia de 8km, lugar donde se estaban realizando cortes de tierra para la construcción de una avenida. Se utilizó 30m³ de tierra. Las composiciones y dosificaciones de los componentes del adobe no fueron definidas homogéneamente. En las mezclas del barro fueron utilizadas algunas fibras vegetales como: estiércol de ganado, y capín (grama de gran altura). Participaron en la producción cinco personas integrantes de la familia. La dimensión interna de la forma fue de 15cm x 14cm x 30 cm. Con la retracción, el adobe quedo con un promedio en medidas de 14cm x 13,5cm x 29cm. La resistencia compresión de algunas muestras llegó a ser de 1,7 Mpa, sin embargo el ensayo a flexión mostró un resultado bastante abajo del mínimo seguro. El principal motivo relacionado a la falta de cohesión entre las partículas del adobe era su característica principal era un suelo limoso. La producción tuvo varias dificultades como: falta de definición de las proporciones entre tierra y estabilizante vegetal, no se tamizó la tierra, poco y casi nulo el tiempo de descanso del barro (algunas veces descansó una sola noche en otra era usado al instante), la apariencia del barro al momento de ser moldado era muy húmedo (la justificación del morador era que no quería lanzar el barro en la forma, pues estando más húmedo era más fácil de llenar totalmente la forma de madera del adobe), falta de limpieza del lugar de amasamiento, el barro no fue protegido de en los días de lluvia, el adobe fue almacenado directamente en contacto con el piso de tierra, aumentando la humedad por capilaridad.

En cuanto a la elevación de la pared: no se tienen datos sobre productividad de ejecución. La cantidad de adobes por metro cuadrado fue de 25 unidades, la dimensión de la junta vertical y horizontal fue de 2cm a 3cm, el tiempo total de elevación de la pared fue de dos meses, las herramientas usadas fueron: palustre, plumo, línea, azadón, balde, carretilla, nivel, tablas, andamio y cinta métrica. La ejecución de la argamasa de asentamiento se realizó a 7m de distancia de la casa en un poso de aproximadamente 1,5m de diámetro. O barro usado como argamasa era solamente tierra y agua, con una apariencia muy húmeda. El amasamiento con los pies duraba cerca de 10min con una apariencia muy húmeda, pues el morador justificó que colocando más agua facilitaba el pisoteamiento.

La ejecución de las hileras, los adobes no eran humedecidos antes de asentarlos. La cantidad de hileras hasta la cumbrera fue de 23 mas la viga cinta, hasta la fachada más alta fue de 17 hileras mas la viga cinta, y hasta la fachada más baja fue de 14 hileras (hasta la viga cinta). Fue seguido un proyecto de modulación de los adobes según las hileras. El amarre de las esquinas fue hecha

con hierro de 30cm en cada dirección, y el número usado fue de $\frac{1}{4}$, no se tienen datos sobre las distancias a la que este refuerzo era colocado según el número de hileras. Tuvo algunas paredes internas que no fueron elevadas al mismo tiempo que todo el perímetro dificultando la el amarre de las esquinas. La altura hasta la cumbrera fue de 3,78m, hasta la fachada más alta 2,78m, y hasta la fachada más baja 2,17m.

En cuanto a los detalles constructivos: la cimentación fue realizada en piedra por la abundancia de este material en la región. Fue impermeabilizado la superficie superior de la cimentación con un producto llamado “vedalit”. La superficie de la cimentación quedó a 60cm encima del nivel del piso de tierra. La primera hilera no fue impermeabilizada, absorbiendo a agua de lluvia fuerte de esos días, lo que debilitó su resistencia. Fue realizada una viga cinta con dos barras de hierro, cemento, arena y gravilla, en proporciones: 1bulto de cemento: 3 carretillas de arena : 3 carretillas de gravilla. Esta viga se colocó como segunda opción pues la primera era colocar alambre de púas amarrando las hileras de la pared lo cual no funcionó. Las paredes colapsaron antes de ser colocada la cobertura.

4.3. Caso C-Sepé Tiaraju

Las informaciones de este caso están en sistematización, sin embargo se hace un breve resumen:

Para febrero de 2009 el morador había producido cerca de 2500 adobes, resultado de algunos talleres con participación de la Universidad, y del trabajo propio del morador. Estos adobes fueron hechos usando un suelo arcillo-limo-arenoso, estabilizado con estiércol de vaca. Después de varios trabajos de sensibilización, monitoreo y gestión de la obra, las actividades fueron retomadas en el mes de septiembre con la culminación del contrapiso y la producción de más adobes. Como la tierra del propio lote era arenosa, se tuvo que transportar 6 camiones de tierra, y de esta manera fue retomada la producción de adobes que por varios motivos fue estabilizado con cemento. La primera hilera comenzó en el mes de octubre y paralelo a ese trabajo fueron realizados varios ensayos de resistencia a compresión según diferentes dosificaciones donde fueron usados: cemento, arena, cascara de arroz y tierra. El morador realizó varias modificaciones a los proyectos definidos previamente por el grupo asesor. Se demoró casi un año para elevar la pared y cubrir. El área de la casa quedó mucho mayor dado que, en la baranda (área exterior de la casa que es solamente cubierta) fueron construidas paredes para así crear un espacio el cual es usado como sala, además de esta modificación, el perímetro de la casa fue ampliado en casi 20cm de cada lado.

Durante el proceso de construcción de la casa, fueron realizados algunos estudios sobre tipologías de adobe, que ayudaran a solucionar la interfaz de a pared con las instalaciones de la casa, la viga cinta y los pilares de la baranda. Las paredes fueron amarradas con hierro de 3/16 y en algunos lugares fue utilizado un bambú de diámetro entre 1.5cm a 2.5cm llamado popularmente “vara de pescar”, el cual fue usado para amarrar las paredes. Encima de los vanos de las puertas fueron colocados hierros que posteriormente fueron substituidos por dinteles de madera. La cubierta fue realizada en madera. El morador comenzó a habitar la casa en el mes de septiembre de 2010. Y aún están siendo colectados datos más detallados.



Fig.1 – **Caso A:** Pirituba II; Fig.2 – **Caso B:** Sepé Tiaraju; Fig. 3 – **Caso C:** Sepé Tiaraju. (Créditos: Grupo Habis, 2006-2009-2010).

12. CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Siguiendo la metodología mencionada en el capítulo 2, a continuación se presentan los avances de las clasificaciones y el levantamiento previo de variables que han sido resultado de la sistematización hasta el momento de los casos A y B, pues el caso C se encuentra en sistematización por ser el más reciente de los 3 casos.

El primero paso para comenzar los diferentes niveles de clasificación, fue el identificar las unidades de análisis que están directamente relacionadas al universo de la investigación (Proyectos de Vivienda de Interés Social en Asentamientos Rurales), y al objeto de investigación (proceso constructivo de la vivienda de interés social rural en adobe). Cuando se habla de unidades de análisis del proceso constructivo nos vamos a referir a lo que necesitaríamos analizar como ejes de la investigación, pues a partir de las unidades de análisis es posible identificar otros niveles de categorización que auxilien la definición de las variables y consecuentemente de características. Retomando la identificación de las unidades de análisis, tendremos que hacer la delimitación de la propia pregunta: según el proceso constructivo ¿Cuál es la principal unidad de valor que compone o significa el proceso constructivo? Y posteriormente: se esa unidad de valor hace parte del universo de investigación, entonces ¿Cuáles otras unidades del mismo universo de investigación se relacionan o influyen directamente con esta unidad de valor do proceso constructivo? Esta última pregunta toma como referencia el universo de investigación por referirse a un estudio de caso múltiple donde cada caso es contextualizado y delimitado por su propio universo de investigación, o sea, el propio proyecto de VIS y sus características que lo determinan. No podríamos hacer la pregunta de otro universo de investigación porque estaríamos descontextualizando cada caso.

Después de analizar tanto el caso que corresponde al Asentamiento Rural Pirituba II, como el del Asentamiento Rural Sepé Tiaraju, fue posible identificar que la respuesta de la primera pregunta era las *Etapas Constructivas* y que la respuesta de la segunda pregunta eran 4 unidades más_ la Unidad de valor 1: *Condiciones del contexto del proyecto general*; 2: *Condiciones de los actores*; 3: *Condiciones Culturales*; 4: *Condiciones físico-naturales*. Como de cada unidad de análisis se puede pasar a otro nivel de clasificación donde podemos definir de cada nivel diferentes grupos de variables, fue decidido sumar las *Etapas Constructivas* como la unidad de análisis número 5.

Estando las 5 unidades de análisis en un mismo nivel horizontal, la segunda pregunta propuesta anteriormente, se invierte con el sentido de enfatizarnos solamente en la unidad de análisis de *Las Etapas Constructivas* (ver figura 4), pues es esta unidad la que representa claramente los objetos de estudio y es el resultado de la delimitación de la investigación; para justificar este cambio de dirección de la pregunta, fue necesario separarlas en dos grupos: el grupo que indicará las variables dependientes y el grupo que indica variables dependientes. Como es diferente preguntar: ¿Cuáles son las condiciones de la unidad de análisis 5 que influenciaron en las unidades de análisis 1,2,3 e 4?; que preguntar: ¿Cuáles son las condiciones de las unidades de análisis 1,2,3 e 4 que influenciaron en la unidad de análisis 5? Esta última pregunta evidencia que la coherencia del raciocinio está enfocada en *Las Etapas Constructivas*, y que junto con las otras unidades de análisis se obtiene un análisis más integral en cuanto al análisis y conceptualización del que significa el proceso constructivo en el contexto del universo de investigación. A continuación se presenta un cuadro mostrando el nombre de la variable en relación a cada una de las 5 unidades de análisis. (ver tabla 1)

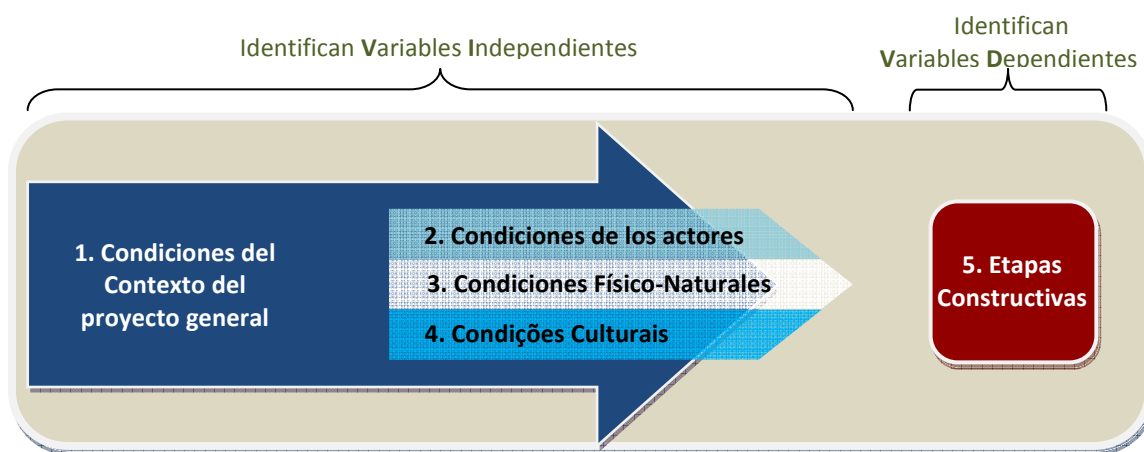


Fig.4 Esquema de las unidades de análisis e la clasificación de las variables. (Créditos: autor).

T. Va.	NOBRE DE LA VARIABLE	CONCEPTOS QUE DEFINEN LAS VARIABLES
1	1. Condiciones del contexto del proyecto general	
1.2	Decisiones colectivas e individuales	Decisiones determinantes, decisiones formativas.
1.3	Limitación de recurso humano y económico	Fuerza de trabajo, ingresos familiares e individuales, distribución de recursos
1.4	Alteraciones del proyecto original	Proyecto terminado, claridad del proyecto, grado de aceptación a padrones.
2	2. Condiciones de los actores (investigador, familia y asesoría técnica)	
2.1	Niveles de relacionamiento	Profesional, humano, de investigación
2.2	Características y perfiles	Formación, capacidad y conocimientos
2.3	Variaciones de personas	Propósitos de investigación, disminución de equipo
2.4	Grados de autonomía y dependencia	Iniciativa, motivación, seguridad
3	3. Condiciones Culturales	
3.1	Adaptación tecnológica	Replicabilidad
3.2	Choques culturales	Individual y colectivo, tradición, modos de vida
4	4. Condiciones físico-naturales	
4.1	Disponibilidad de los recursos	Distancia, gestión, viabilidad técnica
4.2	Contexto sísmico	Referencial tecnológico
4.3	Condiciones climáticas	Épocas constructivas, imprevistos climáticos.
5	5. Etapas constructivas	
5.1	Producción del adobe.	
5.1.1	Rigor en cada etapa de producción del adobe	Calidad del adobe
5.1.2	Niveles de transferencia tecnológica	Aceptaciones culturales, entendimiento de procesos, formación de personas
5.1.3	Solución de problemas técnicos	Límites de tolerancia (riesgos), capacidad de respuesta
5.2	Elevación de la pared.	
5.2.1	Rigor en cada etapa de ejecución de la pared	Calidad de la pared

5.2.2	Niveles de transferencia tecnológica	Aceptaciones culturales, entendimiento de procesos, formación de personas
5.2.3	Solución de problemas técnicos	Límites de tolerancia (riesgos), capacidad de respuesta
5.3	Ejecución de los detalles constructivos	
5.3.1	Soluciones proyectadas	Calidad de los detalles, viabilidad práctica
5.3.2	Niveles de transferencia tecnológica	Aceptaciones culturales, entendimiento de procesos, formación de personas
5.3.3	Solución de problemas técnicos	Límites de tolerancia (riesgos), capacidad de respuesta

Tabla 1 – Definición de variables en relación a las unidades de análisis.

En otro nivel de categorización, fueron identificadas según los casos estudiados las siguientes variables a partir de las etapas de producción de adobe y de la elevación de la pared y ejecución de los detalles constructivos.

Producción de adobe: productividad en la producción, costo de cada adobe, tipo de energía gastada, tipo de mano de obra, lugar y cantidad de extracción de la materia prima.

- a) *Evaluación del suelo y ensayo del adobe:* realización de testes del suelo en el lugar de obra (métodos usados para análisis granulométrico); realización de ensayos del adobe (método usado, cantidad de muestras, dosificaciones de las muestras, valor de resistencia media a compresión Mpa, desvío padrón, coeficiente de variación)
- b) *Preparación de lugar de obra:* lugar de preparación del barro, distancia entre el lugar de preparación del barro y la casa, distribución de las actividades en relación al espacio. Viabilidad de los materiales y equipamientos (materiales usados, equipamientos propios del morador, equipamientos especiales, equipamientos fabricados en obra u otros lugares); producción de la forma (tamaño de la forma, capacidad para producir unidades de adobe, tipo de madera usada en la forma, cantidad de puntillas, diseño de la forma); definición de la logística (cantidad de personas que participaron, lugar de producción de los adobes, lugar de extracción de la tierra, área de producción, características del lugar de producción).
- c) *Obtención de la tierra:* impacto ambiental de la extracción de la tierra, vehículos para transportar la tierra, cantidad total de tierra comprada no compactada, precio de la tierra, cantidad de consumo diario de la tierra. Extracción (cantidad total de tierra no comprada no compactada, porcentaje de expansión de la tierra, distancia en centímetros para retirar la capa orgánica o vegetal); trituración y tamizado (herramientas para tamizar, número de la malla para tamizar, cantidad de tierra tamizada por día)
- d) *Obtención del estabilizante;* tipo de estabilizante, cantidad de estabilizante comprado y no comprado, costo del estabilizante, lugar y distancia donde fue comprado o adquirido)
- e) *Amasamiento del barro:* cantidad de barro amasado por día. Preparación de la mezcla (dosificación, unidad de medida, características del lugar de producción, apariencia de la mezcla); Pisoteamiento o mezcla del barro (cantidad de agua necesaria, manera como fue amaso el barro, apariencia del barro, herramientas usadas); descanso del barro (características del lugar, material para proteger de lluvias, tiempo de descanso del barro, aumento de la humedad del barro).
- f) *Moldeo:* cantidad de adobes moldados por día. Corrección de la cantidad de agua del barro (corrección de humedad, apariencia del barro, herramientas usadas, cantidad de agua necesaria); preparación del molde (lavado del molde cada vez que se usa, material para no adherir el barro en el molde, herramientas usadas); *Llenado del molde:* forma de llenado, material para no adherir el barro en el piso, características del piso, tipos de molde usados); retiro del excedente del barro (herramienta para retirar el exceso del barro, apariencia del barro); desmolde (cantidad de personas, lugar de desmolde, porcentaje de adobes mal moldados)
- g) *Secado:* retracción media por cada una de las 3 dimensiones, tiempo que el morador se demoró para usar los adobes. Secado en la sombra (tiempo de secado del adobe en la posición inicial, tiempo de secado por cada una de las caras); secado al sol (cantidad de días

que el adobe seco al sol); almacenaje (características del lugar para almacenaje, manera como fueron encarrados, distancia de contacto con el piso, material para protección de lluvia)

Elevación de la pared: productividad de ejecución (hora/persona x m²), cantidad de adobes por m², dimensión de la junta vertical y horizontal, costo de 1m² de pared de adobe, tiempo de elevación total de la pared, área final de la pared.

- a) *Producción de la argamasa de asentamiento:* lugar y distancia de producción, cantidad de la argamasa producida por día. Elaboración del pozo o lugar de amasamiento (características del lugar, tamaño del lugar); preparación de la mezcla (dosificación y grado de humedad); amasamiento (tipo de amasamiento, tiempo de amasamiento, apariencia del barro); descanso de la argamasa (tiempo de descanso, protección del barro por lluvias); corrección de la humedad del barro (apariencia del barro, cantidad de agua usada)
- b) *Ejecución de las hileras:* humedecimiento de los adobes en el momento de asentarlos, cantidad de hileras totales. Ejecución de las esquinas (plumo y escuadra, limpieza de la superficie de la cimentación, elaboración y seguimiento del proyecto de modulación de las hileras de adobe); ejecución de la primera hilera (ejecución según el proyecto, ejecución a nivel y escuadro); ejecución de las hileras siguientes (amarrado de las esquinas, distancia vertical del amarrado, número de hileras por cada fachada, alturas en metros de las paredes)

13. CONSIDERACIONES FINALES

Por la relación temporal de los dos proyectos, se observó que a pesar del conocimiento acumulado en la primera experiencia, las variables cambiaban considerablemente por ser un contexto diferente. El perfil del morador en los 3 casos determinó la manera como se ejecutan realmente, los procesos constructivos de la casa.

Para llegar a determinar las variables es necesario pasar por correlaciones que ayuden a categorizar las convergencias entre los 3 casos, para que de esta manera se puedan observar de manera clara los padrones que influyen regularmente en proyectos de este tipo.

A pesar de tener referencias técnicas, el trabajo en realidades sociales crea constantes dificultades al momento de entender y aplicar estrategias con variables definidas previamente.

Las variables presentadas han sido un punto de confluencia entre los 3 casos, de esta manera estas variables podrán posteriormente definir indicadores o valores que ayuden a crear herramientas de planeación para la producción de vivienda de interés social en asentamientos rurales, dando soporte a análisis en las múltiples dimensiones de la sustentabilidad, pues el objeto en este caso no sería solamente la casa como tal, sino lo que en ella interfiere, como las condiciones sociales, culturales, políticas, económicas y ambientales.

Este tipo de trabajos, donde además de pasar por procesos descriptivos y buscar situaciones en común, posibilita el entendimiento de un universo mayor dentro de problemas focalizados como lo es la vivienda de interés social, ayudando a crear herramientas de parámetros no solo técnicos sino tecnológicos, para mejorar la actuación en asentamientos rurales por medio de la construcción con tierra.

14. BIBLIOGRAFIA

Minke, G. (2001). *Manual de construcción en Tierra: La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad.

Rodrigues, I. y Barbieri, J. (2008) *A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável*. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, vol. 42, n. 6, p.1069-1094, nov.-dez. 2008.

Thiollent, M. (2000). *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo, Brasil: Cortez Editora.

Morin, A. Gadoua, G. y Potvin G. (2007). Saber, Ciência, Ação. Tradução: Michel Thiollent. São Paulo: Cortez Editora.

YIN, Robert. (2005). Estudo de caso: Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman.

Currículo

Mauricio Guillermo Corba Barreto. Arquitecto y Urbanista (UNIBOYACA, 2006 - Colombia), Alumno de Maestría del Programa de Pós-graduação em Arquitetura y Urbanismo - Escuela de Ingeniería de São Carlos – Universidad de São Paulo (EESC-USP) – Becario CNPq/PEC-PG - Investigador del HABIS - Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC-USP/Universidad Federal de São Carlos (UFSCar) – Brasil

Akemi Ino. Profa. Dra. Del Departamento de Arquitetura y Urbanismo – EESC-USP – y Coordinadora del Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar – Brasil.

ALDEA SUSTENTABLE ANDINA. VIVIENDAS DE ADOBE REALIZADAS POR COOPERATIVAS, LA QUIACA.

Sandra Cruz.

Movimiento Sin Techo. Federación de Tierra, Vivienda y Hábitat.

sandracruz1q@yahoo.com.ar

Edificio Municipal Ofic. 1. La Quiaca, Jujuy, Argentina. TE 0054 3885 422704.

Guillermo Marzioni.

Comisión Nacional de Tierras para el Hábitat Social.

quimarzio@hotmail.com; marzioniq@jgm.gov.ar

Corrientes 1302 2° piso, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. TE 0054 11 43721817

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras-clave: Sustentabilidad. Organización. Política Habitacional.

1. PARTICIPACION POPULAR EN LA POLITICA HABITACIONAL, CLAVE PARA LA INCORPORACION DE LAS TECNOLOGIAS AUTOCTONAS.

Las Viviendas de Adobe realizadas por Cooperativas en la localidad de La Quiaca son un ejemplo de cómo pueden recuperarse los saberes aprendidos en la experiencia histórica de los habitantes. Este proceso quedó plasmado en el uso del material de la tierra cruda y en el modo de producción social de la vivienda que contó con el apoyo del Estado.

Organización Social y Gobierno constituyen una idea de Estado que se refleja en la resultante de un proyecto de viviendas con particularidades. El arquitecto Víctor Pelli, investigador y docente de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Noreste, encuentra en el tema de la participación la clave para el abordaje en la realidad Latinoamérica presente (Pelli, 2007: 93):

...se plantea la inclusión de los habitantes en el proceso de producción de su propia solución habitacional. Este núcleo es sólido y marca una profunda diferencia con todas las propuestas de gestión habitacional que excluyen al habitante del proceso de resolución (y que continúan gozando de la predilección de los sectores dominantes).

Otro tema insoslayable es la intervención del Estado “como redistribuidor del poder con criterios de equidad” (Pelli, 2007: 149) contemplando la aplicación de “soluciones alternativas” a través de políticas públicas que provoquen la distribución de la riqueza y del poder cívico en el país y transformen la opresión en liberación de los sectores populares. Es decir, que implementen el cumplimiento de los Derecho a la vivienda refrendados en pactos y documentos nacional e internacionalmente.

Se pueden observar reflejadas en esta experiencia de producción de materiales y modos de comercialización y financiación, las complejidades de gestión y las acumulaciones que el pueblo tiene en sus estrategias cotidianas. El arquitecto mexicano Enrique Ortiz para denominar a acciones similares a la del Movimiento Sin Techo de La Quiaca elabora un concepto Producción social del Hábitat desde el trabajo colectivo en la Coalición Internacional del Hábitat (Ortiz Flores, 2006: 4):

Por Producción Social del Hábitat se entiende ‘... todos aquellos procesos generadores de espacios habitables, componentes urbanos y viviendas, que se realizan bajo el control de auto productores y otros agentes sociales que operan sin fines lucrativos. Pueden tener su origen en las propias familias actuando individualmente, en grupos organizados informales, en empresas sociales como las cooperativas y asociaciones de vivienda, o en las ONG, los gremios profesionales e incluso las instituciones de beneficencia que atienden emergencias y grupos vulnerables. Las modalidades autogestionarias incluyen desde la autoproducción individual espontánea de vivienda hasta la colectiva que implica un alto nivel organizativo de los participantes y, en muchos casos, procesos complejos de producción y gestión de otros componentes del hábitat.

El planteo más reciente sobre el tema avanza sobre aquellos postulados de Turner (quien fue integrante de la coalición) que se apoyan en la autoconstrucción, y más ampliamente en la autogestión, recuperando experiencias donde se incorpora el rol del Estado colaborando en la

producción social del hábitat, a través de programas o múltiples ayudas que multiplican o potencian el esfuerzo de los habitantes. En este caso se constata en el uso del Adobe en la Viviendas y organización social formalizada a través de cooperativas de trabajo.

2. DESDE LA ORGANIZACIÓN SOCIAL SE CONSTITUYE UNA ALDEA.

En la Quiaca, el “Movimiento sin Techo”, construye con el Programa Federal de Emergencia Habitacional, el barrio denominado “Anastacio Inca”, en homenaje a un prócer que peleó por la tierra.

Este es un emprendimiento que intenta combatir el desarraigo cultural, para que familias provenientes de las zonas rurales vuelvan a reencontrarse con el modo y estilo de vida comunitario de los ancestrales Ayllus del mundo Andino. El proyecto fue pensado para esas familias que, provenientes de diferentes regiones de la Puna, emigraron a las ciudades en busca de estudios para los hijos y trabajo para los padres. Y que, en esa transición, padecen un bombardeo cultural de estilos de vida, salud, lenguaje, música, trabajo, tradiciones y celebraciones absolutamente diferentes a las heredadas de sus ancestros. En este sentido, puede observarse cómo la integración es obstaculizada por la soledad, el desamparo y la desvalorización del estilo de vida Andino.

Por esta razón, se planificó La Aldea con el objetivo de que sea autosustentable, en lo social y económico, respetando las pautas culturales y arquitectónicas propias de ese colectivo, siguiendo la línea del equilibrio del hombre con la naturaleza y el respeto por la madre Tierra, su sagrada PACHAMAMA, esencia de la materia de la vida.

Las 40 familias, que habitan la Aldea Autosustentable Andina trabajan en proyectos productivos de artesanías y resisten al modelo neoliberal y globalizador, con la fuerza de su identidad cultural. Como señala el folleto de difusión que se elaboró con fines de promoción turística: “Quienes visiten el lugar podrán compartir en directo ese modo de vida, charlar con abuelos y niños, escuchar y bailar su música, compartir el relato de leyendas y celebraciones y saborear comidas típicas. En los talleres, se puede ver trabajar a las hilanderas y tejedoras, y a quienes hacen las artesanías en cuero de corderito y llamita y el tallado de figuras rupestres en laja.

Sustentabilidad de las familias.

La idea que promovió esta iniciativa fue hacer casas dignas y no un barrio de pobres. Para esto se buscó vincular el turismo a la vivienda para que ésta sea sustentable. De este modo, se otorga un espacio a las tareas que realizan los artesanos, tejedores y talladores, entre otros habitantes. En próximas etapas se contempla realizar un centro integral comunitario para el desarrollo de talleres productivos de ropas, tejidos, músicas y talla en piedra. Algunas familias lograron ampliar las viviendas con otro dormitorio y baño para dar cobijo a los visitantes con el ya mencionado objetivo de desarrollar el turismo y la consiguiente sustentabilidad.

3. EL MODELO DE GESTION HABITACIONAL.

3.1. El entramado institucional.

El Modelo de Gestión está vinculado a los fondos provenientes del Estado Nacional desde la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación, a través del programa Federal de Emergencia Habitacional aplicados por medio del Instituto Provincial de la Vivienda de Jujuy y del Municipio quien realiza un contrato con los responsables de construir: estas son las Cooperativas de Trabajo.

3.2. La organización social.

Los cooperativistas y los que habitan las viviendas son integrantes de la organización Sin Techo que compone la Federación de Tierra, Vivienda y Hábitat.

4. UTILIZACION DE LA TECNOLOGIA ANCESTRAL.

La Tecnología de ladrillos de Adobe de Barro Crudo es ancestral en la zona de la Puna. Sin embargo la novedad es que se construyan viviendas de tierra cruda financiadas por el Estado

desde las áreas institucionales de la Vivienda. La declaración de Área Patrimonial declarada por la UNESCO fue el argumento que permitió la aptitud técnica para la aprobación y financiamiento del Proyecto.



4.1. El Adobe tradicional racionalizado:

El tipo de adobe utilizado en las viviendas es el que se usa ancestralmente en la zona de la Puna, no sólo en la Quiaca, también en la Quebrada de Humahuaca desde Purmamarca para arriba en las zonas mas altas de la Cordillera de los Andes.

La mezcla se prepara de un día para otro, se hace algo parecido a una “lava” con el barro y la paja, como una masa de pan que –en la actualidad- se pisa con botas de goma y tiempos atrás se hacia sin calzado. Es un trabajo pesado y muy artesanal. Al otro día se mezcla bien el barro hasta que toma otra consistencia. Cuanto mayor sea el tiempo de reposo, mejor calidad tendrá el barro y se evitará que el tiempo produzca particiones en dicho material. Se lleva en baldes usando las palas para cargar, luego se pasa a la Adobera que tiene moldes de 25 x 50 x 10 a 12 cm. Y en 5 días queda bien seco el adobe. Luego, se desmoldan sobre un lugar plano y seco que en lo posible no tenga piedras y a los tres días se los para con el fin de que se sequen. En invierno no se pueden hacer porque se “pasman” por el frío, es decir, se parten, se deshacen. La buena temporada es de marzo a abril y de agosto a octubre o noviembre porque en verano la lluvia y el granizo, los lavan y deterioran.



4.2. Los Hornos complemento de la vivienda.

La vivienda contempla un horno de barro para la elaboración del pan que cada familia produce cada fin de semana, actividad que está vinculada al espíritu de la organización. Y como integración del barrio, todos ayudan a construir el horno.

4.3. La construcción del horno como tarea de integración.

Se realizan adobes con moldes más chicos y distintos que los anteriormente descriptos. Sus dimensiones son 10 x 15 x 7. La estructura es tal que permite obtener formas circulares. Es un trapezoide cónico que tiene una pendiente en la cara superior. Lo más grueso del adobe se coloca hacia fuera y lo más delgado hacia adentro permitiendo dar la forma del horno. Primero se realiza la plataforma con los palos. Abajo es una base de adobe, que es la “cucha del perro”, como una casita. Con los chicos del barrio, el grupo de jóvenes de FTV, se está haciendo otro horno para seguir enseñando a hacer el pan y que no se pierda esa práctica tradicional.



4.4. Techos de Paja quedo pendiente.

A pesar de la declaración de Patrimonio de la Humanidad, no se pudieron realizar los techos de paja, porque las resoluciones dentro del Instituto Provincial de la Vivienda no lo permitieron. Sin embargo se quiere dejar constancia brevemente de cómo son los pasos a seguir en este proceso. El trabajo de recolección de la paja se realiza en el campo. La paja tiene la altura de una persona, un metro y medio aproximadamente. Luego se hace el tejido, como un trenzado, con alambre finito de escoba. Se arman unas planchas, se toma un morrito, del tamaño de un atado de paja que se puede agarrar con la mano y luego se van atando unos con los otros hasta lograr unas planchas que se colocan en el techo, unos solapados sobre otro, una mitad sobre la otra logrando duplicar el espesor del techo sujetándolas al palo.

Se hace además, el cielorraso de caña de unos 2 metros, como la caña de azúcar. Luego los tirantes de palos redondos donde se amarran las planchas.

Finalmente, aceptando las resoluciones mencionadas, se realizaron las viviendas con techos de chapa de cinc a los que se pintaron de color amarillo para asemejarlos a la idea estética original.



5. CONCLUSION:

Se comprueba en esta experiencia que es posible incluir dentro de las políticas públicas de viviendas la tecnología del adobe del barro crudo. El logro se ha alcanzado por la participación popular de los habitantes organizados permitiéndose recuperar saberes sobre el uso del barro que componen en parte la sustentabilidad del proyecto.

Bibliografía:

- Boruchalski, M. y otros. 1998. Construcción de Barro, Palo y Paja. Sta. Fe: Canoa.
- San Miguel, D. y otros. 2005. Registros del Programa Federal de Emergencia Habitacional. Buenos Aires: Subsecretaría Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación.
- Uzqueda, R. y otros. 2009. Registros de la Experiencia. San Salvador de Jujuy: Comisión Nacional de Tierras para el Hábitat Social.
- Pelli, V. 2007. Habitar, Participar, Pertenecer. Resistencia: Nobuko.
- Fernández Wagner, R. 1998. Política Habitacional. M. del Plata: M. Hábitat y Vivienda.
- Sandra CRUZ.** Referente del Movimiento Sin Techo y Federación de Tierra y Vivienda en la provincia de Jujuy. Coordinación de Cooperativas de Trabajo; promoción de Socio Cultural de Artesanos y Jóvenes; acompañamiento a microemprendedores de la Puna, desde 1985. Ministerio de Desarrollo Social de la Nación. 2004 – 2010.
- Guillermo Javier MARZONI.** Arquitecto. UNL 1995. Postgrado Politécnico de Torino y Desarrollo Local en Áreas Metropolitanas. UNG Sarmiento Maestría en Hábitat y Vivienda. UNMdP. Taller Hábitat Popular (1988-1991); Canoa 1989-99; Fundación Vivienda y Comunidad 1997-2004 y Federación de Tierra y Vivienda 2007. Programa Federal de Emergencia Habitacional 2004-2005; Comisión Nacional de Tierras para el Hábitat Social 2006-2010.

SABERES CONSTRUTIVOS AUTÓCTONES EM INTERVENÇÃO ARQUITETÔNICA MAIS SUSTENTÁVEL

Vivian Dall'Igna Ecker (1), Nauíra Zanardo Zanin (2).

(1) vivianecker@gmail.com, f. (51) 93327231 e 30139326

(2) UNIRITTER, nauira@nauira.arq.br, f. (51)98028332 e 30620090

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras-clave: construção autóctone; arquitetura sustentável; intervenção externa

RESUMEN

O presente artigo pretende introduzir aspectos técnico-culturais das construções autóctones desenvolvidas pelos Mbyá-Guarani e apresentar um projeto de intervenção proposto em parceria da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com o Governo do Estado (RS), como exemplo de interpretação desses saberes tradicionais, resgatando técnicas e afirmando a importância da valorização cultural e da busca de alternativas para uma arquitetura mais sustentável.

1. INTRODUÇÃO

A Sustentabilidade pode ser compreendida segundo algumas dimensões – ambiental, econômica, social, política, cultural (SILVA & SHIMBO, 2001) – representando uma visão sistêmica da inter-relação do homem com o ambiente natural. No caso de dedicar especial atenção às construções autóctones, que atendem características específicas, entende-se que a dimensão cultural se evidencia. Assim, para alcançar uma arquitetura mais sustentável, o reconhecimento das tradições construtivas e seus significados culturais, torna-se necessário no momento em que se pretende auxiliar uma comunidade a melhorar suas condições de vida, respeitando e valorizando suas especificidades culturais.

O presente artigo realiza a conexão entre princípios e estratégias para uma arquitetura mais sustentável e saberes autóctones de uma etnia indígena da América do Sul – os Mbyá-Guarani. Para tanto, são apresentados dados específicos sobre a etnia e as características de suas construções, obtidos em comunidades Mbyá-Guarani do Rio Grande do Sul (Brasil), durante pesquisa de mestrado intitulada *Abrigo na Natureza: construção Mbyá-Guarani, sustentabilidade e intervenções externas* (ZANIN, 2006). Exemplificando uma proposta de intervenção na interface cultural, apresenta-se o anteprojeto de um Posto de Venda de Artesanato para os Mbyá-Guarani, desenvolvido pela então estudante de arquitetura Vivian Ecker, na Disciplina Projeto Arquitetônico 7, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CRUZ & ZANIN, 2006).

Na experiência que será descrita a seguir, ao buscar a visão de Sustentabilidade dos Mbyá-Guarani, identificou-se que a Sustentabilidade também envolve fortemente uma questão espiritual, com base nas crenças e fortalezas que os auxiliam a seguir vivendo segundo suas tradições. Observou-se que as técnicas construtivas tradicionais devem ser valorizadas e incentivadas, por responderem às reais necessidades da cultura deste povo. Porém, conclui-se que somente o conhecimento das formas de construção autóctone, somado à complexidade de fatores simbólicos e materiais a ela associados, possibilitam que de fato se resgate e viabilize as tecnologias ancestrais Mbyá-Guarani, nativas deste continente (ZANIN, 2006).

1.1 Etnia Mbyá-Guarani

Os Guarani são originários da Amazônia e, segundo Chamorro (1999), desdobraram-se do tronco Tupi, há mais de 2.500 anos. O termo Guarani se refere ao tronco lingüístico Tupi-Guarani, enquanto que o termo Mbyá indica uma variação da língua e nas demais características específicas da cultura que os diferencia de outras etnias Guarani. Souza (1998) afirma que os Mbyá se identificam como uma “etnia diferenciada dentro do elenco de variações culturais Guarani”, por resguardarem sua etnicidade pela manutenção de uma rede de alianças geograficamente afastadas, estendendo-se pela região platina, além das fronteiras nacionais.

Para os Mbyá-Guarani, o seu modo de vida – o *nhande rekó* – é muito importante e a liberdade é a garantia de poderem ser o que são, viver sua cultura. A força que os guia neste caminho - o caminho das belas palavras - é espiritual. Seus rituais religiosos lhes fortalecem o espírito para vencer as dificuldades, por meio das palavras sagradas, que são o fundamento do ser humano

(CADOGAN, 1997). Uma das formas de manterem sua cultura tem sido a “invisibilidade”, comportando-se de acordo com a situação, a fim de não chamar atenção. Hoje, contudo, observa-se a afirmação das especificidades culturais por meio do diálogo intercultural (ZANIN, 2006).

2. VISÃO DE SUSTENTABILIDADE E TRADIÇÃO CONSTRUTIVA

A tradição cultural dos Mbyá-Guarani ensina, pela sua relação com a natureza, um caminho para a sustentabilidade vivenciado nas práticas espirituais. Eles são conscientes da integração e unicidade com o planeta, princípio que garante a continuidade da vida. A partir do reconhecimento de suas tradições culturais é possível compreender a relação íntima, cuidadosa e integral que os Mbyá mantêm com o planeta, pois é por meio desse respeito, vivido diariamente, que eles demonstram como é possível caminhar macio sobre a Terra (ZANIN, 2006).

As suas construções tradicionais representam um abrigo das divindades, onde existe grande proteção, representando, desta forma, melhor qualidade de vida. São resultantes do ambiente em que se inserem, através da tradução cultural do modo de estar neste ambiente: sua materialização é decorrente dos materiais locais, trabalhados segundo as técnicas que dominam os construtores, que unem forças para viabilizá-la, atendendo preceitos culturais que fortalecem as tradições. Se a Sustentabilidade, segundo as falas dos Mbyá, está apoiada na cultura, na cosmologia, na força espiritual que os orienta, suas construções são a expressão do seu modo de vida (ZANIN, 2006).

Nos dias de hoje, indaga-se sobre as possibilidades de continuidade deste padrão construtivo, uma vez que, infelizmente, vários aspectos da cultura vêm se tornando frágeis pela falta de acesso ao meio que lhes viabilizem. A maior dificuldade para a continuidade das construções autóctones é o acesso aos materiais construtivos tradicionais e simbólicos, devido à degradação ambiental dos territórios, ao seu tamanho reduzido e à suas características ambientais inadequadas. Além disso, são identificadas mudanças nas necessidades atendidas pelas construções, advindas do contato intercultural.

2.1. Construções Autóctones Mbya-Guarani

A preferência pelas construções tradicionais se deve, em grande parte, a fatores que dizem respeito à cultura, ao *nhande rekó*, às tradições, mitos e crenças que envolvem o cotidiano. De acordo com a região em que se encontram, os materiais disponíveis alteram a forma do objeto construído, texturas e tonalidades. Contudo, os preceitos culturais conduziram à manutenção das soluções que possibilitassem sua vivência, ressaltando as características relevantes da forma edificada, quais sejam: localização, orientação solar cosmológica, padrão formal, proteção espiritual, a presença do fogo como elemento sagrado e a transitoriedade da construção, que segue a transitoriedade da vida (ZANIN, 2006).

Relativo ao conforto ambiental, os Mbyá afirmam que a casa tradicional revestida com terra crua possui regulação térmica natural em seu interior, sendo adequada às diferentes estações do ano. A ventilação ocorre através da cobertura de materiais orgânicos, que viabiliza o uso do fogo ao permitir a retirada da fumaça. Alguns elementos construtivos foram identificados como climatizadores do ambiente: paredes de terra crua; piso de chão batido; espessa camada criada no telhado com matéria orgânica e ar; dimensão reduzida; a presença de várias pessoas no mesmo ambiente; e a presença do fogo como fonte principal de aquecimento.

2.2. Processo Construtivo

O processo construtivo tradicional tem o papel de articular a rede de parentesco, mobilizar o sistema de reciprocidade e gerar uma economia interna ao *tekoa* (aldeia). Na execução de uma construção também ocorre a transferência do saber construtivo tradicional para as crianças e jovens, que começam a despertar suas aptidões.

O desenho técnico a seguir apresenta a nomenclatura Mbyá-Guarani para os elementos construtivos. Houve a intenção de representar fielmente as diferentes partes da edificação, como a estrutura (*ijytá*), amarrações (*ojokuaá*), cobertura de taquara batida (*takua oje kava'ekue*), fechamentos (*ikorá*) e, em uma das paredes é representado o recobrimento com taipa de mão (*yvy ó*).

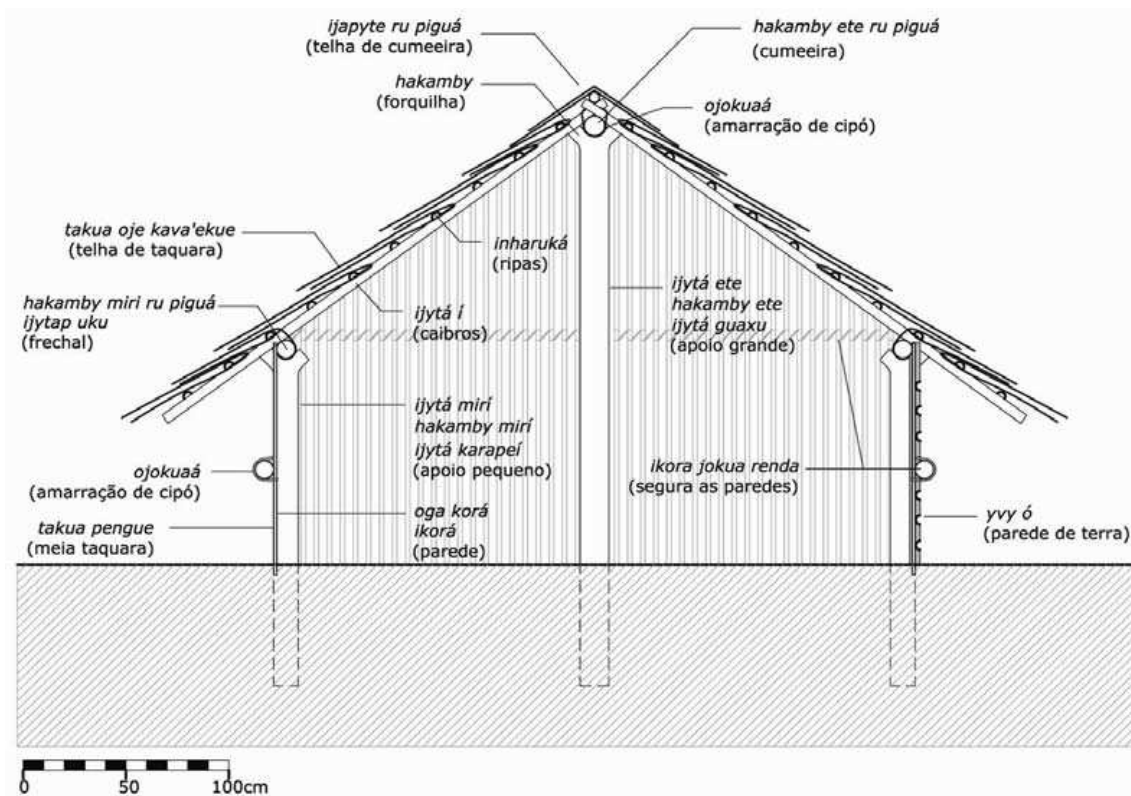


Fig. 1: corte com denominações em Mbyá-Guarani (créditos: ZANIN, 2006)

O processo construtivo de casas de pau-a-pique de taquara com taipa de mão compreende as seguintes etapas: 1) furos para a fundação; 2) limpeza do terreno; 3) coleta do material para a estrutura; 4) montagem da estrutura (*ijyta*); 5) coleta do material para cobertura; 6) montagem da cobertura (*takua oje kava'ekue*); 7) fechamento das paredes (*ikora*); e 8) colocação do revestimento de barro (*inharu kangua*).

Os seguintes materiais são utilizados nessa construção (ZANIN, 2006):

- a) *takua ete í* – taquara mansa - *Merostachys* sp: utilizada no tramado de pau-a-pique e ripas que sustentarão o revestimento de barro. Também é utilizada na cobertura, com uma técnica específica de abrir a taquara para formar lâminas (*takua oje kava'ekue* – taquara aberta batida), apresentando durabilidade de até 10 anos.

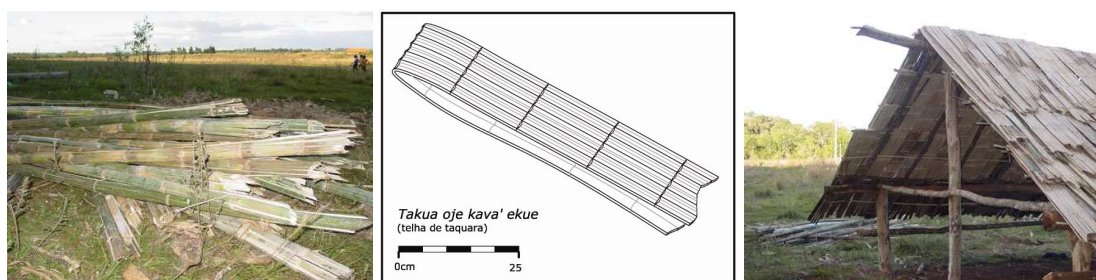


Fig. 2: Processo de confecção da *Takua oje kava'ekue* (ZANIN, 2006)

- b) *madeira roliça*: madeiras nativas utilizadas nas estruturas principais e secundárias (pau-a-pique). É preferível a utilização de espécies que tenham significado simbólico, como o cedro, o louro e a guajuvira.

Quadro 1: espécies vegetais utilizadas como madeira para estrutura

NOME MBYÁ-GUARANI	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO
<i>yary</i>	cedro	<i>Cedrela fissilis</i>
<i>guajauyui</i>	guajuvira	<i>Patagonula americana L.</i>
<i>anhangapiry</i>	pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>
<i>yva viju</i>	guabiju	<i>Myrcianthes pungens</i>
<i>guavira</i>	guabiroba	<i>Campomanesia xantocarpa</i>
<i>yvyra ovi</i>	canela	<i>Ocotea sp.</i>
<i>ajuy</i>	louro	<i>Cordia trichotoma</i>

(Fonte nomes científicos: BACKES & IRGANG, 2002)

- c) *ixipó eté* – cipó: utilizado nas amarrações (*ojokuaá*). Pode ser substituído por outros materiais como tiras de tecido, pregos e arames, porém isto representa perda de significado simbólico.
- d) *yvy ó* - terra crua: utilizada no revestimento externo das paredes. O barro é retirado do próprio local e reflete nas casas a tonalidade do solo. A colocação da terra na parede deixa impresso o movimento dos dedos daquele que a executou. No acabamento final da parede também ficam visíveis as linhas horizontais que fazem parte do tramado de pau-a-pique. Os Mbyá denominam a parede revestida de barro de *yvy ó*.



Fig. 3: Taipa de mão de diferentes tonalidades (créditos: Nauíra Z., Maurício M. e Vivian E.)

De acordo com os materiais utilizados, a durabilidade da casa Mbyá-Guarani geralmente, não ultrapassa 10 anos. Ressalta-se que os materiais não recebem tratamento além dos cuidados na coleta e execução, como: corte na lua adequada; proteção da chuva direta; revestimento em barro que preserva a madeira; o uso do fogo, que mantém seca a cobertura e a reveste de fuligem, evitando o ataque de microorganismos e insetos; entre outros. O tempo útil de uma casa não depende somente de fatores físicos, mas das relações sociais, mobilidade, aspectos simbólicos, entre outros, que podem levar ao seu abandono ou destruição, quando os materiais retornam ao ambiente natural sem causar impactos negativos.

3. PARCERIAS PARA VIABILIZAÇÃO DE PROJETOS SOCIO-CULTURAIS

Atualmente o artesanato constitui uma importante fonte de renda para as comunidades Mbyá-Guarani. Essa atividade é reconhecidamente uma das interfaces de contato intercultural e um dos principais locais de venda de artesanato é à beira das rodovias, em estruturas improvisadas, cobertas com lona. Observa-se a demanda por locais adequados para a produção e venda, fomentando a geração de renda ao mesmo tempo em que se fortalece a cultura e sua divulgação para a sociedade envolvente. Reconhece-se que os espaços destinados à venda de artesanato devem satisfazer necessidades específicas, respeitando e valorizando a diversidade cultural e, portanto, considera-se que intervenções que fomentem a autonomia interna são consideradas mais adequadas quando se trabalha com comunidades que ainda mantêm sua tradição construtiva (GIFFORD, 1997).

Partindo desse pressuposto, surgiu a iniciativa de desenvolver o projeto de um Posto de Venda de Artesanato para uma comunidade Mbyá-Guarani. A oportunidade foi oferecida à comunidade da Aldeia da Estiva, no Km 38 da Rodovia RS 040, município de Viamão, através da parceria estruturada pelo Governo do Estado e UFRGS, partindo da iniciativa do Prof. Arq. Júlio Cruz. Os estudos foram desenvolvidos na disciplina de Projeto Arquitetônico VII, da Faculdade de Arquitetura da UFRGS, no semestre 2006/2, contando com a colaboração da arquiteta, na época

mestranda, Nauíra Zanin (estágio-docência). A seguir apresenta-se o trabalho desenvolvido por Vivian Ecker, então estudante da disciplina.

4. POSTO DE VENDA DE ARTESANATO MBYA-GUARANI: PROJETO MBOI TATÁ

4.1. Aldeia da Estiva: situação e localização

Cerca de 24 famílias moram na aldeia indígena Estiva, localizada no município de Viamão, às margens da rodovia RS-040, a cerca de 60km da capital do estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Esta rodovia liga a região metropolitana do estado com as praias do litoral, garantindo um fluxo intenso em frente à aldeia, especialmente no período de verão, de dezembro a março.

Atualmente os Guarani vivem um processo de tensão provocada pela articulação entre tradição e inovação, tornando a venda de artesanato a principal fonte de renda das comunidades, incluindo a da Estiva. Dentre os diversos objetos produzidos na aldeia, oferecem àqueles que transitam pela rodovia pulseiras, brincos, colares, zarabatanas, arco-e-flechas, chocalhos, além do CD do Grupo de Canto e Dança Nhãmandu Mirim.

Na Estiva, o artesanato é feito no próprio local de venda, ou seja, às margens da RS 040, em acampamentos e cabanas de lona, à beira da estrada. Esta posição é estratégica do ponto de vista de visibilidade e interface cultural entre a comunidade e os visitantes em trânsito, porém a condição precarizada, às margens da estrada e sem segurança, já causou inúmeros acidentes de trânsito, especialmente envolvendo as crianças da comunidade.

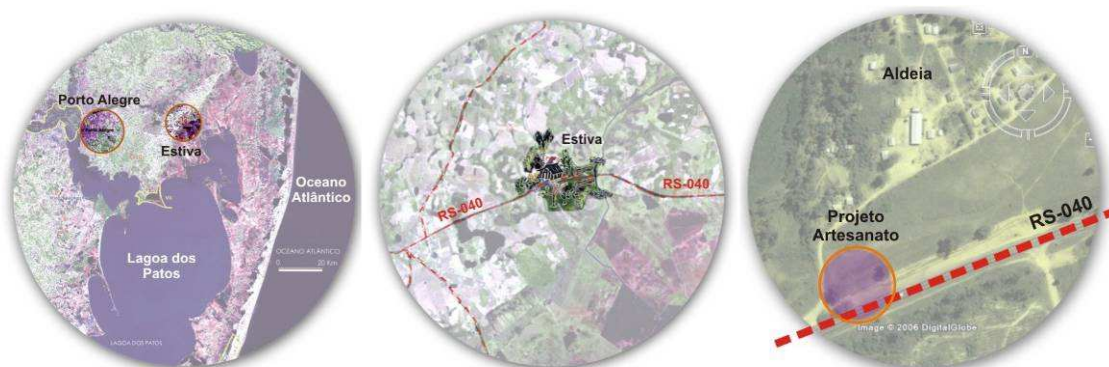


Fig. 4: localização Aldeia Estiva e Projeto Artesanato (créditos: Vivian Ecker)

4.2. O Projeto

A área definida para desenvolvimento do projeto arquitetônico em questão trata-se de um espaço dentro do perímetro da aldeia, porém situada às margens da RS-040, buscando qualificar o local de venda de artesanato, utilizando para tanto uma linguagem construtiva próxima à tradicionalmente utilizada, com a utilização de materiais e soluções mais sustentáveis que referenciem a característica Guarani de profundo respeito à natureza. Essencialmente, o exercício da arte ou artesanato Guarani, além de todos os valores simbólicos, representa a resistência, proteção contra a ameaça constante de extinção, que seria o caminho natural decorrente da postura predadora do homem ocidental.

4.2.1 Intenções projetuais: Sustentabilidade e Especificidade Cultural

Foram intenções gerais do projeto em questão:

- Interagir positivamente com a paisagem, cultura, economia, sociedade e os materiais locais;
- Fazer da paisagem um espaço de beleza cênica;
- Integrar formalmente a arquitetura ao ambiente natural;
- Utilizar e resgatar os recursos físicos e humanos da comunidade (autonomia);
- Respeitar a cultura existente;
- Buscar soluções específicas para o local, como reação a soluções pretensamente universalistas e padronizadas;

Foram intenções específicas do projeto em questão:

- Partir de um embasamento conceitual que referencie e reverencie a cultura Guarani em sua forma arquitetônica, a simbologia dos espaços, a materialidade construtiva (os materiais usados, os traços estéticos, os trançados, os arremates e as proporções e projeções espaciais);
- Projetar uma Arquitetura que não seja, em si, a reprodução da forma tradicional Guarani de construir, mas sim uma interpretação dos valores e princípios simbólico-ambientais que permeiam suas ações;
- Incorporar ao projeto contribuições tecnológicas atuais que enriqueçam o caráter sustentável da edificação e entorno (princípios da Permacultura e Bioarquitetura);
- Resultar numa edificação onde as técnicas construtivas empregadas sejam referentes à cultura tradicional Guarani, de fácil apropriação e reprodução pelas comunidades (p.ex.: taipa de mão, cobertura de taquara, estrutura de madeira, etc.), e que esteja harmonicamente adaptada ao sítio ao qual de insere.

4.2.2 Condicionantes naturais no local: os quatro elementos

A terra

A área da aldeia possui 7 ha, porém nela os Mbyá Guarani não têm condições de explorar a agricultura, uma vez que o solo é arenoso. Somente 3 ha são destinados à plantação, sendo pouco adequado para plantio. Existe no local uma plantação de milho e mandioca que, entretanto, não se faz suficiente para a sobrevivência de todos.

Os principais produtos feitos pelos artesãos são os balaios de taquara, os colares de sementes, os chocalhos de porongo e os bichinhos de madeira. A matéria-prima, em sua totalidade, vem de fora da aldeia. Alguns artigos são comprados em lojas, enquanto os materiais naturais são colhidos em terras próximas, sempre com autorização de seus proprietários. Não existe área de mata nativa dentro da aldeia, por isso reivindicam terras que ampliem sua extensão, para suprir melhor suas necessidades. Assim, o projeto buscou desenvolver conceitos de Permacultura para a implantação, que contribuam no enriquecimento do solo e aumento na diversidade de cultivos, garantindo maior autonomia à comunidade.

O fogo

O elemento possui significado simbólico, sendo o lugar das reuniões familiares e uma constante presença nos pátios e nas casas. Em torno dele, os meninos aprendem – pela tradição oral – as experiências dos maiores, os mitos. Dessa forma, foi proposto para o aquecimento dos ambientes, diminuindo a umidade e preservando os materiais orgânicos das coberturas.

A orientação solar representa a relação cosmológica com as divindades. Na implantação do projeto, respeitando a cosmologia Guarani, voltaram-se as aberturas para o leste, a nascente do sol, morada da divindade Karai Ru Ete, que os protege a cada novo dia.

A água

A água é extraída de um poço artesiano existente dentro da Aldeia. No entanto, visando reforçar a característica Guarani de baixo impacto no ambiente natural, o projeto buscou desenvolver o grande potencial de coleta, armazenamento e utilização das águas da chuva, criando canais de convergência para um lago de contenção, onde as águas possam ser retidas e utilizadas posteriormente.

O ar

No estado do RS, os ventos não desejáveis provêm do quadrante sudoeste, ventos frios de inverno ou culturalmente chamados de 'Minuano'. Simbolicamente, para os Guarani, o quadrante oeste é o local da morada de Tupã, deus das chuvas e trovões, do qual o projeto buscou proteger-se.

4.2.3 Conceitos-geradores: croquis conceituais

Programa de necessidades: Casa de Passagem + Posto de Artesanato

O projeto partiu do programa para um espaço que promovesse a produção e comercialização do artesanato na aldeia Estiva. Agregado a ele, como esta atividade culturalmente se insere na dinâmica de intercâmbios de matérias-primas e peças entre famílias das aldeias, fez-se necessário projetar um espaço complementar que receba e hospede estas famílias, conhecido como "Casa de Passagem".



Fig. 5: croquis conceituais do projeto Mboi Tata (crédito: Vivian Ecker)

Cultura Orgânica = Arquitetura Orgânica

Cultura em movimento = mobilidade e territorialidade livre

Espiritualidade + natureza = serpente ancestral + fogo

Interface cultural = lenda Mboi Tata

O projeto baseou-se na Arquitetura Orgânica, cujos princípios são inspirados nas formas da natureza, materializando o símbolo da cobra Mboi Tata. A imagem remete à lenda da 'cobra de fogo', presente na cultura Guarani. Acreditavam os tupis-guarani num espírito que protegia os campos contra aqueles que o incendiavam. E, conservavam esta crença, dando-lhe a forma de uma serpente ígnea que residia na água. A idéia de trabalhar a partir deste símbolo lendário teve a intenção de promover o dialogo intercultural, reforçando os pontos de encontro e semelhança entre os povos indígenas e a cultura regional, uma vez que a Mboi Tata pode ser freqüentemente reconhecida na literatura brasileira, sobretudo nas narrativas do Rio Grande do Sul.

Simbolismo: Forma Mboi Tata = abre/fecha

Enquanto princípio projetual, a forma da cobra representa, em sua composição, dois movimentos importantes, que fazem alusão ao programa necessidades principal: um espaço enquanto posto de artesanato, para possibilitar o intercâmbio cultural e a comercialização do artesanato, e outro espaço enquanto casa de passagem, para acolher e abrigar membros itinerantes das aldeias Mbyá-guarani, que na Aldeia da Estiva viessem a circular e permanecer por algum tempo. Em essência, esses dois espaços representam pólos simbolicamente opostos da cultura: um que se abre ao diálogo e exposição, outro que se recolhe a fim de se preservar e acolher aos semelhantes. Dessa dicotomia, formou-se o traçado da edificação, um côncavo que recebe (aberto), outro circular que preserva e valoriza o centro (fechado).

4.2.4 Diretrizes de Sustentabilidade: Implantação

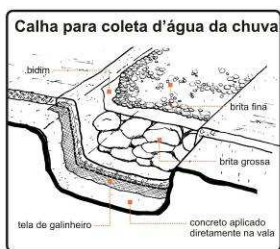
As alternativas propostas para a implantação do projeto focaram-se na gestão das águas e princípios de Permacultura:

Sanitários + Sistema Biológico de Tratamento dos Efluentes (SBTE)

O sistema proposto trata e reutiliza as águas residuais, visando contribuir para minimizar a contaminação ambiental e utilizando os efluentes tratados para irrigar os jardins produtivos, separando-as conforme as suas origens. A separação dos efluentes contribui para maior eficácia e economia do tratamento sanitário (ERCOLE, 2003).

Drenagem

Em todo o terreno estão propostos pisos drenantes, que possibilitam a infiltração da água no solo, e linhas de drenagem que direcionam estas águas de forma a serem retidas o máximo possível no próprio local e, quando muito, extravasando em direção ao lago aquacultural.



Calha para coleta de água da chuva
 O recolhimento da água da chuva reduz o uso da água potável, especialmente para irrigar os jardins e para uso nos vasos sanitários. A captação ocorre através de uma calha no nível do solo, que encaminha as águas um lago que armazena e abastece as caixas de descargas e torneiras para irrigação.

Paisagismo: Permacultura

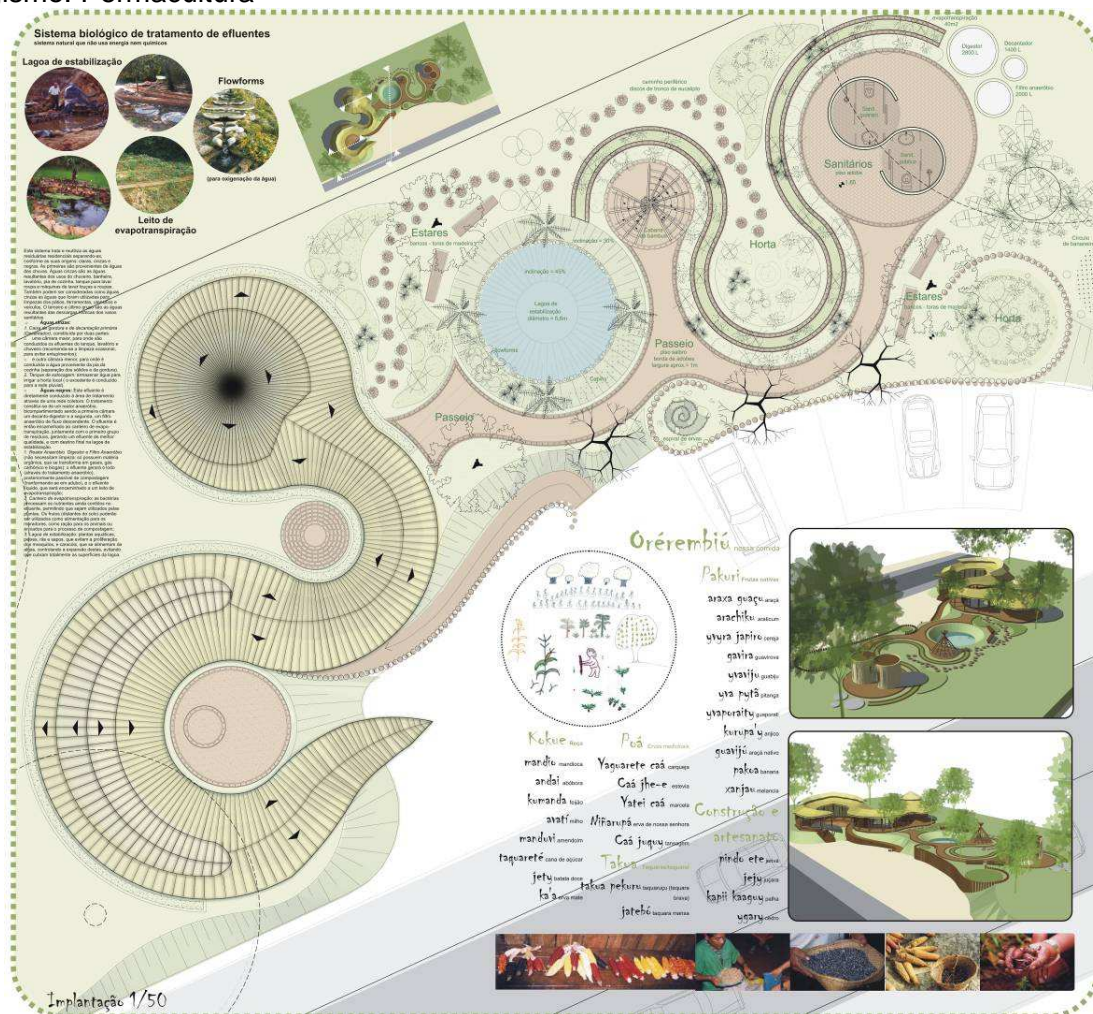


Fig. 6: croquis conceituais do projeto Mboi Tatá (crédito: Vivian Ecker)

Com a finalidade de integrar os espaços construídos ao ambiente natural, propôs-se um desenho paisagístico baseado nos conceitos da Permacultura, enquanto filosofia que dialoga com os Guarani por conter em seus princípios uma série de elementos que valorizam e preservam hábitos dos povos ancestrais. O desenho permacultural baseia-se em ciclos fechados de matéria e energia, e integra tecnologias e sistemas naturais. Assim, alguns elementos foram projetados para o paisagismo como um todo, como hortas, canteiros, jardins orgânicos e produtivos, espiral de ervas (para cultivo de hortaliças, raízes, temperos e chás), lago aquacultural, círculo de bananeiras e composteira para decomposição dos resíduos orgânicos. Esses elementos simbolizam conceitos da Ecologia, pois com suas formas orgânicas potencializam a diversidade da fauna e da flora. Além disso, pela otimização de matéria e fluxos, requerem pequenos espaços e pouca manutenção. Na seleção da vegetação, priorizou-se a utilização de espécies nativas e produtivas, que remetam aos usos da cultura e, assim, apresentem aos não-índios elementos que lhes sejam característicos. As seguintes espécies foram pesquisadas e sugeridas:

Kokue (roça): mandio (mandioca), andai (abóbora), kumanda (feijão), avatí (milho), manduvi (amendoim), taquareté (cana de açúcar), jety (batata doce), ka'a (erva mate), petý (tabaco).

Pakuri (frutas nativas): araxa guaçu (araçá), arachiku (araticum), yvyra japiro (cereja), gavira (guabiroba), yvaviju (guabiju), yva pytã (pitanga), kurupa'y (anjico), guavijú (araçá nativo), pakoa (banana), xanjau (melancia).

Takua (taquaral): takua pekuru taquaruçu (taquara brava), jatebó (taquara mansa), taquaité'i (taquarinha)

Yvyra (espécies para construção e artesanato): pindo ete (jerivá), jeju (palmeira juçara), kurupika'y (corticeira/caixeta), ygary (cedro), guajayvy (guajuvira), yakuá (cabaça/porunga rasteira), kapii kaaguy (palha).

4.2.5 Diretrizes de Sustentabilidade: Edificação

Para o projeto como um todo, foram priorizados materiais naturais e de baixo impacto ambiental (madeira, palha, taquara, terra crua, cipós e afins). Na materialidade das formas arquitetônicas, o projeto baseou-se nas técnicas tradicionais de construção Mbyá-Guarani, o que viabilizaria a execução pela própria comunidade, reafirmando o valor positivo das práticas de mutirão e perpetuando os saberes tradicionais relacionados às práticas construtivas. Assim, boa parte das paredes foram propostas em taipa de mão em pau-a-pique de taquara. Para as coberturas, também foi proposto o uso de fibras naturais.

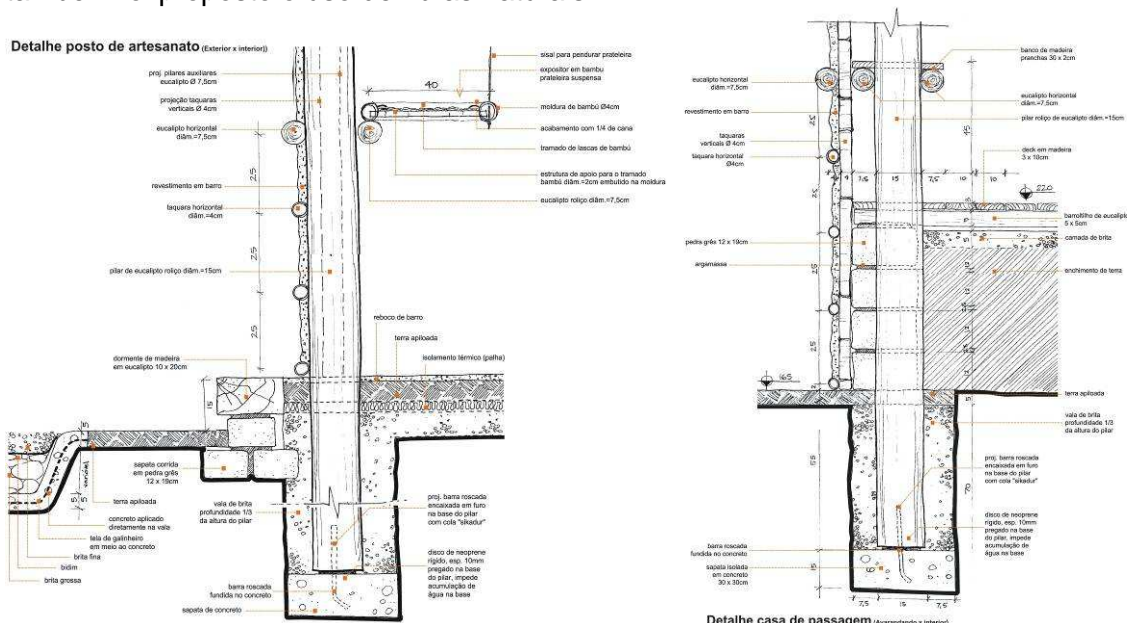


Fig. 7: detalhamento projeto Mboi Tata (crédito: Vivian Ecker)

Estrutura principal em madeira:

O cedro (*Cedrela fissilis*) é considerado uma madeira Sagrada, e foi proposta como principal alternativa para a estrutura do projeto. Não sendo possível, propôs-se a reutilização de postes de iluminação pública, feitos a partir de toras roliças de eucalipto, e cedidos pela Companhia responsável pelo fornecimento de energia elétrica no estado (CEEE/RS). Propôs-se tratamento natural (fontes não poluentes à base d'água), para garantir durabilidade.

Vedações em pau-a-pique:

O pau-a-pique é uma estratégia eficiente de manutenção da ventilação e da privacidade, além de utilizar recursos provenientes da vegetação nativa das florestas subtropicais, como fibras, cipós e madeiras leves. A vedação de pau-a-pique oculta o interior, mas permite que o morador tenha contato com o exterior através da entrada de sons, cheiros, do vento e também da visual que possui do exterior através das taquaras, nas situações em que esta não é recoberta por terra. Além disso, permite a saída da fumaça do fogo de chão. A estrutura caracteriza-se por uma trama de paus verticais e horizontais, eqüidistantes e alternadamente dispostos, fixada verticalmente na estrutura da edificação e com seus vãos preenchidos por barro. É composta de:

- Tramado (paus roliços ou ripas): madeira, taquara ou varas de palmeira (palmito) ou outro material, formada por varas na vertical e na horizontal, unidas através de cipó, sisal, tiras de couro, prego ou arame.
- Massa de preenchimento: solo local (solo ideal: 30% argila e 70% areia), água e fibra vegetal como capim, palha, esterco (as fibras reduzem a retração do solo, quando seco). A mistura é composta por solo e água, que são amassados com os pés até completa homogeneização. A trama é preenchida com este barro, aplicado com as mãos. Após a secagem a parede deve rachar de acordo com a estrutura, usa-se então uma base de solo e areia (às vezes esterco) para preencher as rachaduras e rebocar as paredes.

Cobertura de taquaras: técnica tradicional

No projeto toda a cobertura é proposta com taquara batida, segundo a técnica tradicionalmente utilizada pelos Guarani – *Takua oje kava'ekue*.



Fig. 8: Vista geral e corte do projeto Mboi Tata (crédito: Vivian Ecker)

Mobiliário

O mobiliário foi proposto em taquara, como módulos de prateleiras que possam ser agrupados de diferentes formas, amarrados com fibras naturais, fazendo referência às técnicas trabalhadas no artesanato Guarani. Assim, seriam utilizados palhas, cipós e trepadeiras nas amarrações.

Energia:

O fogo, como elemento sagrado, no centro das circunferências que conformam a cobra, e nesses pontos foram criados espaços de fogo de chão para encontros e reunião coletiva, reforçando o caráter agregador do fogo nas praticas culturais. Este elemento auxilia no aquecimento de alimentos e ambientes, potencializando o conforto térmico da edificação. Um lanternim localizado na cobertura, ao longo de toda edificação, possibilita o efeito chaminé e a exaustão da fumaça.

5. CONCLUSÕES

A proposição de alternativas mais sustentáveis para a construção de um espaço de venda de artesanato Guarani visou não uma reprodução de sua forma tradicional de construir, mas uma interpretação dos valores e princípios simbólico-ambientais que permeiam suas ações. É importante salientar que todas essas alternativas propostas representam a forma dos “não-índigenas” lidarem com as questões de Sustentabilidade, uma vez que as mesmas são “aplicadas” pelos indígenas de forma naturalmente fluída, e não a partir de conceitos e denominações específicas. Assim, intencionamos que a arquitetura resultante deste processo de projeto manifestasse um novo olhar para as tradições indígenas: um olhar entre seres humanos, expresso de forma respeitosa, sensível e competente, buscando a harmonia entre saberes, respeitando diferenças e aceitando uma mútua contribuição.

Acima de tudo, entende-se que a oportunidade de valorização de saberes construtivos autóctones é enriquecedora para os estudantes de arquitetura, ampliando, na prática, a relação intercultural e exercitando as diferentes possibilidades de intervenções externas em comunidades tradicionais, afirmando o papel formador de cidadania das universidades, especialmente públicas.

“A atual geração tem o desafio de reequilibrar a natureza, repensar a tecnologia, descobrir economias auto-sustentáveis e, sobretudo, redescobrir a arte de viver em tribo, a arte de viver suas afeições e expressões sagradas. Para isso, ela deve buscar entender a natureza, o universo e, conseqüentemente, o Ser.” (JECUPÉ, 2001).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACKES, P.; IRGANG, B. *Árvores do Sul : guia de identificação & interesse ecológico, as principais espécies nativas sul-brasileiras*. Rio de Janeiro: Instituto Souza Cruz-Clube da Árvore, 2002.

CADOGAN, L. *Ayvu Rapyta: textos míticos de los Mbyá-Guaraní del Guairá*. Asunción: Biblioteca Paraguaya de Antropología/ Fundación León Cadogan / CEADUC-CEPAG, 1997.

CHAMORRO, G.. Os Guarani: sua trajetória e seu modo de ser. Cadernos Comin, São Leopoldo : Comin, n. 8, 1999

CRUZ, J. ; ZANIN, N. Z. *Posto de artesanato Mbyá Guarani: aldeia da estiva / RS 040 / Viamão / RS*. Porto Alegre: Rio Grande do Sul. Governo do Estado, 2006.

ERCOLE. L.A.S. *Sistema Modular de Gestão de Águas Residuárias Domiciliares: uma opção mais sustentável para a gestão de resíduos líquidos*. Dissertação de Mestrado, UFRGS, CPGEC, 2003.

GIFFORD, R. *Environmental Psychology: principles and practices*. 2.ed. Boston: Allyn and Bacon, 1997.

JECUPÉ, K. W. *A Terra dos Mil Povos: a história do Brasil contada por um índio*. São Paulo: Peirópolis, 2001.

MELIÁ, B.; TEMPLE, D. *El don, la venganza y otras formas de economía guaraní*. Asunción: CEPAG, 2004.

SILVA, S.R.M.; SHIMBO, I. *Proposição básica para princípios de sustentabilidade*. In: Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (Canela, RS). [Anais]. Porto Alegre, RS: ANTAC, 2001.

SOUZA, J. O. C. *Aos "fantasmas das brenhas": etnografia, invisibilidade e etnicidade de alteridades originárias no sul do Brasil*. 1998. Tese (doutorado) - UFRGS.IFCH. Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Porto Alegre.

ZANIN, N. Z. *Abrigo na Natureza: construção Mbyá-Guarani, sustentabilidade e intervenções externas*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

CURRICULUM

NAUÍRA ZANARDO ZANIN

Arquiteta e Urbanista formada pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FA-UFRGS) desde 2003. É mestre em Construção, na Linha de Edificações e Comunidades Sustentáveis (PPGEC-UFRGS). Foi professora universitária da FA-UFRGS (2008 e 2009) e da FAU-UNIRITTER (2009 e 2010); hoje leciona no Curso de Arquitetura da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim.

VIVIAN DALL'IGNA ECKER

Arquiteta e Urbanista formada pela Faculdade de Arquitetura (FA-UFRGS) desde 2007. Trabalhou por três anos com a equipe da Linha de Pesquisa em Edificações e Comunidades Sustentáveis, no Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE/UFRGS), coordenad

LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA: GRADO DE ADECUACIÓN TECNOLÓGICA Y MECANISMOS DE PRODUCCIÓN PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE

Arq. Irene C. Ferreyra, CRIATiC (Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra cruda), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Av. Roca 1800, San Miguel de Tucumán, Argentina. E-mail: icferreyra@hotmail.com

Arq. Mirta E. Sosa, CRIATiC (Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra cruda), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Av. Roca 1800, San Miguel de Tucumán, Argentina. E-mail: mirta_sosa@hotmail.com

Prof. Arq. Rafael F. Mellace, CRIATiC (Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra cruda), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Av. Roca 1800, San Miguel de Tucumán, Argentina. E-mail: rfmellace@arnet.com.ar

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras clave: Construcción con tierra, mecanismos de producción, desarrollo sostenible

RESÚMEN:

El proceso de globalización marcó modificaciones en los modos de producción y de consumo de bienes y servicios generando procesos sin precedentes. Este cambio de escenario, signado por nuevas reglas de mercado, plantea la necesidad de los países del cono sur de buscar respuestas que le permitan alcanzar un desarrollo productivo sustentable, con articulación regional, que reviertan las asimetrías e impactos negativos que surgen de este proceso.

En la Argentina, la respuesta a los graves problemas habitacionales estuvo más bien asociada a la localización de capitales, sin que existan políticas sostenidas de incorporación de tecnologías en diferentes escalas que permitan achicar la brecha existente entre los distintos sectores de la sociedad y renovar el parque tecnológico de empresas locales.

A esto debemos sumarle que la incorporación de tecnología en los países Latinoamericanos se da, generalmente, por imposición y no por evolución. Mientras en los países del primer mundo el avance tecnológico llega a través de un proceso de evolución de conocimientos, con su consecuente calificación de mano de obra y compatibilidad con los sistemas existentes en el mercado, en los países menos desarrollados se importa tecnología sin su correspondiente adecuación al ámbito en que se implanta. En este contexto la búsqueda de tecnologías intermedias, el rescate y desarrollo de técnicas tradicionales con aporte científico, así como el estudio de los procesos de producción y gestión, representan una alternativa para promover mejoras en el campo de la construcción de viviendas de interés social, garantizar un desarrollo sostenible y mantener niveles de productividad sin la expulsión de mano de obra tradicional.

Es en este marco, donde los niveles de apropiación de tecnología, y adecuación de los procesos constructivos tradicionales quedan estrechamente ligados a los mecanismos de producción, resulta necesario analizar y proponer herramientas que permitan la articulación entre los actores involucrados y los distintos niveles de gestión.

La utilización de tierra cruda como materia prima para la elaboración de componentes y elementos constructivos constituye una práctica difundida a lo largo de siglos y ha perdurado modificándose con los procesos de urbanización de áreas rurales; relegada en muchos casos al mercado informal bajo mecanismos de autoconstrucción, se lleva a cabo mediante métodos artesanales, siguiendo una lógica fordista, con acumulación de saber empírico a lo largo de los años y dependiendo, generalmente, de las variaciones del clima o condiciones estacionales.

A diferencia de la producción industrial de componentes constructivos la producción de componentes de tierra cruda se caracteriza por su discontinuidad, falta de infraestructura de acopio, variación de la composición de la materia prima y de las características del producto, escaso o nulo monitoreo del proceso, escasa incorporación de tecnología y una explotación intensiva del suelo para la extracción de tierra.

Ante ello y visto que resulta necesario contar con un soporte práctico para evaluar y monitorear las distintas etapas del proceso, con el fin de proporcionar la información suficiente para la construcción de datos que permitan modificar las condiciones de producción, en el presente trabajo se proponen herramientas de evaluación del proceso productivo de componentes, la adecuación tecnológica, niveles de compromiso ambiental y explotación de recursos, así los niveles de articulación entre los actores intervinientes en el proceso de producción de arquitectura de tierra, con el objeto de construir datos que permitan una planificación y modelo de gestión para la inclusión de los componentes constructivos de tierra dentro del proceso productivo formal de la región, facilitar la zonificación y mecanismos de explotación del recurso natural, desarrollar tecnología específica, aumentar los niveles de productividad y promover la incorporación de los actores al mercado formal.

Bibliografía:

- Panaia, Marta – 1998 - *Gestión del proyecto, gestión del proceso productivo y gestión de empresas en el sector de la construcción*. Revista Estudios del Trabajo N° 15, ASET.
- Panaia, Marta – 1999- *Algunas reflexiones sobre el proceso de trabajo y los logros de productividad en los sectores no fordistas de la economía* EUDEBA/CEA/ Monitoreo de Inserción de Graduados, Documento de trabajo N° 9, Buenos Aires, septiembre.
- Rodríguez, M.; Buthet, C.; Scavuzzo J. Y Taborda A. 2004, *Indicadores de Resultados e Impactos. Metodología de Aplicación en Proyectos Participativos de Hábitat Popular* - Córdoba, Argentina –
- Alderete, A.; Rodríguez, M. Y Taborda, A. 1995. *Procesos de Organización de Base, Diagnóstico, Evaluación, Técnicas e Instrumentos* - Córdoba, Argentina –
- Ferreyra, Irene - Sosa, Mirta. Septiembre 2007. “*La Arquitectura de Tierra: Una alternativa tecnológica para la producción social del Hábitat*”. - II Seminario Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Hábitat Popular. CEVE – Córdoba – Argentina.
- Ferreyra, Irene. Setiembre 2007 “*Arquitectura de Tierra: una alternativa de producción sustentable*”. – Libro y CD Memoria XXVI ARQUISUR, Congreso Arquisur: La Dimensión Social del Hábitat en la Ciudad Latinoamericana- San Lorenzo, Paraguay
- Mellace, Rafael – Sosa, Mirta – Latina, Stella – Arias, Lucía – Alderete, Carlos – Ferreyra, Irene. Junio 2007 “*CRIATiC, Centro Regional de Arquitectura de Tierra Cruda. FAU UNT. Tucumán, Argentina*”. – Construcción con Tierra / n° 1– ISBN 978-950-29-0989-9 – primera edición, FADU UBA – Buenos Aires – Argentina.
- Arias, Lucía y otros. Junio de 2006 “*Diseño y Análisis Estructural de Componentes Constructivos con Tierra Cruda*” – Libro y CD Memoria Vº Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT) / Iº Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra (SAACT) – INCIHUSA CRICYT – Mendoza – Argentina.
- Ferreyra, Irene y otros. Junio de 2006 “*Construcción de Bóvedas de Cañon Corrido con Tierra Estabilizada*” – Libro y CD Memoria Vº Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT) / Iº Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra (SAACT) – INCIHUSA CRICYT – Mendoza – Argentina.
- Latina, Stella y otros. Junio de 2006 “*Muros Monolíticos de Tierra Estabilizada en la Construcción del CRIATiC*” – Libro y CD Memoria Vº Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT) / Iº Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra (SAACT) – INCIHUSA CRICYT – Mendoza – Argentina.

Currículum

Irene Cecilia FERREYRA, Arquitecta, docente e investigador de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán, argentina. Miembro del CRIATiC. Integrante de Proyectos de Investigación CIUNT y ANPCyT en temática de Producción de Hábitat

Mirta Eufemia SOSA, Arquitecta, docente e investigador de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Argentina. Egresada DPEA CRATerre-EAG. Miembro del CRIATiC. Integrante y Directora de Proyectos de Investigación CIUNT y ANPCyT en temática de Producción de hábitat social y Conservación de patrimonio, en sectores rurales del Noroeste Argentino

Rafael Francisco MELLACE: Arquitecto FAU-UNT. Director Académico CRIATiC. Profesor Titular “Arquitectura de Tierra Cruda”. Investigador, Categoría I – Consejo. Interuniversitario Nacional. Director Proyectos Consejo Investigaciones UNT, Consejo Nacional Investigaciones Científicas y Técnicas. Agencia Nacional Promoción Científica y Tecnológica. Secretaría. Investigación y Desarrollo Tecnológico Tucumán. Integrante Cátedra UNESCO – CRATerre ENSAG, Francia. Miembro Comité Científico PROTERRA. Miembro Comité Científico Seminario Internacional TERRA Educación 2010. Grenoble, Francia.

ACABADOS NATURALES EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE

Méndez María Teresa, Flores Renato, Sosaya Gustavo, Oqueliz Pedro y Camargo Juan
Centro de Estudios para Comunidades Saludables,
Universidad Ricardo Palma, Av. Benavides 5440, Lima33, +511-7080000 Anx.
8338, cecos@urp.edu.pe / +511-997352174 mmendez@mail.urp.edu.pe

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras-clave: Adobe, Materiales Naturales, Construcciones Saludables

Resumen

El Perú tiene una tradición de construcciones en adobe, el cual es un material constructivo que prácticamente no produce contaminación en todo su proceso de elaboración. Actualmente el 65 % de la población rural y el 30 % de la población urbana viven en edificaciones de tierra. El adobe como unidad modulada de tierra arcillosa trabaja a compresión pero tiene una baja resistencia a la humedad, característica que le resta resistencia como material constructivo. Se han propuesto muchas soluciones a este problema, la mayoría de estas alteran sus características naturales y lo hacen más costoso. Con el fin de recuperar un modelo de vida comunitaria saludable bajo un concepto integral de identidad cultural, hábitat, medio ambiente y salud, iniciamos el estudio de materiales naturales y de fácil adquisición: cal, resina de sábila (*Aloe barbadensis*) y de Tuna (*Opuntia ficus-indica*), elementos que en nuestra región crecen en forma silvestre, para definir sus características impermeabilizantes y puedan ser empleados como parte del recubrimiento de los muros de adobe. El estudio está fundamentado en estudios previos realizados. Empleamos una metodología experimental bajo la modalidad ensayo error. La resistencia a la humedad es comprobada enluciendo bloques de adobe con barro mezclado con cada uno de estos materiales. Un grupo de las cuales serán sometidas a la intemperie y otro grupo a pruebas de humedad en laboratorio, con la finalidad de definir el nivel de impermeabilidad de cada uno de los materiales.

1. INTRODUCCIÓN

Los pobladores de todo el mundo nos encontramos, en la actualidad, experimentando graves problemas como consecuencia de la permanente agresión del hombre al Medio Ambiente. Esta grave situación nos ha obligado a buscar alternativas de conservación de nuestro ambiente, con la finalidad de recuperar el daño causado y evitar que siga deteriorándose.

Dentro de los grandes problemas que menoscaban la conservación ambiental en el Perú, encontramos al proceso de urbanización. No existen políticas definidas para incorporar los asentamientos rurales al proceso de desarrollo, bajo el concepto de comunidades saludables, pese a que en el Perú se vienen ejecutando acciones tendientes a la preservación y protección ambiental (INEI, 2007).

Como una respuesta a la problemática de la agresión al Medio Ambiente, a causa de la industria de la construcción, Esteves y Gelardi (2003) nos dicen que la Arquitectura Sustentable surge en busca de minimizar el impacto de esta industria de manera de no comprometer los recursos para el futuro. Dentro de los puntos que fundamentan esta forma de arquitectura, encontramos: adecuación del edificio al clima del lugar, calidad del ambiente interior, confort térmico, uso de materiales constructivos con menor impacto ambiental y de preferencia, degradables, minimización del impacto del edificio sobre su contexto exterior inmediato y, que reduzca el hábitat de algunos organismos perjudiciales a la salud humana.

Uno de los materiales constructivos que mejor cumple con estas condicionantes es el barro, y en especial el adobe (bloques de barro crudo). A diferencia de otros materiales, el adobe al estar elaborado de barro, prácticamente no produce contaminación ambiental. En su preparación, transporte y trabajabilidad el adobe emplea solo el 1 % de la energía requerida para la preparación, transporte y elaboración de hormigón armado o de ladrillos cocidos. Así mismo el barro no contamina el medio ambiente debido a que su reutilización es ilimitada. (Blanc F., 2008).

Nuestro país tiene una larga tradición de construcción en tierra. Tenemos que la construcción con adobe y tapial han sido empleados en el Perú, durante muchos años. Ciudades prehispánicas, fortalezas, etc. fueron construidas íntegramente en adobe. Muchas de estas edificaciones, desafiando las severidades del tiempo y movimientos sísmicos, permanecen hasta la fecha sin mostrar daños significativos.

Se estima que en el Perú el 65 % de la población rural y el 30 % de la población urbana viven en edificaciones de tierra. En la actualidad existen aproximadamente dos millones y medio de viviendas de adobe, en su mayoría corresponden a poblaciones agrícolas, con escasos recursos económicos (INEI 2007).

Siendo el barro el material idóneo para contar con una comunidad saludable, se sabe que su empleo en la construcción de edificaciones, pese a sus bondades de adaptación al clima, presenta un grave problema: **baja resistencia a la humedad** (Rodríguez et al. pág. 4). Sabemos que la resistencia de las construcciones de tierra disminuye progresivamente a medida que aumenta la humedad relativa en el interior de sus muros. Además se produce simultáneamente la pudrición de los elementos de madera que apoyan o están embebidos en los muros de adobe, lesionándolos.

Entre los problemas de humedad más comunes, que presentan las edificaciones en adobe encontramos, el arrastre de sales higroscópicas de los materiales del zócalo o los existentes en la propia tierra, que puede provocar la aparición de eflorescencias en la superficie produciendo pérdida del material en la cara exterior y posterior caída del revestimiento exterior de protección. Otro problema que también afecta el comportamiento del adobe es la precipitación pluvial, la cual satura las paredes de adobe y les produce primeramente el desprendimiento de partículas finas y luego el derrumbe parcial o total de la pared. Cuando las hiladas de bloques de adobe se saturan de humedad, las condiciones mecánicas de resistencia a la tensión y compresión del material se vuelven nulas, permitiendo que las fuerzas verticales y laterales de los empujes producidas por el peso de la estructura de madera y teja de barro, no encuentran una reacción por parte de las paredes, ya que éstas han perdido toda su resistencia y como consecuencia ocurre el colapso de la estructura superior.

De ahí que encontremos muchas edificaciones de la época Republicana en el centro de Lima que, dentro del proceso de modernización de la ciudad, han sufrido deterioro al quedar expuestas a la intemperie, luego de la demolición de la edificación colindante.

Respecto a los revestimientos se menciona que: “...es más conveniente utilizar mortero de barro con paja o ichu, aplicándolo directamente sobre el muro. Para los exteriores de la vivienda se recomienda añadir goma de tuna al mortero, con lo que se logra que el tarrajeo sea más resistente al agua”. (COSUDE y CESEDEM, 2006, p.19)

Es muy importante tomar conciencia de esta problemática y buscar soluciones, a fin de que no se considere que el barro, en sus diferentes formas constructivas, sea un material que tenga baja durabilidad. Debe tenerse muy en cuenta que para su conservación es fundamental contar con un acabado que reduzca su permeabilidad.

Es así que, centramos nuestra interrogante principal en definir los acabados, basados en materiales naturales, al alcance de los pobladores, que permitan la protección de los muros de adobe a las condicionantes del clima, en especial de la costa de nuestro país. Los cuestionamientos se plantean para determinar una vivienda en armonía con el lugar y satisfacer las necesidades de habitación en concordancia con usos y costumbres arraigados. Según estas interrogantes se realizaron los estudios correspondientes, a fin de lograr una propuesta integral para una comunidad saludable.

Se tiene como objetivo la búsqueda de materiales naturales que puedan ser incorporados a la mezcla de barro, para su empleo como revestimiento o tarrajeo, y que protejan al adobe de la humedad del ambiente, promoviendo un modelo de vida saludable que integra el hábitat, el medio ambiente y la salud. Contar así con viviendas confortables, seguras y sobre todo acorde a los requerimientos socioculturales de la población.

El sustento del estudio se basa en la urgencia de contar en nuestro país con comunidades saludables, en armonía con la naturaleza, como alternativa para preservar la vida en el planeta y, ante la falta de alternativas de rigor científico que permitan la construcción de viviendas realmente económicas, que se encuentren al alcance de las mayorías. Tiene como fortaleza el empleo de materiales naturales, los que adicionados con tecnología actual dan confort a los pobladores, conservan el medio ambiente, la salud de los habitantes y la identidad cultural. Estos deben ser conocidos y manejados por los actuales pobladores, mediante programas de capacitación.

El estudio parte de la consideración que, en la actualidad, el adobe es empleado como material de construcción por un gran porcentaje de habitantes en los países en desarrollo. Así mismo, en la II Conferencia de NNUU sobre asentamientos humanos (HABITAT II, 1996) se reconoce la necesidad de mejorar la calidad de vida de los asentamientos humanos, donde el desarrollo económico, social y protección del medio ambiente sean sus componentes fundamentales.

2. PROPUESTA

La investigación se fundamenta en estudios previos realizados y emplea la metodología ensayo error, basada en pruebas experimentales y de laboratorio. Estas pruebas tienen la finalidad de comprobar el comportamiento del barro ante la humedad, sólo y adicionado con materiales naturales y de fácil adquisición. Para el estudio se consideraron, como muestras, dos grupos de bloques de adobe con enlucidos que incorporan estos materiales. Uno de estos grupos fue sometido a pruebas de intemperie y el otro grupo a pruebas de laboratorio.

Rodríguez et al. (p.8) mencionan que el revestimiento es indispensable para limitar los efectos de la intemperie y evitar que la humedad afecte a la resistencia de las construcciones de adobe, por lo cual realizaron un estudio sobre adobe estabilizado con cal, encontrando que ésta mejora considerablemente las propiedades de la mezcla en cuanto a laborabilidad, adherencia con el muro, **impermeabilidad** y adicionalmente, el aspecto estético.

Encontramos, así mismo, que desde el s. XIX se han realizado una serie de ensayos con mezclas de calizas y arcillas, en los que se concluye que la sílice y la alúmina, que se encuentran en la arcilla, al combinarse con la caliza son la causa de la propiedad impermeabilizante, debido a que el Hidróxido de calcio (Cal) con silicato de sodio reacciona como impermeabilizante (Gómez C. p.p. 29-30). Por otro lado, Guerrero L. (2007 p. 190-191) menciona que los estabilizantes por impermeabilización conforman una capa protectora en torno a las partículas de arcilla que regula su contacto con el agua. La cantidad que se utilice debe ser muy moderada para que no se interfiera con el comportamiento de la arcilla como aglomerante. Así mismo nos dice que, el *Mucílago de Tuna (Opuntia ficus-indica)* o el *hidróxido de calcio*, aparte de servir como adhesivos y fluidizantes de las mezclas, evitan en cierta medida la penetración de la humedad.

Otros estudios acerca de usos y aplicaciones del *Nopal (Opuntia ficus-indica)* mencionan que a partir de la baba, se puede fabricar pintura que actúa como impermeabilizante, la cual puede ser aplicada a cualquier construcción con tierra, cemento u otros materiales, para protegerla. La protección de la construcción se da contra el frío, la humedad del ambiente, del agua, de los insectos y otros.

Basados en los estudios anteriormente mencionados, definimos como materiales a estudiar: *Cal*, *Mucílago de Sábila (Aloe barbadensis)* y de *Tuna (Opuntia ficus-indica)*, con la finalidad de definir sus características impermeabilizantes al ser incorporados al mortero de barro para enlucido (tarrajeo). Se trabajó con dos grupos de muestras de adobe enlucidas con estos morteros, los cuales se sometieron a pruebas de intemperie por 10 días y a pruebas de humedad en laboratorio, luego de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Número de bloque	Adobe natural	Adobe seco	Contenido de humedad del adobe natural (w%)
1	9 874,00 gr	9 592,00 gr	2,94%
2	10 105,00 gr	9 817,00 gr	2,93%
3	9 904,00 gr	9 622,00 gr	2,93%
4	10 074,00 gr	9 793,00 gr	2,87%
5	9 955,00 gr	9 656,00 gr	3,10%
6	9 958,00 gr	9 641,00 gr	3,29%
7	9 922,00 gr	9 621,00 gr	3,13%
8	9 825,00 gr	9 537,00 gr	3,02%
9	10 032,00 gr	9 740,00 gr	3,00%
10	9 978,00 gr	9 667,00 gr	3,22%
Promedio	9 962,70 gr	9 668,60 gr	3,04%

Tabla N°1 Pesos de bloques de adobe ensayados en la boratorio
(Créditos: CECOS-BRIGURP, 2010)

Número	Tipo de recubrimiento	Adobe seco + recubrimiento húmedo	Recubrimiento húmedo
2	Sábila	13 141,00 gr	3 324,00 gr
3	Tuna	12 046,00 gr	2 424,00 gr
5	Cal	12 055,00 gr	2 399,00 gr
7	Barro	16 850,00 gr	7 229,00 gr
9	Ninguno	9 740,00 gr	gr
Promedio		13 523,00 gr	3 844,00 gr

Tabla N°2 Pesos de recubrimientos de adobe ensayados en laboratorio
(Créditos: CECOS-BRIGURP, 2010)

Los resultados de la Tabla N°2 se refieren a la muestra en mejores condiciones por cada tipo de recubrimiento.

Número	Tipo de recubrimiento	Recubrimiento húmedo	Recubrimiento seco	Humedad recubrimiento	Adobe + recubrimiento húmedo + horno	Horno
5	Cal	2 399,00 gr	1 187,00 gr	1 212,00 gr	11 352,00 gr	- 703,00 gr
7	Barro	7 229,00 gr	5 438,00 gr	1 791,00 gr	15 565,00 gr	- 1 285,00 gr
9	Ninguno	gr	gr	gr	9 770,00 gr	30,00 gr

Tabla N°3 Humedad de recubrimientos de adobe ensayados en laboratorio.
(Créditos: CECOS-BRIGURP, 2010)

La columna **Horno** representa la humedad ganada o perdida del bloque con recubrimiento tras colocarse en un ambiente muy caliente y húmedo durante 1 día.

A partir de los resultados de las Tablas 1, 2 y 3, correspondientes a las muestras de adobe sometidas a prueba de laboratorio, se procedió al análisis de las muestras de adobe sometidas a la prueba de absorción de humedad a la intemperie.

	Adobe ensayado	Humedad estimada en el adobe ensayado	Contenido de humedad estimado después del ensayo (w%)	Variación del contenido de humedad ($\Delta w\%$)	Valor promedio de $\Delta w\%$	Mínimo $\Delta w\%$	Máximo $\Delta w\%$
Sábila	10 376,00 gr	707,40 gr	7,32%	4,27%	2,40%	0,58%	4,27%
	10 190,00 gr	521,40 gr	5,39%	2,35%			
	10 019,00 gr	350,40 gr	3,62%	0,58%			
	10 193,00 gr	524,40 gr	5,42%	2,38%			
Tuna	10 202,00 gr	533,40 gr	5,52%	2,47%	0,52%	-1,19%	2,47%
	9 897,00 gr	228,40 gr	2,36%	-0,68%			
	9 848,00 gr	179,40 gr	1,86%	-1,19%			
	10 104,00 gr	435,40 gr	4,50%	1,46%			
Cal	10 213,00 gr	544,40 gr	5,63%	2,59%	1,23%	0,62%	2,59%
	10 025,00 gr	356,40 gr	3,69%	0,64%			
	10 023,00 gr	354,40 gr	3,67%	0,62%			
	10 065,00 gr	396,40 gr	4,10%	1,06%			
Barro	10 170,00 gr	501,40 gr	5,19%	2,14%	2,35%	1,27%	4,06%
	10 355,00 gr	686,40 gr	7,10%	4,06%			
	10 148,00 gr	479,40 gr	4,96%	1,92%			
	10 086,00 gr	417,40 gr	4,32%	1,27%			

Tabla N°4 Ensayo a la intemperie (Créditos: CECOS-B RIGURP, 2010)

Se debe aclarar que debido a la carencia de maquinaria para poder hacer el secado de los bloques a una temperatura adecuada y por un periodo prolongado, algunos de los datos tienen valores distintos a los esperados. A pesar de este inconveniente, los datos han permitido sacar conclusiones sustanciales.

3. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, las mezclas analizadas son un excelente reemplazo a la tradicional mezcla de barro que es utilizada para el recubrimiento del adobe. En todas las mezclas analizadas se obtuvo resultados que superaron al recubrimiento de barro. (Puntos analizados: adherencia al adobe, dureza al secado, impermeabilidad y tiempo de secado).

Mezcla 1: *Sábila + Tierra (1: 2.5)*

Es una mezcla de consistencia plástica, debido a la deformación que mostraba al colocarse sobre una superficie. Con la finalidad de definir el espesor ideal, se aplicó una capa de 0.5 cm., como espesor mínimo, la cual tuvo una buena adherencia al adobe en un inicio. Después del periodo de 10 días expuestos al ambiente, se produjeron pequeños desprendimientos del recubrimiento.

Esta mezcla tiene gran facilidad para perder humedad, sin embargo permite también el ingreso de ésta.

Mezcla 2: *Tuna + Tierra (1: 1)*

Es una mezcla de consistencia blanda, debido a la deformación que mostraba al colocarse sobre una superficie. Se aplicó una capa de 0.6 cm de espesor, la cual tuvo una excelente adherencia al adobe en un inicio. Después del periodo de 10 días expuestos al ambiente, se produjeron rajaduras de pequeñas dimensiones. La mezcla resultó ser la de menor dureza, debido a que era la que tenía menos resistencia al rayado. Esta mezcla es la que tiene similares características a la mezcla de cal. **Pierde humedad lentamente y posteriormente no absorbe humedad.**

Mezcla 3: *Cal + Tierra + Agua (2: 1: 1) espesor: 0.5 cm.*

Resultó ser la mezcla de mayor dureza por tener características parecidas a la del mortero a base de cemento (aunque menor que este último). A pesar que se produjeron rajaduras de mayores dimensiones por tener el secado más rápido, el recubrimiento se mantuvo completamente adherido al adobe, sin embargo después de los 10 días el recubrimiento mostraba paulatinamente pequeños desprendimientos. Esta mezcla es la **que menos permite la absorción de humedad, además es la que más retiene la humedad existente en el muro.**

Se debe aclarar que se aplicaron recubrimientos delgados (0.5 cm - 0.6 cm) para probar su efectividad con un mínimo de material. Está por ensayarse con recubrimientos más gruesos (1 cm – 1.5 cm – 2 cm) y comprobar si existe variación en los resultados.

En resumen, tanto el *Mucílago de Sábila* como de *Tuna* al mezclarse con el barro desarrollan casi el mismo valor impermeabilizante que el de la cal. Teniendo en cuenta que ambas se encuentran de manera natural, son las más adecuadas a la economía de las poblaciones rurales del Perú, pudiendo replicarse el proceso fuera de nuestro ámbito nacional.

4. BIBLIOGRAFÍA

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación-COSUDE y CESEDEM (2006). *Construir mejor su vivienda en adobe*. Experiencia COSUDE y CESEDEM de reconstrucción de viviendas sismo-resistentes en el Departamento de Moquegua-Perú después del sismo del 2001. Perú: COSUDE. pp. 19

Blanc, F. (2008) La vivienda de interés social en la región chaqueña argentina: proyecto de aldea rural en tierra. *Las Tesinas de Belgrano*. Argentina: Universidad de Belgrano.

[Consejo de Promoción del Nopal y la Tuna. CPNT \(2009\) Usos y Aplicaciones del Nopal. México. pp. 16](#)

[Artículo en línea. Disponible en: http://www.cpnt.org.mx/pdf/usuariosApliNopal.pdf](http://www.cpnt.org.mx/pdf/usuariosApliNopal.pdf)
(Consultado el 1° de Junio del 2010)

Esteves, A. y Gelardi, D. (2003) Docencia en arquitectura sustentable: Programa de optimización de proyectos de arquitectura basado en balance térmico. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 7, N° 2*. Argentina: ASADES. pp. 10.34

Fajardo, C. (2010) Lima una ciudad de extramuros.

Artículo en línea. Disponible en: <http://peru21.pe/noticia/490643/lima-ciudad-extramuros>.
(Consultado el 4 de Octubre del 2010)

Gómez, C. (2007) De las cales, cales hidráulicas, cementos y hormigones. *Cimbra*. pp. 28-37
Disponible en: http://www.citop.es/PubPDF/Cimbra375_07.pdf

(Consultada el 13 de Mayo del 2010)

Guerrero, L. (2007) *Arquitectura en tierra, hacia la recuperación de una cultura constructiva. Apuntes*. Vol. 20 N°2 México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. pp. 182-201

Hábitat II.UN (1996) *Preámbulo del Programa Hábitat. II Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos*: autor. Disponible en:

<http://habitat.aq.upm.es/aghab/> (Consultada el 09 de Junio del 2010)

Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. INEI (2007) *Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales*. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales: autor

Ministerio de Salud del Perú. MINSA. *Ley General de Salud – Plan Quinquenal 1995-2000*: autor

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. VIVIENDA. (2006) *Reglamento Nacional de Edificaciones*. RNE: autor

Rodríguez, M.; Barroso, I. y Saroza, B. *Aplicación tecnológica del adobe estabilizado*.

Disponible en:

<http://www.tallera.com.ar/doc/biblioteca/MAMPOSTERIA%20HUMEDA/UMORON-C1-C2-adobe%20estabilizado%20un%20ejemplo%20en%20Cuba.pdf> pp.11

(Consultada el 11 de Mayo del 2010)

CURRICULUM

MÉNDEZ Landa, María Teresa

Mg. Arquitecta, Docente Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú. Directora del Proyecto. Coordinadora del Centro de Estudios para Comunidades Saludables CECOS-BRIGURP.

CAMARGO Meneses, Juan

Ingeniero Civil, Asesor voluntario del CECOS-BRIGURP.

FLORES Biggio, Renato

Estudiante. Miembro voluntario del CECOS-BRIGURP.

SOSAYA Del Carpio, Luis Gustavo

Estudiante. Miembro voluntario del CECOS-BRIGURP.

OQUELIZ Rosas, Pedro José

Estudiante. Coordinador voluntario del CECOS-BRIGURP.

UMA REFLEXÃO SOBRE O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, NO CONTEXTO DA ARQUITECTURA DE TERRA

Mariana Correia, Prof.^a Arq.^a
ESG/ Escola Superior Gallaecia
Largo das Oliveiras, 4920-255 Vila Nova de Cerveira, Portugal
Tel. (+351) 251 794054 - E-mail: marianacorreia@esg.pt

Tema 4: Arquitectura de terra no contexto do desenvolvimento sustentável

Palavras-chave: sustentabilidade, desenvolvimento sustentável,

Resumo:

O presente artigo tem como objectivo contribuir para uma reflexão sobre o conceito de Sustentabilidade, possível por meio de identificação da sua definição operacional; evolução da sua interpretação; e sua aplicação à arquitectura de terra. O texto aborda igualmente a noção de desenvolvimento sustentável e sua aplicação em termos de comunidade tradicional e actual. Por último, são analisados possíveis componentes da arquitectura sustentável.

1. INTRODUÇÃO

Existem muitas publicações e artigos dedicados à sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável, mas pouco se tem realmente sobre a temática referida. É profusa a realização de seminários ou eventos sobre sustentabilidade na arquitectura, no entanto são em geral, apresentados casos pontuais, que globalmente são entendidos pelos seus autores, como projectos ecológicos e/ou sustentáveis. Mas poderemos realmente considerar um projecto que integra algumas componentes de sistemas passivos, arquitectura sustentável? A arquitectura de terra contemporânea é ecológica e sustentável? Este artigo pretende clarificar alguma da ambiguidade associada aos termos 'Sustentabilidade' e 'Desenvolvimento Sustentável'. Aborda igualmente a sua aplicação na arquitectura de terra.

2. SUSTENTABILIDADE

2.1. Definição Operacional

Seria indispensável, desde o início exporem-se algumas definições operacionais e conceptuais, de modo a se poder partilhar num âmbito comum, elementos e termos específicos. Estes permitem coerência na comunicação, o que assegurará consistência na transmissão de ideias, apesar das variantes de contexto.

Deste modo, a compreensão do conceito de sustentabilidade em períodos temporais distintos, poderá estimular a reflexão e proporcionar uma crescente complexidade de opções conceptuais.

No séc. XX, o desenvolvimento tecnológico e o aparecimento de novos materiais de construção na sociedade ocidental, levou a um progressivo abandono dos antigos processos construtivos e modos de vida, que tinham em consideração os elementos climáticos e paisagísticos, os materiais naturais e a cultura construtiva local; e o saber empírico que passava de geração em geração. Actualmente a relação Homem-Natureza tornou-se menos estável. Consequentemente, surgiu a procura por um maior equilíbrio, possível por uma maior exigência em termos de desenvolvimento sustentável da sociedade.

2.2 Evolução do Conceito

Nestes termos, o conceito de Sustentabilidade, assim como o seu objecto de estudo, tem evoluído e tem-se alterado nas últimas duas décadas (Correia, 2006):

Em 1987, um dos primeiros grupos a discutir o seu significado foi o *World Commission on the Environment*, que o definiu por: *"Meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs"* (UNITED NATIONS, 1987) (*Ir ao encontro das carências presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras em irem ao encontro das suas próprias necessidades*).

No início da década de noventa, o interesse era dedicado à resolução do problema dos recursos limitados e em particular à questão energética; assim como, à redução do impacto da construção no ambiente natural. Cresce o interesse pela incorporação de materiais sustentáveis na construção.

A *meio da década de noventa*, o estudo dedica-se a assuntos mais técnicos associados à construção, nomeadamente de componentes do edifício; tecnologias de construção; conceitos e sua relação com o consumo de energia, etc.

No final da década de noventa, passou a ter importância: o ciclo de vida do material de construção (a pré-construção, a construção e a pós-construção, mas também o seu impacto ambiental, os riscos para a saúde, etc.); o tempo de vida dos componentes do edifício (revestimentos, por ex.); no projecto, procura-se um planeamento flexível do espaço, que possa incorporar distintas funções no futuro.

No início da actual década, sustentabilidade para além da analogia com o espaço verde, passa a incluir o espaço social e a relação de vizinhança (*neighbourhood*) na comunidade. Interessa a aplicação do conceito de qualidade nos espaços comunitários (não só em termos arquitectónicos, mas também de qualidade de vida), o que sem dúvida tem impacto na cidade e no seu crescimento não fragmentado. Por outro lado, passa a ser contabilizado o *footprint* de cada pessoa. Ou seja, o impacto em termos de CO₂ da construção, dos materiais, da duração do projecto, das viagens efectuadas, do consumo realizado, do modo de vida, etc.

Actualmente, a definição de sustentabilidade torna-se ainda mais ampla e relaciona também temas mais cruciais, tais como: sustentabilidade económica e social; sustentabilidade do património cultural; assim como desenvolvimento sustentável, entre outros.

2.3. Sua Aplicação à Arquitectura de Terra

Na crescente procura contemporânea, de materiais que respondam intrinsecamente ao paradigma da sustentabilidade, a terra foi re-equacionada como material de elevado potencial para a construção sustentável. O seu uso desde a Pré-História em aglomerados vernáculos ou estruturas monumentais e a sua eficiente readaptação a distintos espaços físicos, geográficos e temporais, aumentou o interesse pela sua aplicação. Nesse sentido, o material terra tem tido uma crescente procura, que se deve a ser:

- Durável se houver boa manutenção e conservação dos edifícios;
- Sustentável se houver eficiência em termos de transporte (for local) e de consumo energético;
- Ecológico, se não houver transformação de matéria-prima;
- Um recurso económico, pois encontra-se disponível em quase todos os continentes;
- Um material natural e não tóxico, que permite a passagem da humidade;
- Utilizado desde a Antiguidade;
- Reciclável: utilizado na pré-construção (origem do material);
- Reciclado: utilizado na pós-construção (destino do material, depois de concluído o seu ciclo de vida);
- Um material que apresenta um bom comportamento térmico e acústico;
- Que é incombustível;
- Ao qual não há necessidade de se recorrer a mão-de-obra especializada;
- Um material cuja massa térmica contribui para armazenar inércia térmica, o que estabiliza a amplitude das variações térmicas do espaço interior;

3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

3.1. Desenvolvimento Sustentável Comunitário

No passado, uma comunidade sustentável era a comunidade que criava e geria de forma auto-suficiente, os seus recursos próprios, o que era possível através de:

- Produção de energia e controle da eficiência energética;
- Gestão integrada de desperdício e de resíduos;
- Preservação e optimização de recursos naturais e ambientais;
- Preservação e compreensão dos sistemas humanos e sociais;

- Produção sustentável de alimento e vestuário;
- Arquitectura e construção integrada;
- Consumo equilibrado;

3.2. Desenvolvimento Sustentável na Actualidade

Distintas componentes integram o conceito de desenvolvimento sustentável na actualidade, que se tenta aplicar a nível nacional, mas que tem maior impacto a nível concelhio e regional. Nomeadamente:

- Integrar e racionalizar sistemas de produção de energias renováveis e endógenas: Solar fotovoltaica; Solar térmica; Biocombustíveis; Biogás; Biomassa; Geotérmica; Oceanos; Mini-hídrica; Eólica.
- Integrar sistemas de controlo de eficiência energética, indicadores de consumo e de racionalização;
- Diminuir o impacto ambiental e assumir a gestão integrada de desperdício e de resíduos: por meio de infra-estruturas de valorização de resíduos orgânicos e inorgânicos, triagem de lixos, reciclagem, reutilização, redução, revalorização paisagística, etc.
- Preservar a diversidade biológica e aquática, os sistemas ambientais, paisagísticos e a biodiversidade, otimizando os recursos naturais e assegurando a gestão integrada da água;
- Preservar e compreender os sistemas humanos e sociais, respeitando as relações das distintas minorias e comunidades; equidade social e demográfica; problemática entre as distintas gerações na ocupação do espaço;
- Melhorar a qualidade de vida concelhia por meio de equipamentos municipais e de medidas sociais para o desenvolvimento sustentável: melhoria da rede de transportes, da acessibilidade e mobilidade para todos, da prestação de cuidados de saúde, de criação de emprego, de incentivo ao desporto, etc.
- Preservar e incentivar a economia e o comércio local, assim como o turismo sustentável.
- Produção sustentável de alimento e vestuário, evitando a exploração desenfreada;
- Desenvolvimento rural e urbano sustentáveis, evitando-se a sobre-ocupação e o desequilíbrio demográfico do espaço urbano e rural.
- Implementação da agenda 21, a nível local.
- Arquitectura e construção sustentável, com incorporação de componentes passivas e activas, técnicas construtivas sustentáveis, materiais ecológicos, etc;
- Consumo equilibrado, quer em termos de alimento, quer de bens de consumo;
- E muitas outras componentes, que contribuem para uma sociedade mais equilibrada em termos de auto-suficiência.

4. ARQUITECTURA SUSTENTÁVEL

Será praticamente impossível na actualidade, desenvolver arquitectura 100% sustentável, pois implicaria que não haveria nenhum gasto energético na edificação e na respectiva ocupação e utilização do edifício pelo utente. Significaria, que o edifício deveria ser totalmente auto-suficiente nas suas distintas componentes energéticas, impacto ambiental, integração de recursos ambientais, etc.

Distintas componentes e técnicas serão de seguida resumidamente abordadas:

4.1 Componentes passivas e activas

Refere-se a sistemas integrados desde a concepção do projecto, à sua aplicação subsequente à obra. O objectivo é de atingir conforto no interior do edifício, quer por métodos naturais (sistemas passivos), quer artificiais (sistemas activos).

a) Sistemas passivos

É fundamental compreender a geografia física local, para melhor tirar partido das condicionantes ambientais e projectar tendo em consideração: orientação solar, oscilação da temperatura local, movimento do ar e do vento, percentagem de humidade local, vegetação local, tradição construtiva local, percentagem de luz local; de modo a potenciar no projecto, as componentes que possibilitam o arrefecimento, aquecimento, ventilação, luminosidade, entre outros, para um maior equilíbrio e conforto térmico, acústico e visual.

b) Sistemas activos

Integração no edifício de componentes com painéis fotovoltaicos, painéis solares térmicos, climatização, controle e redireccionamento de luz natural, controle de iluminação artificial, controle e racionalização de água e de electricidade, etc.

c) Técnicas e materiais ecológicos e / ou sustentáveis:

Há materiais naturais e ecológicos, que deixam de ser sustentáveis se transportados de grandes distâncias, como madeira cortada de forma sustentável, mas importada da Finlândia; ou materiais recicláveis, mas que não são ecológicos, entre outras opções.

A construção sustentável, poderá englobar materiais de construção alternativos, materiais reciclados ou reutilizados, mas também deverá comportar a reciclagem e reutilização dos seus materiais e componentes de construção após a demolição do edifício. Importante é assumir critérios que provoquem o mínimo de impacto ambiental e de consumo energético. A se considerar para a construção:

Materiais Naturais: terra, pedra, madeira, bambu, cortiça, fardos de palha, etc.

Materiais Recicláveis: alumínio, ferro, vidro, zinco, etc.

Materiais Reciclados: adobe de papel, fibra de papel, plástico, etc.

Materiais Reutilizados: material de demolição, chips de madeira, tijolo, telha, etc.

d) Componentes arquitectónicas integradas:

Distintos elementos poderão ser incorporados no projecto arquitectónico, para um maior controlo energético do edifício. Na actualidade é comum integrar coberturas ajardinadas, paredes de trombe, ventilação subterrânea, elementos de sombreamento, etc.

7. CONCLUSÕES

Que responsabilidade temos como arquitectos ou engenheiros que projectam a actual sociedade? Como investigadores, com dever de produzir adequada pesquisa científica? Como pais e docentes da próxima geração, em transmitirmos efectivamente um conhecimento ponderado? Quais deverão ser as nossas prioridades e critérios na transmissão desse conhecimento?

Como docentes, parte da nossa responsabilidade deverá passar por:

- Facultar ferramentas e conhecimento dos factores determinantes para um projecto ser considerado ecológico e/ou sustentável;
- Fornecer o conhecimento das actuais técnicas e tecnologias de conforto ambiental, procurando soluções de equilíbrio com a envolvente natural e com o clima;
- Ter em consideração as características e os mecanismos necessários a implementar num edifício ou na sua envolvente, para uma maior eficiência energética;
- Desenvolver competências para a aplicação dos conhecimentos adquiridos, em futuros projectos mais integrados e em equilíbrio com o meio ambiente;
- Sensibilizar o público para o impacto das diferentes componentes arquitectónicas, urbanísticas, paisagísticas e climáticas que influenciam o conforto humano.

Temos todos responsabilidade em contribuirmos mais activamente no desenvolvimento sustentável da nossa sociedade. Deixou de ser suficiente imputar a culpa aos políticos, passa a ser responsabilidade do cidadão de exigir e de contribuir para melhorar a sua qualidade de vida.

BIBLIOGRAFIA

Correia, M (2006). "O Habitar e a Sustentabilidade – Contexto Português", Acção de Formação 'Sustentabilidade e Eficiência Energética na Arquitectura e Construção'. CD editado por Secção Regional Sul da Ordem dos Arquitectos. Lisboa: OA-SRS.

Correia, Mariana (2009). "Sustentabilidade: Conceito e Desenvolvimento". In Energias Renováveis / Renewable energies, Edição Atelier Pã, Porto, 2009, p.68-76.

UNITED NATIONS (1987) "Report of the World Commission on Environment and Development". Disponível em: <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm> (acedido em 15.09.2010).

Currículo:

PhD: Oxford Brookes University, UK; Master's: CRAterre-ENSAG, França; Licenciatura em Arquitectura: FAUTL, Portugal. Presidente do Conselho de Direcção da ESG/Escola Superior Gallaecia; Membro do Comité Consultivo da rede PROTERRA, do Conselho de Direcção do ICOMOS-ISCEAH e da UNESCO Chair-Earthen architecture. Autora e co-editora de diversas publicações sobre arquitectura de terra.

TERRA: MATERIAL SUSTENTÁVEL

Eliana Baglioni

Via V. Gioberti n°68, Florença, Itália, +39 3496434 744, elianabaglioni@gmail.com

Tema 4: Arquitectura de terra no contexto do desenvolvimento sustentável

Palavras-chave: Técnicas de construção tradicionais, auto-construção.

Resumo:

Hoje em dia ouvimos continuamente falar de sustentabilidade, mas somos realmente capazes de ser sustentáveis?

A maioria do sector da construção atual está relacionado ao sector industrial que se inseriu fortemente na sociedade corroendo os estilos de vida e as línguas arquitetônicas tradicionais.

Pensando na construção sustentável, há que pensar na poupança energética e na salvaguarda do planeta; neste âmbito a terra, frequentemente subestimada porque é considerada um material pobre e ligado somente ao ambiente rural, apresenta ao contrário muitas vantagens que deveriam favorecer a sua reentrada nos materiais de construção atuais.

1. REFLEXÕES SOBRE A SITUAÇÃO ATUAL

O ser humano, como espécie dominante no planeta, tem esquecido, ao longo dos séculos, de pertencer e depender de um complexo de ecossistemas ambientais que, de facto, permitem-lhe viver (Dalla Casa, 2009).

Os últimos séculos da história humana foram caracterizados de uma expansão industrial sem controlo que defendeu e desenvolveu tecnologias com alto consumo de energia e água, favorecendo enormemente a dependência das fontes energéticas não renováveis.

Parece quase surreal assistir a como o Mundo trata ainda os recursos não renováveis como inesgotáveis, mesmo sabendo, já a muito tempo, que não é assim.

Tal negligência humana e a falta de auto-controle tem gradualmente comprometido e transformado os ecossistemas naturais, ao ponto de não saber se esse mecanismo de degradação seja atualmente reversível. Questões como o buraco do ozônio, a poluição ambiental, das águas e do ar, a desflorestação, a desertificação, as alterações climáticas, o aumento de catástrofes naturais, a perda de biodiversidade, as alterações genéticas, são algumas das consequências diretas do nosso desenvolvimento.

O sector construtivo influi muito sobre o meio ambiente, mais de 70% da energia utilizada a nível mundial, de facto, está ligada a indústria da construção, considerando o processo construtivo total – a procura o a produção dos materiais, o transporte, a construção e o funcionamento dos edifícios-. Como a maioria do sector da construção atual está relacionada ao sector industrial, a construção consome grandes quantidades de recursos não renováveis, produzindo também -seja diretamente que indiretamente- grandes quantidades de resíduos e poluição.

Os materiais de construção industriais, gradualmente, se inseriram e erradicaram na sociedade, corroendo progressivamente estilos de vida locais, baseados em geral na construção da casa de acordo com os materiais disponíveis, o gosto pessoal e com as línguas arquitetônicas tradicionais -estritamente ligadas as características ambientais (território e clima)-.

Da mesma maneira os edifícios plurifamiliares em cimento armado conseguiram gradualmente impor-se como modelo universal, também onde as condições climáticas, ambientais e culturais tornam-no totalmente inadequado.

A imposição cultural de modelos e estilos de vida universais, produziu gradualmente muitos preconceitos ligados aos materiais “rurais” e naturais (madeira, pedra, terra, canas, bambu, fibras vegetais e animais, pele e ossos animais, etc.) –tradicionalmente usados- mostrando a utilização deles como “pobres”, convencidos pela ideia que somente a industrialização representa o progresso e que alguns modelos sejam repetíveis em cada lugar do Mundo, descuidando das diferenças de clima, cultura e tradições locais.

Nesta nossa continua procura de desenvolvimento, com a introdução das novas tecnologias, temos perdido quase totalmente a ligação com o meio ambiente e com as nossas exigências de habitantes.

A casa não vem construída a própria medida, mas vem escolhida entre muitas já realizadas e pensadas “pra nos”, é o habitante que tem que adaptar as próprias exigências à casa em que escolhe de morar ou, mais frequentemente, que pode permiti-se.

Também o rolo do arquiteto transformo-se, está sendo perdidos o aspeto social, ou seja o dar uma resposta “boa” e eficaz as exigências do cliente. Ao contrario o arquiteto tem que trabalhar, sempre mais frequentemente, com empresas construtoras que tem como principal fim a realização do maior numero possível de habitações, com dimensões sempre mais pequenas e que pouco se podem adaptar as diferentes exigências dos futuros habitantes.

No projeto se deveriam considerar os modelos comportamentais e culturais de quem mora no ambiente da casa –por o valor social e simbólico que tem- sem reduzi-los a uma adaptação de espaços respondente aos standard mínimos estabelecidos da genéricas categorias tipológicas.

A composição da “forma” deveria permitir a realização de soluções e combinações que prevejam a transformação da casa em função de um ligame mais forte com o morador ou com as futuras exigências e utilizações.

Cada morador deveria ser sujeito ativo do próprio ambiente domestico - respeitando a segurança e os standard das normativas - com a possibilidade de modifica-lo, construí-lo e habita-lo na melhor maneira possível.

2. A SUSTENTABILIDADE DAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS TRADICIONAIS

Numa visão de sustentabilidade da construção, a redescoberta e a reavaliação das técnicas construtivas tradicionais é, acho eu, interessante e necessária, porque se trata de técnicas sustentáveis em si mesmas.

A sustentabilidade de uma qualquer técnica construtiva tradicional esta ligada ao facto que o aparecimento delas foi principalmente determinado da factores ambientais -climáticos e naturais- ou seja das características do território e da disponibilidade de materiais de construção.

Em geral as técnicas de construção que hoje em dia chamamos tradicionais, tem representado o meio pelo qual uma determinada cultura conseguiu implementar a sua resposta ao desafio ambiental, não é por acaso que a madeira e a terra (e em segundo lugar a pedra, que comporta maior trabalho e mais fadiga), sendo os mais difundidos e disponíveis na superfície da Terra, são os materiais naturais mais usados nos processos elementares de construção.

A forma da habitação foi por sua vez condicionada pelos factores antrópicos e culturais: por exemplo as estruturas sociais, a maneira de viver, e a relação entre a atividade económica principal e a habitação, podem influenciar a forma; as casas tradicionais são então, por si mesmas, respeitosas e respondentes às diferentes exigências culturais e habitacionais.

As diferentes tipologias habitativas e técnicas de construção tradicionais, na complexidade delas, representam uma das máximas expeções do saber fazer do homem porque derivam de um lento processo de experimentação, nascido espontaneamente e aperfeiçoado ao longo do tempo em função da experiência e da observação, eliminando ou melhorando cada solução insatisfatória. As tipologias habitativas e as técnicas construtivas tradicionais são a resposta especifica a exigência habitativa condicionada dos diferentes factores locais (Cataldi, 1988, pp. 23-51).

Consequentemente, os materiais utilizados nestas construções tradicionais foram os disponíveis no sítio -os que hoje em dia chamamos com “distancia zero”- que comportavam assim uma redução dos custos energéticos, de transporte, produção e processamento; na maioria dos casos tratava-se também de materiais naturais (madeira, pedra, terra, canas, bambu, fibras vegetais e animais, pele e ossos animais, etc.) então ecológicos e reusáveis.

Poderiam-se fazer muitos exemplos de arquiteturas tradicionais –respondentes as características sobre descritas-, em cada lugar o homem soube inventar diferentes técnicas construtivas em função dos materiais mais facilmente encontráveis e diferentes tipologias habitativas em função das próprias exigências especificas (Fig. 1).



Fig. 1. Alguns exemplos de tipologias habitativas tradicionais no Mundo (Crédito: Cataldi Giancarlo, 1988).
 1. *Iglu* dos Esquimós 2. *Tipi* dos Indianos da América 3. *Yahi* da Amazônia 4. *Maloca* da Amazônia 5. Casa das alpes em *blockbau* 6. *Trullo* da Puglia, Itália 7. Tenda preta beduína 8. Casa-pátio do Marrocos 9. Cabana cilindro-conica da África central 10. Abrigo a abobada dos Pigmeus 11. Abrigo semi-subterrâneo da Sibéria 12. *Yurta* da Mongólia 13. Palafita da Indonésia 14. Abrigo sobre plataforma da Nova Guiné 15. Abrigo dos aborígenes da Austrália 16. *Whare* dos Maori.

Já há muito tempo estes equilíbrios perderam-se, é bastante viajar um pouco por ver que, quase em cada lugar, as tipologias arquitetônicas e os materiais usados estão uniformizado-se, comportando a importação de materiais e produtos, e também a utilização de soluções muitas vezes inadequadas ao contexto ambiental e social.

Mas na verdade existem, ainda, muitas maneiras diferentes de viver, também numa mesma cultura.

Nas casas tradicionais do Magrebe, por exemplo, onde as famílias são muito numerosas, os quartos não têm uma grande especialização, por adapta-se ao crescimento e as mudanças da família; as famílias que mudam nos prédios da cidade, com casas pequenas onde todos os quartos são já definidos, sintem-se “estreitas” e necessariamente começam modificar as habitações (por exemplo tirando as paredes divisórias ou fechando e ocupando balcões) por adapta-las as próprias exigências.

Por as pessoas, ou mais em geral as culturas, por as qualés a vida e as atividades familiares estendem-se ao exterior da habitação, ficar fechados entre quatro paredes em um edifício plurifamiliar è frustrante e terrível.

Nas casas berber do Vale do Drâa, no Marrocos, perto do deserto do Sahara, os habitantes, de origem nômade, mesmo tendo tido a exigência de construir-se uma casa –totalmente realizada em terra crua- praticam o nomadismo no interior dela por aproveitar das melhores condições de comfort climático durante o dia e as estações (Baglioni e Mecca, 2010, pp. 278-281).

Procurando a sustentabilidade da construção seria importante reavaliar os materiais da arquitetura tradicional, analisar quais são as tipologias ainda respondentes às exigências habitacionais, à cultura e ao clima local, recuperando o patrimônio construído e adaptando-o, se for necessário, à vida contemporânea.

No Vale do Drâa (Baglioni, 2009), já desde qualquer ano se assiste ao abandono das casas tradicionais em terra crua, por mudar em casas –dotadas de banheiros e outros serviços ligados as novas exigências habitacionais- realizadas com estrutura em cimento armado e paredes em blocos de cimento, que não garantem porém a mesma insolação térmica –seja dão calor que dão frio- das casas de terra, tanto que as pessoas começaram sofrer de reumatismos. Porém, a tipologia habitativa das novas casas continua ser mais ou menos a mesma das tradicionais, a casa-pátio, a demonstração do feito que é uma tipologia respondente as exigências habitativas e culturais locais.

A pergunta nasce espontaneamente: porque não recuperar, adequar, melhorar quando necessário, as casas tradicionais em terra crua, que tornam-se adequadas as características climáticas locais, em vez de construir novas casas, mais caras, onde sofre-se o frio e o calor e se tem doenças?

O problema é principalmente e estupidamente cultural, é o mesmo em todo o Mundo, ligado ao prejuízo que vê a terra crua como um material dos pobres e para os pobres.

Como arquitetos deveremos reconhecer o valor das técnicas construtivas tradicionais; pegar a exemplo por as novas arquiteturas as mais eficientes e sustentáveis entre aquelas existentes, interroga-nos criticamente sobre a origem dos materiais, sobre a quantidade de energia gastada e a poluição produzida para produzi-los, sobre a eliminação e o reuso deles, privilegiando a utilização de aqueles produzidos ou trabalhados localmente.

3. OS BENEFÍCIOS E AS POTENCIALIDADES DA TERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

A terra é um dos materiais mais usado nas arquiteturas tradicionais de todo o Mundo, o seu emprego plurisecular demonstra que o seu uso não é ligado somente a sua fácil disponibilidade, mas também as suas qualidades e propriedades como material de construção.

O imenso patrimônio construído, demonstra a grande adaptabilidade das diferentes terras a ser usadas na construção; por além disso o homem sempre procurou a maneira de melhorar o desempenho do material que tinha à disposição, produzindo misturas de solos diferentes ou aditivado as terras com outros “ingredientes”, geralmente de origem natural (palha, fibras vegetais ou animais, casca de arroz, serradura, esterco animal, extractos de plantas, caseína, cal, grafita, betume, cimento, etc.) e pertencentes à sua vida diária.

Por além disso, à terra crua –secas ao sol- são associadas muitas técnicas construtivas diferentes –estruturais ou de preenchimento- como a taipa de pilão (taipa, tapial, *pisè*, *rammed earth*), o adobe (*mud brick*), o pau a pique (taipa de mão, torchis, quincha, *wattle and daub*), a terra empilhada (*bauge*, *cob*, *massone*), a terra-palha, etc., mas que apresentam muitas interessantes soluções locais.

Pensando na construção sustentável, há que pensar na poupança energética e na salvaguarda do planeta; neste âmbito a terra, frequentemente subestimada porque é considerada um material pobre e ligado somente ao ambiente rural, apresenta ao contrário muitas vantagens que deveriam favorecer a sua reentrada nos materiais de construção atuais.

Primeiro as terras usadas são geralmente aquelas encontráveis no sítio ou perto dele, facto que permite de baixar os custos de extração e transporte dos materiais: pode-se realizar um edifício (o parte dele) com a mesma terra de escavação das fundações, resolvendo também o problema da eliminação deste material.

A maioria das técnicas construtivas em terra crua, prevê um baixo uso de água por a produção das argamassas, permitindo de poupar este importante recurso.

A produção das argamassas e a construção em técnicas de terra, não precisam de específicas competências tecnológicas ou equipamentos, podendo ser facilmente executadas no sítio; esse facto aporta muitos benefícios: baixo custo do produto e baixo consumo energético pela sua produção, e também a possibilidade de formar mão de obra locais e criar assim novas competências técnicas, ou seja novos lugares de trabalho.

Nas inúmeras áreas onde as técnicas da terra crua são já tradicionalmente difundidas –mas estão perdendo-se- a possibilidade de ter um processo construtivo económico e a possibilidade de poder garantir o máximo respeito das técnicas construtivas locais, permite uma melhor inserção de novas estruturas no contexto social e urbano, evitando impor novas formas e novos sistemas.

A terra garante ainda bom comportamento às ações climáticas, funcionando como um regulador natural de temperatura e umidade.

As paredes de terra são em grão de acumular calor no interior delas, perdendo-o pois gradualmente, o deslocamento de fase de temperatura entre a superfície interior e exterior de uma mesma parede pode chegar a 12 hora, garantindo assim uma temperatura mais ou menos constante e confortável durante todo o dia; tal fenómeno é melhorado da espessura das paredes – geralmente grande, dependendo das diferentes técnicas- que permite insular os quartos do frio do inverno e do calor do verão.

A terra é também um regulador de umidade, porque absorve a umidade relativa do ar, deixando-a de novo quando o ambiente for mais seco.

Estas propriedades fazem com que os compartimentos no interior das construções em terra sejam saudáveis e tenham condições climáticas confortáveis também quando o clima exterior é mais hostil.

Cada material e cada técnica de construção tem os próprios limites de aplicação, e a terra também.

A resistência mecânica da terra é relativamente baixa, variável em função das diferentes técnicas, mas isso, na realidade, não impediu de construir “os arranha-céu do deserto” no Yemen, altos até 30 metros e totalmente realizados em terra crua com as técnicas da terra empilhada (*bauge, cob*) e do adobe (*mud brick*), ou os *ksur* do sul do Marrocos, com edifícios que variam entre 3 e 6 pisos, construídos em taipa de pilão (*taipa, tapial, pisé, rammed earth*) e adobe (*mud brick*) (Fig. 2).



Fig. 2. A esquerda, vista dos “arranha-céu do deserto” em Sana’a, Yemen (crédito web); a direita vista de uma *Kasbah* no *Ksar Tamnougault*, Vale do Drâa, Marrocos (crédito: Baglioni Eliana, 2009).

Na maioria dos casos os problemas das arquiteturas de terra que se demonstraram “fracas” e pouco duráveis, não estavam ligadas a ineficiência do material, mas a defeitos de concepção ou construção, ao uso de soluções tecnológicas inadequadas e a falta de manutenção.

Um limite das técnicas de construção em terra é com certeza o tempo de realização, bastante longo, devido à secagem lenta, mas este tempo pode ser muito acelerado e melhorado com o uso de sistemas de produção e execução semi-mecanizados: como o uso de compactadores pneumáticos por a taipa de pilão (*taipa, tapial, pisé, rammed earth*) que baixam os tempos de pausa em obra e permitem de trabalhar com uma argamassa mais seca, que então seca mais rápida; ou o uso de prensas manuais ou mecânicas por a produção de blocos de terra comprimida (evolução dos adobes).

Infelizmente os preconceitos ligados a terra são ainda muitos comuns na sociedade atual, porque é retinido um material vulnerável e pouco confiável.

De facto, a única fragilidade da terra é a fraca resistência à presença de água, que pode ser simplesmente resolvida com a realização de apropriados bases – em grão de limitar a subida da umidade do solo- e tetos, usando eficientes sistemas de afastamento das águas pluviais, ou adicionando às massas aditivos que têm a capacidade de melhorar o seu comportamento face há umidade.

Os aditivos usados podem ser os mais diferentes, dos naturais, usados na tradição, como extractos de cactus, caseína, esterco animal, cal, grafita, aos mais recentes como betume líquido e cimento.

Um papel fundamental na proteção da água, de qualquer maneira, é desempenhado do reboco (em argila ou cal) que precisa de uma manutenção muito mais frequente que outros matérias; mas tal manutenção é de fácil realização, porque é bastante produzir massas em terra similares às originais para refechar eventuais fissuras ou restauras os rebocos.

A terra é um material com muitas propriedades, é ecológico e completamente reciclável, pode ainda ser reutilizável quer no âmbito construtivo quer no âmbito agrícola; por todas estas propriedades a terra merece de ser reentrada nos materiais de construção atuais.

Em sorte a nível Mundial muitos profissionais e pesquisadores estão-se empenhando na realização de protótipos demonstrativos e no tentativo de “converter” seja os profissionais (arquitetos, engenheiros, construtores, etc.) seja a população ao uso da terra na construção contemporânea.

No Uruguai, no 2005, nasceu o Projeto Terra Uruguai, desenvolvido da Unidade Regional de Estudo e Gestão do Habitat (UREGH), da Faculdade de Arquitetura da Universidade da República (UDELAR). Neste projeto arquitetos, pesquisadores e construtores de arquiteturas de terra, promovem cursos de capacitação, em toda a América Latina, sobre as diferentes técnicas construtivas em terra crua, dirigidos as estudantes universitários, mãos da obras, e comunidades locais (Bayer, 2010, pp. 9-10).

Outro exemplo é a iniciativa desenvolvida no campus Bauru-SP da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, no Brasil, onde foi construído um protótipo de habitação de interesse social usando materiais em parte naturais e em parte reciclados. A casa tem uma superfície de cerca 50 m² em um único piso, constituído por varanda, cozinha, sala de estar, quarto e banheiro. As fundações são feitas de solo-cimento (terra aditivada com cimento) com a adição de fibras plásticas de reciclagem de garrafas PET; o piso é de solo-cimento compactado, mesmo com adição de fibras plásticas PET e acabado com resina transparente. As paredes estruturais exteriores são de adobes aditivado com resíduos da produção do papel e fibras de celulosa, a terra usada foi aquela de escavação das fundações. As paredes do interior, as janelas e as portas a correr interiores –que permitem mais flexibilidade no uso dos espaços- são feitas de chapa de partículas produzidas e pesquisadas na mesma Universidade; as chapas, de dois tipos, foram produzidas com folhas caulinares de bambu trituradas e adicionadas aos resíduos de produção de papel ou com as mesmas fibras de celulosa adicionadas a resíduos de reciclagem de embalagens cartonadas (polietileno e alumínio). A estrutura da cobertura e do pergolado foi realizada em bambu local, de uma plantação no interior do campus; o teto verde é composto por painéis de bambu, uma lona plástica, uma camada de pedrisco médio e uma camada de terra pela implantação da vegetação.

É claro que neste projeto não foram utilizados materiais ao 100% naturais, mas a terra tem desempenhado um papel importante (sendo usada nas fundações, nas paredes, no piso, e na cobertura).

O custo total da obra, sem escavação mas com as instalações elétricas e hidráulicas, foi de cerca 22.270 Reais (Battistelle et al, 2010, pp.163-167).

Um fator que não deve ser subestimado é o económico. A construção de uma casa em materiais tradicionais custa mais ou menos a metade de uma casa em cimento, custos que podem ser rebaixados com o recurso à auto-construção.

4. A AUTO-CONSTRUÇÃO: UMA RESPOSTA AO PROBLEMA DA HABITAÇÃO

Um dos problemas maiores a nível Mundial, que nos toca diretamente como cidadãos e arquitetos, é aquele da chamada “emergência da habitação”, ou seja a presença de milhões de pessoas que moram em condições não confortáveis, sem uma casa que lhe garanta as condições essenciais de vivibilidade. Tal parte de população, geralmente, auto-constrói a própria casa com materiais recuperados, reusados com novos empregos, ou seja reciclados.

Uma auto-construção mais organizada e estruturada, com a guia de pessoas espertas, com o objetivo de realizar casas confortáveis, poderia ser uma ótima maneira por responder a tal emergente necessidade de habitação e à sustentabilidade económica da construção, oferecendo as pessoas que precisam de um “teto onde viver” uma ajuda para realiza-lo: usando como trabalhadores os futuros habitantes, é possível rebaixar os custos de construção até 70%.

A auto-construção pode ter um rolo específico, oferecendo uma possibilidade de empenho pelas pessoas interessadas e permitindo uma substancial redução dos custos.

Deve trata-se porém de uma auto-construção da qual seja bem estabelecido e definido o rolo desde o projecto. Isso è possível se admite-se que a autoconstrução è compatível com uma projeto bem feito e que trata-se só de uma diferente maneira de realizar os edifícios.

Este tipo de autoconstrução, chamada autoconstrução assistida, esta difundido-se em varias formas em diferentes lugares do Mundo, seja pela recuperação e reconstrução no sítio, seja pela realização de novos quarteirões, geralmente através o empenho de associações e ONG, talvez com a colaboração das administrações locais.

Em geral, à base da auto-construção está o principio da participação em grupo, que cria necessariamente relações de integração, de vizinhança, de confronto com as diversidade.

A autoconstrução assistida pode ser um instrumento de formação de mão-de-obra, aumentando as possibilidades de trabalho e contribuindo à maturação dos grupos sociais.

Em alguns casos trabalha-se com as comunidades, tentando de reconhecer a identidade, de conservar o tecido social e urbano, de satisfazer as exigências delas, ajudando-as a projetar e construir uma casa melhor e economicamente acessível.

Em outros casos um grupo de cidadãos –também de proveniencia social diferente- vem selecionado como beneficiário e auto-construtor de um novo quarteirão habitativo, que vem projetado em participação com os arquitetos.

Nalguns países europeus (Inglaterra, Alemanha, Dinamarca, Holanda, Itália) e do Mundo, as administrações começaram reembolsar terras, apoio logístico (por exemplo financiamentos dos bancos apoiantes o projeto) e apoio técnico (arquitetos, técnicos e empresas de construção) para a elevação de habitações em auto-construção.

O grupo de auto-construtores, que tem que garantir a mao-de-obra para construção, pode começar a reembolsar a cota do empréstimo ligado à própria habitação, só depois da atribuição das casas; por meio da autoconstrução e dos consequentes rebaixamentos dos custos, tal empréstimo será bastante baixo.

A autoconstrução assistida, por como naceo, responde a sustentabilidade principalmente do lado economico, permitindo a acesso a uma casa dignitosa às pessoas com dificuldades economicas, mas, sendo baseada na participação, fornece também a possibilidade de respeitar as exigencias e os estilos de vida dos moradores.

Um exemplo de sucesso desta procura de “dutilità” e de liberdade habitativa é representado do projeto de reabilitação do bairro residencial de Quinta Monroy em Inique, comissionado do Governo Chileno no âmbito do programa Chile Barrio Program; este projeto tem em seguida inspirado, no 2003, o Concurso Internacioanl Elemental Chile pela realização de casas de baixo custo em 7 diferentes bairros do território chileno (Anselmi, 2004).

O projeto Quinta Monroy era dirigido a 100 famílias de uma “favela”; o grupo de projeto Taller do Chile, afidatario do projeto, tem feitos duas oficinas com os moradores, por compreender as exigências reais e por desenvolver juntos o projeto.

O primeiro objetivo foi aquele de encontrar um esquema de agregação –differente dos consuetos- que fosse em grão de “imitar” aquele espontaneamente criado alongo dos anos na favela. O segundo objectivo foi que as casas pudessem ser expansíveis e personalizaveis nos anos, garantindo ao mesmo tempo um “ordem” no edificado.

O esquema proposto foi de casas paralelas expansíveis: a cada família foi dada em dotação inicial uma casa de 3 pisos, expansíveis seja em horizontal que em vertical –não alem da altura da casa originaria- (Fig.3).

Desta maneira cerca o 60% do volume máximo das casas podia ser auto-construído no tempo, deixando margens de flexibilidade na utilização, de personalização e de imprevisibilidade (Fig. 3). Emfim foram garantidos espaços coletivos de propriedade comum –incluídos os estacionamento- cada um gerenciado e mantenido por cerca 20-30 famílias. O recurso pagos do estado a cada família foe de 7500 dollares.



Fig. 3. A esquerda as casas dadas em dotação inicial, projectadas por Taller do Chile, a direita as casas depois de qualquer ano, crescidas em auto-construção; Quinta Monroy, Inique, Chile. (crédito web).

O bairro Quinta Monroy em Inique representa um ótimo exemplo de resposta social as exigências habitativas, mas um passo ulterior teria que ser feito: é compito e responsabilidade dos arquitetos e/ou dos formadores, propor e privilegiar o uso de matérias naturais, ensinar técnicas de simples realização e reprodução, favorecer o uso de matérias naturais e/ou presentes na tradição.

As técnicas construtivas em terra crua respondem muito bem a este tipo de intervenções sendo, como já explicado, econômicas, de fácil realização e garantindo um ótimo clima no interior da habitação, por além do feito de seres estadas usadas tradicionalmente em quase todo o Mundo. Com certeza não é fácil propor a terra crua, tanto nos âmbitos onde a ausência de manutenção e os erros de execução tem tornado decadentes e insalubres as casas de terra, tanto menos na sociedade atual deslumbrada das casas de cimento.

É necessário sobrar as desconfianças tão radicadas, formular propostas alternativas de pequena escala, envolvendo diretamente os fruidores no processo produtivo, transferir competências, difundir a cultura do material e lançar as bases por uma experimentação pratica, sentida como objectivo alcançado pessoalmente e por isso digno de ser valorizado.

No Uruguai o Ministério da Habitação, junto a Universidade da Republica (UDELAR), aos municípios e outras entidades, está desenvolvendo, através de um trabalho associativo e conjunto, programas por promover a edificação em terra crua, com o apoio de incentivos econômicos pagos do Banco Hipotecário do Uruguai (Bayer, 2010).

No Brasil um projeto social inovativo é aquele da Casa dos Sonhos, promovido por uma ONG em Santa Rita, na periferia de Grande João Pessoa, na Paraíba.

Esta associação trabalha com mais de 100 famílias de baixo redito da comunidade de Santo Amaro, composta de cerca 200 famílias das quais 85 moram em casas de taipa de mão (pão a pique, quinha, técnica mista, *torchies*) mal construídas.

A grande necessidade de habitações dignitas levo ao desenvolvimento de um projeto participativo com a comunidade, usando a terra como material de construção. O objectivo foi aquele de demonstrar às famílias a possibilidade de construir a casa com “materiais não convencionais” que iriam a da-lhe a possibilidade de melhorar ou reconstruir as próprias habitações. A técnica escolhida foi aquela dos blocos de terra comprimida (BTC), tipo “Mattone”, auto-produzidos através de oficinas de capacitação, porque a técnica da taipa de mão, já tradicionalmente usada, teria precisado do uso de muita madeira, que tem custos não acessíveis a comunidade.

Blocos deste tipo, são metidos em obras muito facilmente, precisam de pouca argamassa nos juntos e permitem a realização de uma boa alvenaria também por mão da obras não especializada.

Numa primeira fase foi construída uma parte da sede da associação, em seguidas foram realizadas duas casas por as famílias com maior necessidade, uma de BTC e uma de técnica

mista. Por além disso, por transmitir a regra da arte e por motivar a comunidade foram organizadas duas oficinas por a construção de uma casa de artesanato por as mulheres, realizada com quatro diferentes técnicas construtivas.

Esta experiência representa um modelo na Região e poderia ser aplicada também a outras comunidades com poucos recursos (Garzón et al, 2010).

Outro trabalho exemplar é aquele que o arquiteto austríaco Anna Heringer, junto a outros colegas da Universidade de Linz (Áustria) e a ONG Dipshikha, tem desenvolvido em Bangladesh, na aldeia de Rudrapur, no distrito de Dinajpur. Através desta sinérgica colaboração foram realizadas duas escolas e três habitações. O objectivo, perfeitamente conseguido, foi aquele de reinterpretar e valorizar as técnicas construtivas tradicionais do lugar, que utilizam bambu e terra, por demonstrar à comunidade, de tipo rural, e à classe media emergente, que é possível realizar edifícios de elevada qualidade com o uso das técnicas e dos materiais locais, que gradualmente estavam sendo abandonadas. Todas as obras foram feitas em auto-construção com o apoio técnico de profissionais expertos e usando mão de obra local junto a estudantes voluntários da universidade de Linz; agora na aldeia de Rudrapur a terra e o bambu são retidos simbolo de importância.

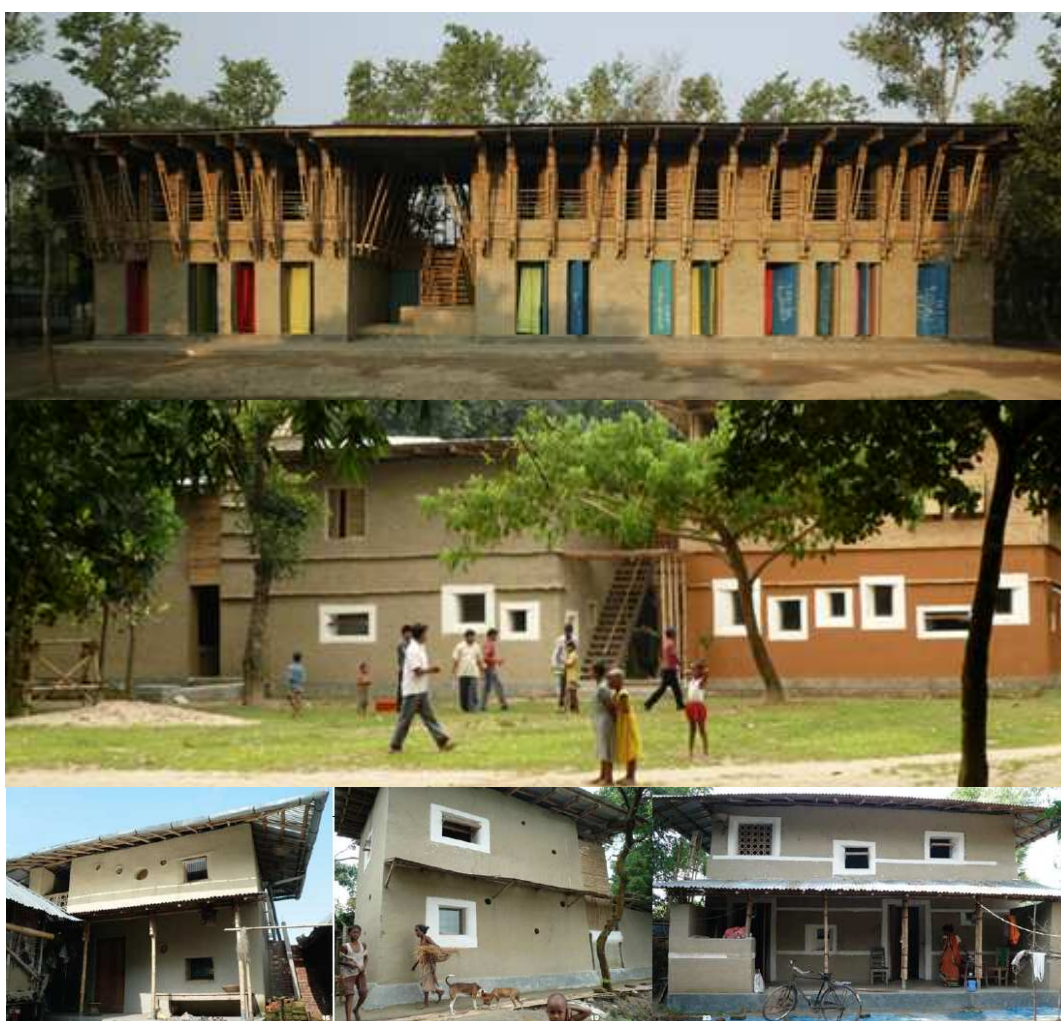


Fig. 4. De cima a abaixo: Escola Meti; escola por eletricitas Desi (Dipshikha Electrical Skill Improvement); casas por três famílias. Projetados e realizados do staff de Anna Heringer, em Rudrapur, Bangladesh (crédito: www.anna-heringer.com).

5. CONCLUSÕES

Hoje em dia ouvimos continuamente falar de sustentabilidade, mas somos realmente capazes de ser sustentáveis? O primeiro (e mais difícil) passo que precisa ser feito é uma radical inversão cultural.

No sector construtivo, durante as fases de projeto e de planeamento, deveriam usar-se critérios funcionais e sistemas tecnológicos-construtivos capazes de reduzir substancialmente o gasto energético e os resíduos gerados pela produção, pela construção e pela vida do edifício. Igualmente deveriam planejar-se a eliminação, reciclagem e reutilização dos materiais de construção.

Deveria promover-se a utilização de materiais saudáveis e não perigosos para a saúde do homem (muitos materiais industriais deixam no ambiente substâncias tóxicas), deveriam garantir-se em cada caso as condições de conforto (segurança, iluminação, ventilação, umidade, insolação, água potável, esgotos, recolha de lixo, etc.) respeitando as diferenças culturais, económicas e sociais.

Não se pode afirmar que as habitações tradicionais, por si mesmas, podem responder às novas exigências sociais e habitacionais, mas a solução não é necessariamente abandonar-las ou impor novos estilos de vida ligados aos estereótipos da modernidade. Uma solução inteligente seria aquela de recuperar as casas existentes, adaptando-las às novas exigências atuais (sociais, ambientais, económicas, normativas, etc), ou realizar novas habitações respeitando as diversidades locais, reconhecidas como adequadas e sustentáveis.

Por outro lado as administrações deveriam favorecer e incentivar a auto-construção como resposta economicamente sustentável ao problema da habitação, permitindo aos habitantes de construir-se casas segundo as próprias tradições e linguagens arquitetónicas.

As administrações deveriam promover e incentivar também o uso de materiais naturais, locais, com baixos custos energéticos de produção e execução, economicamente acessíveis.

Dentro deste tipo de materiais, a terra responde muito bem às exigências sobre descritas porque respeita o ambiente, evita a relação com o monopólio do comércio, permite uma grande flexibilidade nas escolhas arquitetónicas, pode salvaguardar e renovar as tradições e as linguagens expressivas de determinadas culturas, pode ser usada na auto-construção.

A terra reforça a autonomia cultural, económica e energética, e merece portanto de ser nobremente usada e inserida nos materiais construtivos contemporâneos.

Bibliografia:

Anselmi, C. (2004). *Scarcity Architecture. Elemental Chile - Alloggi sociali a basso costo espandibili*.

Disponível em: <http://architettura.supereva.com/files/20040430/index.htm> (Consultado: 20-3-2008).

Baglioni, E. (2009). *Tecniche costruttive in terra cruda nella Valle del Drâa, Marocco*, Tese de Licenciatura não publicada, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Florença, Itália.

Baglioni, E., Mecca S. (2010). As tipologias habitacionais tradicionais no Vale do Drâa (Marrocos): a casa-pátio, *Terra em Seminário 2010*, actos do 6º Seminário Arquitectura de Terra em Portugal - 9º Seminário Ibero-Americano de Arquitectura e Construção com Terra. Lisboa (Portugal): Argumentum. pp. 278-281.

Bayer, A. P. (2010). *Arquitetura em terra no Uruguai: modelo de desenvolvimento, TerraBrasil 2010*, cd-rom dos actos do III Congresso de Arquitectura e Construção Com Terra no Brasil.

Batistelle R., Faria O., Valarelli I, Damasceno L. (2010). Uma proposta de aplicação de matérias sustentáveis em habitação de interesse social, *Terra em Seminário 2010*, actos do 6º Seminário Arquitectura de Terra em Portugal - 9º Seminário Ibero-Americano de Arquitectura e Construção com Terra. Lisboa (Portugal): Argumentum, pp. 163-167.

Cataldi G. (1988). *Le Ragioni dell’Abitare - Le Raisons de l’Habiter*, texto bilingue italiano-francês com resumos em inglês. Florença (Itália): Alinea, pp. 23-51.

Dalla Casa V. (2009). *Morfologia e linguaggio dell’Architettura in Terra Cruda*.

Disponível em: http://www.ariannaeditrice.it/articolo.php?id_articolo=24856

Garzón L. E., Gomez Y., Perazzo N., Queiroga P. (2010). Uma experiência de construção com terra crua na Paraíba, através da Casa dos Sonhos, *TerraBrasil 2010*, cd-rom dos actos do III Congresso de Arquitetura e Construção Com Terra no Brasil.

Currículo:

Eliana Baglioni, licenciada em Arquitetura pela Universidade de Florença, Itália. Participou em muitas iniciativas ligadas à construção em terra e bio-arquitetura (ou arquitetura sustentável). Participou em co-autoria de um artigo apresentado na conferência Ripam 2, Marrocos (2008) e de três artigos no 6ºapt/9ºsiacot, Portugal (2010). Participou como autora de artigos apresentados nas conferências Saud2010, Jordânia (2010), TerraBrasil2010, Brasil (2010), XIV Festa della Terra, Itália (2010), VII Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra, Espanha (2010).

ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NO USO DA TERRA PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM ASSENTAMENTO RURAL UTILIZANDO A FERRAMENTA MATRIZ DE CONFUSÃO. Caso: Assentamento Rural Sepé Tiaraju – Serra Azul – São Paulo – Brasil.

MAIA, Rafael Torres¹; INO, Akemi²

(1) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC-USP) – Brasil.

Fone: 55-16-33739304 – e-mail: rafamaia@yahoo.com.

(2) Profa. Dra. (Livre Docente) do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – EESC-USP - Brasil – e-mail: inoakemi@sc.usp.br.

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palavras-chave: terra para habitação, assentamento rural, matriz de confusão.

1. APRESENTAÇÃO

No último século, a terra, como material construtivo, teve seu uso bastante reduzido pelas camadas da sociedade com algum poder aquisitivo, o que restringiu seu emprego apenas pela população miserável ou isolada em aldeias e vilarejos. As técnicas de terra ficaram estagnadas e não acompanharam os avanços tecnológicos da construção civil, onde foram introduzidos inúmeros materiais industrializados e técnicas que promovem o aumento do conforto ao ser humano e uma otimização no processo de produção da habitação.

Diante do quadro atual mundial que apresenta um elevado número de problemas das mais variadas ordens, dentre elas a política, social, econômica, ecológica, etc., o déficit habitacional associado às questões ambientais incluiu a terra como opção alternativa para construção de moradias de interesse social.

Em alguns países como, por exemplo, o Brasil, os programas habitacionais, em sua maioria, são geridos pela engenharia da Caixa Econômica Federal – CEF (banco responsável pela gestão financeira e agente regulador das diretrizes dos programas habitacionais que utilizam recursos federais). Estes programas são reticentes ao uso de tecnologias alternativas, aprovando, na maioria das vezes, as usuais, como tijolos cerâmicos, blocos de cimento, telhas de fibrocimento, esquadrias de ferro e PVC (CEF, 2009), e não consideram as condições especiais das áreas rurais, que tem dinâmica e características diferentes do meio urbano, fatores esses que impedem o uso em potencial da terra como material construtivo. Alegando a falta de normas e comprovações técnicas, a CEF reluta em aprovar técnicas alternativas, exigindo rigorosos testes que comprovem a viabilidade técnica e financeira destas, como apresentado na experiência com os assentamentos rurais Pirituba II e Sepé-Tiaraju (ambos no interior do estado de São Paulo - Brasil), onde as famílias acessaram recursos de programas habitacionais e optaram por usar técnicas e materiais alternativos para construção de suas casas (Shimbo, 2004 e Silva, 2007).

No Assentamento Rural Sepé Tiaraju (Sepé), localizado no interior do Estado de São Paulo na cidade de Serra Azul, distante da capital São Paulo cerca de 300 km, 77 famílias acessaram recursos públicos destinados a habitação para construção de suas casas. Dentre essas, 10 famílias optaram por utilizar técnicas e materiais alternativos para construção das paredes, que inicialmente seria a terra na técnica de adobe. Esse grupo se intitulou *Grupo Alternativo*. Porém, por motivos de ordem técnica, financeira e política, 4 anos depois de iniciado o processo, apenas 3 famílias permaneceram com a terra como material construtivo, cabendo à assessoria técnica do Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade (Habis – EESC-USP/UFSCar), que está presente desde o início do processo, analisar as variáveis que influenciaram no uso da terra e as relações entre essas mesmas variáveis, para explicitar as causas mais prováveis para esse fato. Nesta proposta, serão analisadas essas 10 famílias, com enfoque nas 3 famílias que farão o uso da construção em terra crua em seu lote. Um dos objetivos é avaliar nestas 3 famílias as prováveis variáveis que possibilitaram o uso da terra como material construtivo alternativo para habitação social rural. No entanto, é necessário entender as causas que fizeram as demais 7 famílias deste grupo desistirem da terra e optarem por materiais convencionais de origem industrializada

2. OBJETIVO

O presente artigo tem como objetivo analisar as relações entre as variáveis que influenciam no uso da terra para habitação de interesse social no caso do Grupo Alternativo do Assentamento Rural Sepé Tiaraju.

3. TERRA COMO ALTERNATIVA PARA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL

A terra crua foi utilizada durante muitos anos como material de construção de habitações de diferentes povos. Existem evidências do uso do adobe datadas do final do Período Neolítico e nas Américas são encontradas ruínas que comprovam a existência em grande escala, com destaque para Peru, México e Sudoeste dos Estados Unidos (Neves, 1994).

Atualmente verifica-se que esta tecnologia foi substituída pela construção com materiais produzidos industrialmente, principalmente por acelerar o processo construtivo. Porém, em virtude do debate atual sobre materiais ecologicamente corretos, observa-se que a construção em terra crua passou a ser novamente discutida como solução alternativa aos métodos convencionais, como a construção com tijolos cerâmicos e de concreto.

Entretanto, outros aspectos, segundo Mateus (2004, p. 80), também devem ser considerados na seleção de uma determinada técnica e/ou sistema construtivo, diante do elevado número de soluções e sistemas construtivos disponíveis no mercado, são eles: durabilidade, análise global dos custos da solução, comportamento térmico, impacto ambiental, mão de obra especializada, disponibilidade de materiais, manutenção, flexibilidade e distância de transporte.

Quando se trata de programas de habitação popular, a variável custo tem uma importância considerável, podendo variar significativamente em função de fatores como: área construída, preço do terreno, materiais, padrão de acabamento, técnicas construtivas, modos de provisão (mutirão, empreitada etc.), tipologia habitacional (casa, sobrado, apartamento), entre outros (Medeiros, 2007, p. 82).

Como pode ser visto, existem inúmeras variáveis a serem consideradas para seleção de técnicas mais adequadas para prover uma habitação, principalmente no âmbito de habitação social, onde os recursos são mais exíguos. Ao se usar padrões pré-estabelecidos, corre-se o risco de não atender às condições específicas de cada local, o que poderá interferir negativamente na qualidade das construções.

Em muitas regiões, principalmente nas áreas rurais, a utilização de técnica em terra crua como vedação é mais viável que os materiais convencionais, pois emprega recursos locais, consome pouca energia nos seus processamentos, com baixa utilização de insumos e baixo custo, tornando essas opções viáveis para construção das casas de trabalhadores rurais.

A experiência de construção de moradias no assentamento rural Sepé Tiaraju em Serra Azul – SP, objeto do presente artigo, traz resultados que apontam a possibilidade de empregar, além das técnicas e materiais aceitos pela CEF, outras técnicas e materiais menos usuais, entre eles a terra e a madeira, a serem utilizados nos programas habitacionais.

4. GRUPO ALTERNATIVO DO ASSENTAMENTO RURAL SEPÉ TIARAJU

O Assentamento Rural Sepé Tiaraju é composto por 80 famílias com renda de até um salário mínimo. Está localizado às margens da Rodovia Abrão Assed (SP-333), que liga os municípios de Serra Azul e Serrana, a nordeste do estado de São Paulo.

Em 2005, as 80 famílias haviam conseguido um recurso no valor de R\$ 5.000,00, proveniente do INCRA, para construção de casas. Procuraram então o Habis para auxiliá-los na elaboração de um projeto. Posteriormente, apareceu a possibilidade de acessar um recurso complementar, por meio do Programa Carta de Crédito FGTS – Operações Coletivas.

Durante a discussão dos materiais a serem empregados na construção das casas do assentamento rural Sepé Tiaraju, algumas famílias mostravam-se mais interessadas que outras

em utilizar materiais e técnicas construtivas alternativas às convencionais. As famílias do assentamento apresentavam uma preocupação com a preservação dos recursos naturais, reaproveitamento de materiais, uso de recursos renováveis, garantia de conforto térmico, e algumas dimensões da sustentabilidade. A maior parte dos assentados concordava com a discussão, mas, no entanto, era forte a vontade de usar materiais industrializados para construir as paredes, ao invés de produzi-los. Dessa forma, as famílias que possuíam uma maior afinidade em experimentar técnicas alternativas que utilizam recursos locais e preferencialmente renováveis, se reuniram e formaram um grupo independente para construção de suas casas, se autodenominando **Grupo Alternativo**, totalizando no início 10 famílias.

Nas primeiras reuniões do Grupo Alternativo foram discutidas várias opções de materiais e técnicas construtivas alternativas com recursos reutilizáveis e/ou provenientes de fontes renováveis. A assessoria técnica e as famílias discutiam o uso do BTC (bloco de terra comprimida), pedra, taipa de pilão, taipa de mão e adobe. Neste momento as famílias entendiam a terra crua como o material que melhor se adequava às condições do assentamento, tanto com relação à disponibilidade como quanto ao manuseio. O contato e experiência das famílias e da equipe assessora com a maioria dessas técnicas eram insuficientes para garantir uma construção com qualidade. Desta maneira, optou-se pelo adobe, pois o Habis já tinha acúmulo de experiência nesta técnica, uma vez que integrantes da equipe já haviam assessorado a construção de uma casa de adobe no Assentamento Rural Pirituba II.

Durante o processo de capacitação e construção das casas do Grupo Alternativo, variáveis de ordem técnica, financeira e política influenciaram na composição deste grupo, de tal forma que em maio de 2006 ele era composto por 10 famílias que iriam construir as paredes da casa em terra (inicialmente em adobe) e em abril de 2010 esse grupo estava desfragmentado, resultando em apenas três famílias com paredes construídas ou a construir em técnicas alternativas de terra.

5. DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS

Como estratégia de pesquisa usou-se a Pesquisa de levantamento documental. Como base para coleta e análise de dados pesquisou-se: os registros da equipe de assessores técnicos do Habis; literatura técnica e científica relativa às técnicas construtivas com terra; e consulta a especialistas em construção com terra.

Após **análise parcial** dos documentos da equipe técnica assessora e discussão em reuniões com os demais pesquisadores do Habis, algumas variáveis que influenciaram no processo do *Grupo Alternativo* puderam ser identificadas. Em uma primeira avaliação em **formato de exercício**, o processo de identificação dessas variáveis se deu a partir da observação da repetida incidência com que alguns fatos ocorriam e/ou do quanto de atenção parecera necessário para processar e resolver algumas ocorrências. Após serem identificadas, essas variáveis foram agrupadas e sub-grupadas, conforme **tabela 1**:

Grupos de variáveis, sub-grupos de variáveis e variáveis.

GRUPOS	SUB-GRUPOS	VARIÁVEIS
Elementos da Natureza	<i>Solo</i>	composição do solo
	<i>Condições Climáticas</i>	intensidade de chuva
		intensidade de vento
		períodos de estiagem
		umidade do ar
<i>Recursos Naturais</i>	disponibilidade de fonte de água	
	disponibilidade de fibra (palha, esterco, casaca de arroz)	
Elementos Técnicos	<i>Projeto</i>	traço do adobe e do BTC (percentual de solo, areia, casaca de arroz, esterco, cimento)
		tipologia construtiva escolhida
		número de tipos de interfaces
		número de alterações da tipologia
	<i>Produção</i>	produtividade de adobes e BTCs
		número de pessoas produzindo adobe e BTC
		grau de eficiência da terceirização da produção
		presença de lugar para produção e armazenagem dos adobes e BTCs
		grau de improvisação das famílias nas etapas de produção e construção
		presença de proteção dos adobes, BTCs e das paredes
	<i>Tecnologia</i>	grau de eficiência da mecanização
		grau de avanço tecnológico empregado
		grau de experimentação
utilização de ensaios laboratoriais		
Recursos Financeiros (\$\$)	<i>Recursos Financeiros</i>	renda familiar
		valor do subsídio dos programas habitacionais
Pessoas	<i>Assessor Técnico / Pesquisador</i>	número de assessores disponíveis
		horas de assessoria atuante
		número de atividade simultâneas da equipe técnica assessora no canteiro
		grau de conhecimento em construção de terra dos assessores técnicos
		deslocamento da equipe assessora
	<i>Famílias</i>	grau de capacitação
		tempo gasto com atividades concorrentes
		grau de conhecimento das técnicas pelas famílias
		número de famílias a serem assessoradas
	<i>Parceiros do Setor Público</i>	número de instituições, órgão, etc., parceiros
grau de atuação desses parceiros		

6. MATRIZ DE CORRELAÇÃO

Em uma segunda apreciação dos dados, percebeu-se que algumas variáveis possuíam relações com outras variáveis, que ações aplicadas diretamente em algumas variáveis causavam reação de forma direta ou indireta em uma ou mais variáveis. Com esse raciocínio, foi concluído que entender as relações entre as variáveis traria maior benefício do que compreender as variáveis independentemente. Neste contexto, faz-se necessário empregar alguma ferramenta que auxilie na análise dessas relações, pelo grande número de variáveis previsto que gira em torno de trinta. Por mais que em determinadas situações específicas seja útil isolar cada variável para analisá-las separadamente, percebe-se que na maioria dos casos as dimensões do fenômeno são complexas e as variáveis estão inter-relacionadas. Daí a importância da análise simultânea de todas as variáveis (Corrar, L. J., Paulo, E. y Dias Filho, J, M. 2009).

Na busca de ferramentas para auxiliar na análise de dados qualitativos, encontrou-se uma aplicação da ferramenta chamada *Matriz de Correlação* no Garbin e Hoffman (2010). Trata-se de um quadro que coloca os mesmos grupos de variáveis na coluna e na linha e em cada cruzamento é feito uma análise da relação entre as variáveis baseando-se nos índices de tabelas de correlações estatísticas.

Por ser uma ferramenta de análise de dados qualitativos, são poucas as aplicações desta ferramenta encontradas, principalmente no âmbito da área de arquitetura. Um desses exemplos pode ser encontrado nas ciências exatas, onde é aplicada uma variação desta matriz de correlações para obter valores de frenagem que auxiliem no controle de velocidade de motores elétricos, garantindo que o mesmo mantenha uma velocidade constante mesmo sob efeito de uma aceleração que esteja acima de um valor de referência (Suetake, 2008).

Com base nas Matrizes de Correlação aplicadas em outras áreas, é proposta uma adaptação da Matriz de Correlação para analisar dados qualitativos das relações existentes entre os grupos e sub-grupos de variáveis identificadas no presente projeto (Tabela 02). A adaptação foi aplicada na verificação de existência ou não de relação entre as variáveis, colocando os valores lingüísticos "SIM" ou "NÃO", onde todas as variáveis são postas a confrontar as demais e em cada confronto é analisado se existiu influência de um no outro.

Matriz de Correlação adaptada pelo autor

		INFLUENCIADO						
		GRUPOS DE VARIÁVEIS	1			2		
INFLUENCIADOR	GRUPOS DE VARIÁVEIS	SUB-GRUPOS DE VARIÁVEIS	A	B	C	D	E	F
	1	A						
		B						
		C						
	2	D						
		E						
		F						

Na tabela 3 é apresentado um exemplo fictício de preenchimento da Matriz de Correlação adaptada. Lendo-se a matriz no sentido do INFLUENCIADOR para o INFLUENCIADO, marca-se **sim** quando a ação do INFLUENCIADOR causa reação no INFLUENCIADO, quando não causa reação marca-se **não**.

Matriz de Correlação adaptada pelo autor

		INFLUENCIADO						
		GRUPOS DE VARIÁVEIS	1			2		
INFLUENCIADOR	GRUPOS DE VARIÁVEIS	SUB-GRUPOS DE VARIÁVEIS	A	B	C	D	E	F
	1	A		sim	sim	sim	sim	sim
		B		não		sim	sim	sim
		C		não	não		sim	não
	2	D		não	sim	não		não
		E		não	não	não	sim	
		F		não	não	não	não	não

Com esse exemplo de Matriz de Correlação preenchido, indicando a influência ou não entre grupos e/ou sub-grupos de variáveis, podemos fazer algumas análises de relação. As relações podem ser do tipo **DIRETA**, como em:

- A influencia D diretamente.
- E influencia B diretamente.
- A influencia todos diretamente.

- A é influenciado por nenhum diretamente.

As relações também podem ser **INDIRETAS**, como em:

- C influencia B indiretamente através de D, pois C influencia D diretamente e D influencia B diretamente.

E as relações podem ser **CÍCLICAS**, onde a ação de uma variável reflete em reação nela mesma, como em:

- C influencia C ciclicamente, pois C influencia D diretamente, que influencia B diretamente, que por sua vez influencia C diretamente.

Na **tabela 4**, após uma prévia definição dos grupos e sub-grupos de variáveis, é possível a visualização mais imediata das possíveis relações existentes entre as variáveis analisadas.

Matriz de Correlação – relações entre as variáveis que influenciam no uso da terra para habitação de interesse social em assentamento rural.

		INFLUENCIADO										
		GRUPOS DE VARIÁVEIS	Elementos da Natureza			Elementos Técnicos			\$\$	Pessoas		
INFLUENCIADOR	GRUPOS DE VARIÁVEIS	SUB-GRUPOS DE VARIÁVEIS	Solo	Condições Climáticas	Recursos Naturais	Projeto	Produção	Tecnologia	Recurso Financeiro	Ass. Técnico/Pesquisador	Famílias	Parceiros do Setor Público
	Elementos da Natureza	Solo		não	não	sim	sim	não	não	sim	sim	não
		Condições Climáticas	não		sim	sim	sim	não	não	sim	sim	não
		Recursos Naturais	não	não		sim	sim	não	não	sim	sim	não
	Elementos Técnicos	Projeto	não	não	não		sim	não	não	sim	sim	não
		Produção	não	não	não	sim		não	não	sim	sim	não
		Tecnologia	não	não	não	sim	sim		não	sim	sim	não
	\$\$	Recurso Financeiro	não	não	não	sim	sim	sim		sim	sim	sim
	Pessoas	Ass. Técnico/Pesquisador	não	não	não	sim	sim	sim	não		sim	sim
		Famílias	não	não	não	sim	sim	sim	sim	sim		sim
		Parceiros do Setor Público	não	não	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim	

Na análise de cada relação, a definição da existência ou inexistência da relação foi feita a partir do acúmulo de conhecimento do pesquisador baseado nas discussões entre os assessores técnicos e nos dados do Grupo Habis relacionados aos processos pelos quais o *Grupo Alternativo* passou. Para simplificar o processo devido ao grande número de variáveis, nas análises iniciais os confrontos foram feitos com as *Categorias* e com os *Grupos de Variáveis*.

A partir do preenchimento da Matriz de Correlação com os confrontos dos grupos de variáveis podem-se fazer algumas afirmações diretas:

- Nada influencia no Solo nem nas Condições Climáticas. – essa afirmação indica que nenhuma ação de qualquer variável causou reação no Solo ou nas Condições Climáticas.
- Tudo influencia no Projeto, Produção, Ass. Técnico/Pesquisador e Famílias. – as ações aplicadas em qualquer variável em análise influenciam diretamente no Projeto, Produção, Ass. Técnico/Pesquisador e Famílias.
- Apenas as Condições Climáticas influenciam nos Recursos Naturais. – as Condições Climáticas podem alterar a disponibilidade e a qualidade dos Recursos Naturais.
- Os Recursos Financeiros, as Famílias e os Parceiros influenciam em tudo, exceto nos **Elementos da Natureza** (Solo, Condições Climáticas e Recursos Naturais). – Os **Recursos Financeiros** e as **Pessoas** (exceto o Ass. Técnico) tem ação direta sobre todas as demais variáveis, inclusive entre si, porém não surtem efeito nos **Elementos da Natureza**.
- **Pessoas** influenciam **Pessoas**, **Recursos Financeiros** e **Elementos Técnicos**.
Após a análise das ações diretas é possível encontrar co-relações (uma variável que sofre efeitos da variável que ela afetou), ações de efeitos indiretas (efeito causado em uma variável através de uma ação em outra variável) ou relações cíclicas (quando uma ação indireta afeta a variável causadora da ação inicial, formando um ciclo de ações). Entretanto, as análises de ações indiretas necessitam de interpretação e acúmulo de conhecimento do pesquisador, pois nem todas as ações são passíveis de efeitos indiretos, como nos exemplos citados abaixo:
- Apesar do Ass. Técnico/Pesquisador influenciar diretamente nas Famílias e nos Parceiros, que por sua vez influenciam no Recurso Financeiro, o Ass. Técnico/Pesquisador não consegue agir sobre o Recurso Financeiro, pois não deve empregar recurso financeiro de forma direta na construção da casa.
- Os **Elementos da Natureza** (Solo, Condições Climáticas e Recursos Naturais) influenciam diretamente nos **Elementos Técnicos** e nas **Pessoas**, no entanto os **Elementos da Natureza** não podem ser influenciados pelos **Elementos Técnicos**, **\$\$** e **Pessoas**.

7. CONCLUSÕES

Visto que a maioria das variáveis afetou outras variáveis, pode-se traçar e indicar um plano de ações aplicadas em determinadas variáveis para alterar o processo do uso da terra para habitação de interesse social em assentamentos rurais, propiciando que um percentual maior de casos seja bem sucedido.

Uma das ações pode ser uma maior atenção na formação de equipe de assessores técnicos, pois um número adequado e uma prévia capacitação dessa equipe têm influencia no processo, visto que assessores técnicos/pesquisadores têm ferramentas de análise e planejamento, além de acesso as demais variáveis.

Outro ponto é estar preparado para as possíveis condições da natureza, pois estes atuam diretamente em alguns elementos técnicos e pessoas, podendo ajudar ou atrapalhar no processo, e como eles não podem ser modificados facilmente, deve-se trabalhar com elas.

A relação entre pessoas é de fundamental importância, pois a maioria das variáveis sofre influencia das famílias, dos assessores, dos parceiros ou de todos eles, o que torna necessário uma boa articulação entre todos.

Essas são algumas considerações preliminares, resultado de análises simplificadas de uma primeira série de exercícios de definição de variáveis e análise das relações entre as mesmas, podendo sofrer futuras alterações com o decorrer de uma apreciação mais detalhada dos dados. Como continuidade deste trabalho será feita uma apreciação mais detalhada da base de dados a fim de uma lista mais precisa de variáveis e das relações entre elas. Posteriormente, será proposta uma nova Matriz de Correlação, onde as relações serão avaliadas e receberão nota de 0 a 4, o que possibilitará identificar as relações entre variáveis de maior peso. Para tanto, será necessário consultar outros assessores, ex-assessores e pesquisadores externos ao projeto Sepé para construção de um banco de dados e criação de uma média. Desta forma podem ser

concentradas ações mais precisas nas variáveis chaves, e favorecer o uso da terra para habitação de interesse social em assentamentos rurais.

BIBLIOGRAFIA

CEF – Caixa Econômica Federal. **Habitação**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/habitacao/> (Consultado: 23/06/2009)

Corrar, L. J., Paulo, E. y Dias Filho, J, M. (2009). *Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia* / FIPECAFI – Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras; Luiz J. Corrar, Edilson Paulo, José Maria Dias Filho (coordenadores). – 1. Ed. – 2. Reimpr. – São Paulo: Atlas, 2009.

Garbin, C. P. e Hoffman, L. (2010). University of Nebraska. Department of Psychology. Research Design and Data Analysis. *Analyses of Qualitative Variables*. Disponível em: <http://psych.unl.edu/psycrs/> (Consultado: 06/07/2010)

Mateus, R. F. M. da S. (2004). *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Minho: Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Minho.

Medeiros, F. B. (2007). *Análise da adequação dos programas de financiamento habitacional para atender as necessidades de aquisição de moradias adequadas da população de baixa renda no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Engenharia). São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica de São Paulo.

Neves, C. M. M. (1994). *Alvenaria de terra*. In: *Arquitecturas de Terra em Iberoamérica*. Buenos Aires: Impresiones Sudamérica; Habiterra/CYTED. p. 41-44.

Shimbo, L. Z. (2004). *“A casa é o pivô”: mediações entre o arquiteto, o morador e a habitação rural*. 2004. 205p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade Estadual de São Paulo (USP), São Carlos.

Silva, F. M. G. (2007). *Análise da sustentabilidade no processo de produção de moradias utilizando adobe e bloco cerâmico. Caso: Assentamento Rural Pirituba II – Itapeva-SP*. São Carlos, 2007. 182p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade Estadual de São Paulo (USP), São Carlos.

Suetake, M. (2008). *Implementação de Sistemas Inteligentes em Processadores Digitais para Controle de Máquinas Elétricas Rotativas*. São Carlos, 2008. 193. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade Estadual de São Paulo (USP), São Carlos, 2008.

Currículo:

Rafael Torres Maia. Arquiteto e Urbanista (UFAL, 2006), Mestrando do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC-USP) – Bolsista pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP - Pesquisador Habis (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC-USP/UFSCar – Brasil)

Akemi Ino. Dra. Engenheira em Construção Civil e Urbana (POLI/USP, 1992), Profa. do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – EESC-USP – Coordenadora do Grupo Habis - EESC-USP/UFSCar – Brasil.

ITINERARIO TURÍSTICO PATRIMONIAL DE ARQUITECTURA DE TIERRA - IGLESIA, SAN JUAN, ARGENTINA –

Plana, María Rosa – Pochi, Ana Valeria – Fábrega, Mabel – Testa, Eliana
Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat, IRPha / Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, FAUD / Universidad Nacional de San Juan, UNSJ / Av. Ignacio de la Roza 590 (O), Complejo Universitario "Islas Malvinas" Rivadavia / San Juan. CPA: J5402DCS / ARGENTINA/ Tel: 0054-0264- 4232395 / e-mail: planamariarosa@gmail.com

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible.

Palabras-clave: **Arquitectura de Tierra - Patrimonio - Turismo**

RESUMEN

Los itinerarios culturales son una nueva forma de hacer turismo, comenzando el disfrute y el aprendizaje al iniciar el viaje en cuyo transcurso se van descubriendo atractivos culturales y naturales de un sitio. El tener contacto directo con el bien patrimonial produce sensaciones únicas que en oportunidades despierta en el visitante vivencias capaces de retrotraer momentos históricos.

El objetivo fundamental de este trabajo es **conservar bienes patrimoniales construidos con tierra cruda a través del turismo** con lo que se espera difundir la cultura al profundizar el conocimiento y la valoración del patrimonio por los pobladores y al considerar los visitantes como embajadores de la cultura local.

Se propone una oferta turística distintiva consistente en un itinerario **turístico-patrimonial** que muestra **la arquitectura, construcciones complementarias del hábitat rural y artesanías, manifestaciones culturales construidas con tierra cruda en el departamento Iglesia-** San Juan. Las interacciones del trinomio tierra, patrimonio y turismo contribuyen a la valoración y conservación del patrimonio local posibilitando la definición de acciones capaces de sustentar los aspectos genuinos del territorio a la vez que generan recursos económicos en las comunidades locales.

Las construcciones antiguas de tierra cruda de los departamentos cordilleranos del norte de la provincia de San Juan tienen un valor agregado, por su permanencia a través del tiempo, dado que no sufrieron los efectos destructores de los terremotos de 1944 y 1977, que destruyeron totalmente los edificios de la ciudad capital, llevándose con ello su historia.

Iglesia, lugar donde se realiza el estudio, posee casonas, capillas y edificios singulares construidos en adobe y tapia que conservan rasgos estilísticos de fines del 1800. El horno para cocinar el pan, construcción complementaria de la vivienda, que aquí se considera, lo construyen desde siempre en adobe y para completar los bienes culturales se toman las artesanías de cerámica que también se elaboran con arcillas del lugar. La tierra así trabajada constituye un valor importante formador de identidad.

El circuito propuesto muestra bienes patrimoniales con alto valor histórico, tecnológico y social, por tanto son considerados parte importante del patrimonio del departamento.

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

La provincia de San Juan, por sus características naturales, permite desarrollar actividades productivas que van desde la minería por su extenso territorio montañoso, la agricultura y la ganadería en sus oasis, hasta la agroindustria en sus asentamientos poblacionales.

La zona, se encuentra ubicada en un área de actividad sísmica de alto riesgo, al situarse en la intersección de las denominadas placas de Nazca y Sudamericana, según la teoría tectónica de placas.

Los departamentos de Iglesia y Jáchal, ubicados al norte de la provincia de San Juan, son valles cordilleranos que poseen geografía agreste, nieves eternas, soleados días, tupidas arboledas, aire puro, fauna silvestre y flora autóctona, creando un conjunto de gran diversidad y apetecibles para el descanso del hombre que viven zonas urbanas. Su clima es privilegiado a una altura promedio de 1.950 metros sobre el nivel del mar.

El departamento Iglesia fue creado sobre la base de los potreros y estancias entregados entre 1753 y 1755 a los vecinos de la recientemente fundada Villa de San José de Jáchal, que eran originarios del Valle de Pismanta -antiguo nombre del Valle de Iglesia-. Hoy se conservan

construcciones coloniales de esa etapa y testimonios del poblamiento indígena, que también fue importante.

Metodología

En el territorio descripto, el equipo de trabajo hizo un riguroso relevamiento y valoración del patrimonio natural y cultural -tangible e intangible-, para ello se analizaron los aspectos favorables y desfavorables tanto externos como internos, de cada bien.

La realidad se estudia mediante trabajo de campo, recogiendo los datos en forma directa. Se identifican los bienes patrimoniales culturales, materiales e inmateriales asociados al recurso turístico, se analizan en profundidad para obtener información más precisa con el manejo de distintas variables según las temáticas.

Para la selección de los bienes patrimoniales se procede a valorar los objetos relevados más significativos que poseen valor patrimonial y turístico. Cada caso requiere juicios de valor objetivo para lo cual es consecuente definir los criterios técnicos y escalas de evaluación consensuados en el equipo y en función del análisis de la realidad.

Se reconoce al patrimonio como el testimonio más importante de una cultura popular; para considerarlo como tal debe ser valorado. El momento de la valoración es una de las instancias del proceso de conservación que pocas veces es asumido rigurosamente, concretándose con el estudio de la relación existente entre los valores y la cultura reconociendo su dependencia con el momento histórico y la forma que cada sociedad e individuo lo vive y lo asume.

La autenticidad, la identidad y el turismo son los valores que se trabajan por ser los más adecuados al objetivo del trabajo y al patrimonio rural de estas regiones. El rol de estos valores es primordial tanto en los estudios científicos, intervenciones y restauraciones como en los procesos de inscripción en la lista de patrimonio mundial o en cualquier otro inventario de patrimonio cultural.

El patrimonio adquiere valor en función de su capacidad como elemento de identificación de un pueblo. La consecuencia de esa posición, tanto para la determinación de los bienes patrimoniales, como para su tratamiento conduce a operaciones de rescate o refuncionalización por vías ricamente creativas. Según Marina Waisman a ningún objeto puede “asignársele o reconocérsele valor o significado sino es en relación con un grupo humano”.

El diagnóstico del departamento Iglesia confirma, lo que a priori se podía observar, la diversidad de su patrimonio tangible, pero también evidencia el sentimiento de arraigo de la población y la valoración inconsciente de su patrimonio. Estas dos últimas actitudes, hacen propicio el desarrollo de acciones para la salvaguardia del patrimonio con la participación de los protagonistas.

Los itinerarios culturales están asociados indefectiblemente a un reconocimiento y valor del patrimonio muy particular dado que a través de los bienes identificados se revela la identidad y trasciende el localismo para crear significados en la memoria de los visitantes.

Tratamiento de los valores de los bienes culturales

Valor	Técnica	Variables
Autenticidad	Observación directa	descripción del bien conductas exteriorizadas tradición heredada y transmitida sin cambio.
Identidad	entrevistas en profundidad	sentimiento de pertenencia Interacción con el bien Significados.
Turístico	Interpretación de información	participación popular potencialidad factibilidad

Los bienes con valores altos son los seleccionados para integrar el itinerario, en la seguridad que con la interacción de los tres enfoques se ha elegido el patrimonio que es reconocido y está ligado significativamente con los pobladores, sumado a la importancia que le otorgan sus aspectos tangibles, históricos y otros. Ello indica que se pueden prever acciones de colaboración y sensibilización para defender el patrimonio.

BIENES PATRIMONIALES COMPONENTES DEL ITINERARIO

Los bienes patrimoniales que componen el itinerario responden a diferentes categorías, cada una de ellas independientes entre sí pero a la vez integrantes de un hábitat rico en diversidad e interacciones humanas y naturales.

Se muestran los poblados del departamento que poseen patrimonio cultural y natural interesante. En cada localidad se instruye al visitante con ejemplos concretos de **sitios naturales** y **obras arquitectónicas** enfatizando el conocimiento con las **tipologías** de las construcciones patrimoniales, completando el entorno de la vivienda con la presencia protagónica del horno. Finalmente se incluye en el viaje una visita para ver y comprar **cerámica** de barro cocido incluyendo el aprendizaje del proceso de elaboración in situ y las explicaciones de los artesanos del lugar en sus propios talleres.

Según el tipo de patrimonio, los bienes identificados a visitar son los siguientes.

- › **Patrimonio Arquitectónico:** Casonas, capillas, palomar, trulys y cementerios.
- › **Patrimonio Urbano:** Tapiales divisorios
- › **Patrimonio Arqueológico:** Ruinas de viviendas y corrales prehispánicos.
- › **Patrimonio Intangible:** Artesanías con los personajes que trabajan la tierra cocida, a lo que se le agrega el uso del horno de barro y su producción el pan y la semita.
- › **Patrimonio Natural:** paisajes de montañas de donde extrae la materia prima, la tierra con calidad necesaria para los diferentes usos posteriores.

Todos los poblados del departamento tienen algo para ofrecer al visitante, valiosos y variados ejemplos de patrimonio de tierra, pero se visitan solamente los seleccionados.

Propuesta

GUIÓN SINTÉTICO DEL ITINERARIO CULTURAL

El grupo, integrado por pocos turistas, para proteger la integridad de los bienes, parte de la localidad de Pismanta donde se encuentra el tradicional hotel con baños termales que dan identidad al lugar, ideal para el alojamiento de los pasajeros.

Parada: 1- Angualasto - Ruinas Arqueológicas y Museo

Están situadas en la localidad de **Angualasto** a la que se llega después de recorrer 28 km en dirección norte, constituyen restos de viviendas y corrales de la Cultura del Barro que datan aproximadamente de 1500 años. Tiene un alto valor de autenticidad, por ser uno de los primeros asentamientos de San Juan que han quedado vestigios. Existen testimonios a la vista, ello le otorga un alto grado de autenticidad. Se propone crear un Museo de Sitio, haciéndose necesario confeccionar un guión con información abundante para dárselos a conocer no solo a los visitantes foráneos sino a los pobladores locales que no poseen conocimiento formal sobre el tema. Protegido por Ley Provincial N° 7.300

La cultura Punta de Barro o de agricultura temprana se desarrolló en San Juan hasta aproximadamente el año 500DC. Se intenta situar esta cultura en su contexto tanto espacial como histórico con la intención de reconstruir conceptualmente un periodo de la historia de San Juan y con ello destacar los valores que posee para la ciencia y para la gente común que ante la desinformación no aprecia su contenido y por tanto no se siente identificado con ella.

La instalación humana de Punta de Barro estaba situada al norte del barreal de Angualasto, al pie de la cadena de lomas que separan el piedemonte, bajo el piedemonte medio, ubicada en una loma en la cercanía de una vertiente que por su poco caudal necesitaba ser represada para poder luego regar los sembrados, acequias y canales de los que quedan rastros. Esta población estaba situada a 1.800m de altura y se encuentra protegida de los vientos del oeste por las lomas. La ruinas se encuentran sin ninguna protección y expuestas a ser dañadas, para transformarse en museo de sitio y ser un recurso turístico urge ser trabajadas para protegerlas. En la actualidad, Angualasto es un poblado con disposición aterrizada posee hermosas vistas y sus pobladores alternan trabajos agrícolas con las labores artesanales, elaboración de vino patero, cerámica, trenzado de cuero y tejido al telar.

Parada: 2- Colanguil - Petroglifos, Templo, Ruinas, Vivienda y Escuela.

Pequeño valle agrícola ganadero ubicado al pie de la imponente Cordillera de Colanguil. La cercanía y presencia de la Cordillera de Colanguil, sus glaciares al poblado lo hacen el más cercano a la impresionante mole de la cordillera de Los Andes.

Cuenta con un importante número de petroglifos de la cultura local prehispánica. con inscripciones y grabados, que denotan un manejo de la técnica del trabajo sobre la piedra extraordinario, llegando muchos de ellos a sobrepasar la tonelada.

Separado del caserío de Colanguil y cruzando el lecho del río seco, se encuentra un conjunto de construcciones de tierra muy antiguas, **la Capilla de San Isidro Labrador, las ruinas de una vieja escuela y los resto de una antigua construcción que data del año 1750**, de características muy primitivas, construida con cimiento de piedra bola y muros de tapia, la tradición popular cuenta que allí se alojó Cornelio Saavedra, después de los conflictos suscitados en la Revolución de Mayo en 1810. Ubicado en el corazón del poblado, se encuentra un retoño del manzano testigo de la presencia de Cornelio Saavedra.

El Templo San Isidro Labrador está construido con mampostería de adobe y tapia, su techo con rollizo, caña y barro. Los pobladores son devotos de este santo y cuentan que era un agricultor español, trabajador rudo de la tierra manteniendo así a su familia, en sus horas de trabajo rezaba y elevaba plegarias al todopoderoso para que sus cosechas fueran buenas y además para mitigar el cansancio de sus largas jornadas.. En Colanguil se lo adopto como patrono por ser un pueblo agrícola.

La Escuela Nacional Nº 161, Gendarme Madrid, conserva un estado de conservación regular, data de principios del siglo XX, hasta la década del 60 la escuela recibía este nombre, actualmente conocida entre los pobladores como escuela vieja.

Este conjunto edilicio, necesita intervenciones para asimilar a los visitantes sin que sean afectados en su integridad. Por lo que se propone una **consolidación estructural** a los edificios, ruinas y mejoramiento del entorno.

Parada 3- Las Flores - Casonas Italianizantes y Palomar

La localidad de Las Flores se ubica en una depresión intermontana que se extiende en sentido norte a sur. Es un valle de forma alargada, con alturas que oscilan en el orden de los 2000 m.s.n.m. Se caracteriza por la subdivisión geográfica de su plano que se secciona en varios núcleos poblacionales denominados Las Flores de Arriba, Las Flores de Abajo, El Llano Alegre, El Jarillal y El Sauce.

Alrededor de la plaza se encuentran el palomar y las **cinco casonas más antiguas del lugar, de estilo italianizante y una rica historia, conservan rasgos del siglo XIX**. Existen sin modificaciones debido a la escasa renovación urbana y edilicia que obedece al estancamiento económico y la distancia con centros urbanos importantes. **Están construidas en adobe elaborado con tierra del lugar combinada con paja cortada o estiércol y finalmente es secado al sol**. Resulta un material que se adapta muy bien a las condiciones climáticas de esta zona de escasa humedad ambiente y pocas precipitaciones.

Se destaca la vivienda **“del balcón”**, su aspecto es único y representa a una vivienda urbana pero construida con materiales y tecnología similar a las otras casonas. Data aproximadamente de finales del siglo XIX, perteneciente a la familia Barrios, era un punto de encuentro de novias y quinceañeras para fotografiarse en el balcón, además de haber funcionado por mucho tiempo como pista de baile. Lamentablemente tiene un estado de conservación malo, necesitando urgentemente acciones de restauración y conservación. Las otras casonas están habitadas como viviendas familiares y negocios pero si su destino es turístico se tienen que restaurar y adaptarlas a nuevos usos.

También en la localidad se puede apreciar una edificación singular que es el **Palomar**. Se trata de una construcción particular cuya función es la de albergar palomas construido material árido o adobe, de planta circular que conforma un volumen cilíndrico exteriormente ciego. Su interior esta conformado por un sistema de celdas para albergar y criar a las palomas. Este cuerpo no presenta cubierta.

Este tipo de construcciones tiene su origen en la antigua Roma y se puede encontrar a lo largo de la historia europea en las construcciones rurales. Llega a estos territorios por los inmigrantes europeos como parte de la transculturación que vivía el país a fines del XIX y principios del XX.

Siguiendo por el Llano Alegre, siempre en la localidad de Las Flores, se realiza la siguiente parada en la casona de la **artesana ceramista** donde ella espera a los turistas trabajando sus cacharros. Allí se puede comprar o apreciar la preparación del barro, construcción y cocción de distintas piezas de cerámica.

Parada 4- Achango - Capilla

Es un conjunto de caserío, corrales, cementerio y capilla, declarados Monumentos Histórico Nacionales, ubicado en una loma entre la cordillera Frontal y la precordillera. Es un pequeño oasis, en una zona agreste y semiárida.

Los pobladores de la zona veneran a la virgen del Carmen, patrona de Achango desde hace muchos años.

El edificio de la capilla es de planta sencilla, un rectángulo accedido por el frente y un campanario ciego. **Los muros son de adobe de 90cm. de espesor. El techo con pendiente a dos aguas, de madera de algarrobo, con entramada, y palos atados con tientos de cuero, cubierta de torta de barro, revoque muy grueso. El piso de tierra apisonada con alfombras tejidas.** La conservación del conjunto es buena pero la información sobre el sitio no está disponible para el público y su frondosa historia se pierde, para los pobladores porque desde la ciencia es estudiada constantemente.

Parada 5 -Rodeo - Capilla y Casonas.

Se visita la **capilla** ubicada en el centro de la localidad, se venera a Santo Domingo de Guzmán y tiene una rica historia en lo que se refiere al edificio y a su imaginería. Como la mayoría de las capillas ha sido construida con sistemas constructivos tradicionales y con materiales extraídos directamente de la naturaleza. Posee muros de adobe, los techos tienen pendientes a dos aguas, de madera, con entramada, y palos atados con tientos de cuero, cubierta de torta de barro, revoque grueso de barro. y solo en el frente. En el recorrido por la calle principal de nombre Santo Domingo se pueden apreciar casonas antiguas remodeladas algunas para comercio, restaurante y otros.

Parada 6 - Villa Iglesia y Bella Vista - Tapias y Molinos.

Durante todo el recorrido se pueden observar **tapias**, son verdaderos cordones de barro y paja apisonados de aproximadamente 1,20m de alto, se utilizaban como muros divisorios de las propiedades y como contención para los animales que se crían sueltos en el campo.

La técnica consiste en apisonar tierra húmeda dentro de encofrados deslizantes e ir, de este modo, formando las paredes. La tierra a usar puede ser amasada con paja, actuando como un almacén. Se caracteriza por ser una masa compacta, mezcla de tierra y ripio apisonada. Presentan el beneficio de su resistencia al paso del tiempo. Iglesia cuenta con gran cantidad de estos tapias, es necesario realizar acciones de intervención y gestión para conservarlos.

En Bella Vista se encuentran el viejo molino y en villa Iglesia el Molino Escobar. La maquinaria es de madera en su totalidad, salvo las tolvas del molino Escobar que son metálicas. Son construcciones de material crudo de muros anchos, –adobes- asentados con argamasa cruda –barro-. Los techos son a dos aguas de escasa pendiente, formados por una estructura de rollizos de álamos que apoyan en la viga cumbreira y en los muros de adobe. Sobre estos están clavadas las cañas; la cubierta es de torta de barro, como aislante térmico y una capa de mezcla con breá como aislante hidráulico. Las paredes en torno a la rueda y el canal son de piedra En el año 2000, por la Ley 25.291, se declaran Monumentos Históricos Nacionales los molinos harineros y casonas históricas.

El molino de Bella Vista se encuentra colapsado por lo que se requiere un trabajo de consolidación para conservar lo que está, dejarlo en ruinas y poder apreciar aquí el ambiente, el proceso de llegada y entrada de agua y contar las historias y leyendas que encierra, el Molino Escobar se encuentra en buen estado por lo que se puede visitar y contar el proceso de molienda.

Parada 7 - Guañizuil - Trulys

En este sitio se visitan los trulys, construcciones que responden a los principios de la eco-arquitectura, son de adobe con base circular y techo abovedado, el peso de la cúpula hace que los muros se estabilicen por medio de contrafuertes. La unión entre el encadenado y la cúpula así como entre el muro y el encadenado debe ser muy estable para transmitir las fuerzas

horizontales del sismo. Se conocen científicamente porque es un tema estudiado y analizado por el Arq. Gernot Minke. Si bien no son característicos del lugar tienen un estilo y tecnología apreciables para el visitante.

Parada 8 - Horno de barro

Termina el recorrido degustando en el patio de una casona, ubicada entre las localidades termales de Centenario y Rosales, donde Doña Adela ofrece su pan casero y semitas con chicharrones recién horneados acompañadas con mates perfumados con yuyos de la cordillera. El horno que ya se ha observado en todo el recorrido se puede apreciar desde cerca junto a la vivencia de su uso que es característico de la región.

El horno, es una construcción espontánea y tradicional responde a los condicionantes climáticos y culturales, amasar y hornear el pan de cada día y otros alimentos, además porque en la mayoría de los sitios no se dispone de otro tipo de energía.

La forma es simplemente una cúpula autoportante, apoyada en una base cuadrada. Es la utilización óptima de las dimensiones, de la geometría, de una utilización racional de los fenómenos físicos naturales como la conversión del aire, la radiación de los materiales, la ubicación de las aberturas.

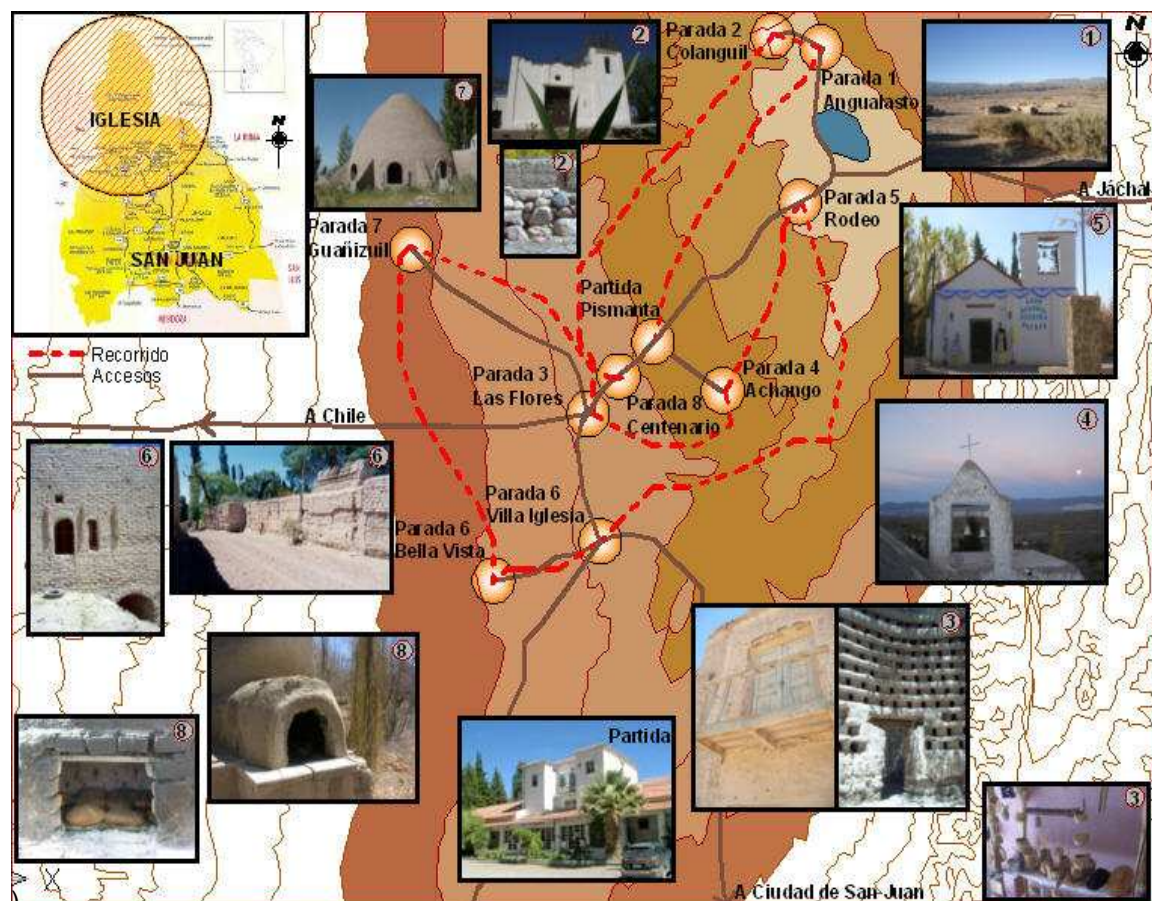


Fig.1 – Recorrido Itinerario Cultural en el departamento Iglesia, San Juan, Argentina (2010)

REFLEXIÓN FINAL

La incorporación del turismo en áreas rurales permite la conservación de los bienes patrimoniales junto a sus técnicas y procesos de elaboración por la misma finalidad de esta actividad cual es la de mostrarlos.

El desarrollo del turismo sustentable puede abastecer necesidades económicas sociales y estéticas, a la vez que mantiene íntegra la cultura. Este tipo de turismo puede proveer beneficios a generaciones presentes sin disminuir las posibilidades de obtención de beneficios a generaciones futuras a la vez que potencian las tradiciones y costumbres locales.

Es importante recordar que la UNESCO considera como principio fundamental que el patrimonio cultural de cada uno es el patrimonio cultural de todos. De esta forma las responsabilidades sobre

el cuidado y la gestión del patrimonio recaen en primer lugar sobre la comunidad a la que pertenece. Sin embargo los gobiernos y científicos que adhieran a cartas y convenciones internacionales, relativas al patrimonio cultural, deben aceptar las obligaciones y la ética que están en sus bases, y junto a las comunidades trabajar para la conservación del patrimonio. La conveniencia de mantener la herencia cultural de los pueblos, su **cultura viva** en combinación con los recursos naturales, constituyen la principal estrategia de desarrollo del producto Turismo Rural.

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Nacional de la Manzana de las Luces Centro Internacional (2005). Itinerarios y Rutas Culturales. Vías de comunicación e intercambio de experiencias, bienes y costumbres. El patrimonio desde una mirada integral VIII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación. Buenos Aires- Salta, Argentina.
- Dachary, Alfredo Cesar y otros (2003). Turismo Rural y economía local. Universidad de Guadalajara y Universidad Nacional del Litoral. México.
- De Paula, Alberto (2006). Ponencia La esencia social de la cultura y el patrimonio. Autenticidad = identidad. Actas del VIII Congreso de Rehabilitación del patrimonio Arquitectónico y Edificación. Dimensión Social del Patrimonio. Salta Argentina.
- Erostarbe, Juan Mariel y otros (1983). "Achango". Universidad Nacional de San Juan. FFHA. UNSJ. San Juan. Argentina.
- María Rosa Plana y Mabel Fábrega (2006-2007). Proyecto: El Patrimonio natural y cultural del departamento Iglesia como elemento articulador del desarrollo local. Unidad Ejecutora: IRPha. Facultad de Arquitectura – UNSJ. San Juan, Argentina.
- Viñuales, Graciela María (1981) Restauración de Arquitectura de Tierra. Ed. del Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de La Arquitectura del Urbanismo, Tucumán.
- María Rosa Plana y Mabel Fábrega (2008-2010). Proyecto: Planificación de proyectos culturales para la puesta en valor del patrimonio del departamento Iglesia. Unidad Ejecutora : IRPha - IDIS. Facultad de Arquitectura – UNSJ. San Juan, Argentina.
- Moreno, Carlos. De las viejas tapias y ladrillos. Españoles y criollos, largas historias de amores y desamores. Icomos Comité Argentino. Argentina. 1995.

Plana, María Rosa.

Tel.: 0054 264 421 64 23. **E-mail:** planamariarosa@gmail.com, **Dir.:** Av. Córdoba (E) 299. 5400 San Juan – Argentina.

Arquitecta. Master Conservación, Rehabilitación, Reciclaje, Mantenimiento y Restauración del Patrimonio Edificado. CICOP Argentina. **Investigador-Docente.** Cátedra "Teoría Historia y Crítica Arquitectónica IV". "Protección del Patrimonio Arquitectónico y Urbano, FAUD/UNSJ

Delegada. Comisión Nacional de Museos, de Monumentos y Lugares Históricos. Sec. de Cultura de la Nación.

Pochi Dorazio, Ana Valeria:

Tel.: 0054 264 434 00 92. **E-mail:** anapochi@live.com.ar. **Dir.:** Alférez Sánchez 3537 (O) San Juan – Argentina.

Arquitecta (2008), Becaria Investigación CICyTCA, UNSJ. (2009-2011), Tema: "Estudio y proposición de técnicas de restauración para la arquitectura de tierra de los edificios patrimoniales del Departamento Iglesia, como base para la elaboración de un manual técnico". JTP Adscripta: dos Proyectos de Investigación, Asignatura: Protección del Patrimonio Arquitectónico y Urbano (2009-2010).

Fábrega, Mabel.

Tel.: 0054 264 423 29 45. **E-mail:** fernandezfabrega@speedy.com.ar

Especialista en Docencia Universitaria, Licenciada en Ciencias de la Comunicación. Profesor Titular. Asignatura Psicología de la Comunicación, **Profesor Adjunto.** Asignatura Gestión Empresarial y Mercadotecnia, carrera Diseño Gráfico. **Investigador Categoría III** IRPha, FAUD-UNSJ.

Testa, Eliana Gabriela.

Tel.: 0054 264 454 54 70. **E-mail:** elianatesta@yahoo.com.ar. **Dir.:** calle tejada 444 o Bº Centinela 3 Chimbas, San Juan – Argentina.

Estudiante de Arquitectura. Ayudante de segunda categoría (alumna) perteneciente al IDIS, **Adscripta de Investigación** perteneciente al gabinete IRPha. FAUD-UNSJ.

AS FIBRAS VEGETAIS E SUA IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES COM TERRA.

Ana Cristina Villaça Coelho,
Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais da PUC-Rio.
55 21 91466874, anavillaca@gmail.com

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras-clave: fibras vegetais, construção em terra, sustentabilidade.

RESUMO

A partir da constatação de que as fibras naturais podem ter grande potencial de aplicação na melhoria do desempenho de materiais, este artigo busca indicar e analisar as potencialidades do uso de fibras vegetais produzidas no Brasil, visando sua aplicação nas técnicas construtivas com terra, a partir da cadeia produtiva de materiais de construção convencionais, e propõe uma intersecção baseada na cadeia extrativista da silvicultura de ciclo curto das espécies, embasado nos princípios de Agroecologia¹ para a aplicação em técnicas de construção com terra. Desta forma, busca aliar as inovações tecnológicas no campo da Ciência dos Materiais, com políticas de incentivo ao desenvolvimento de Arranjos Produtivos Locais (APL)², visando a obtenção de materiais de construção que atendam ao atual paradigma da sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Na história da humanidade, os avanços tecnológicos permitiram a melhoria da qualidade de vida, a conquista de terras e povos. As fibras vegetais que no passado serviram para tecer panos para as velas dos navios, hoje servem de reforço para materiais diversos, inclusive estruturais. A partir do domínio de novos conhecimentos a fabricação de fibras a partir de minerais ou polímeros contribui para a melhoria do desempenho de equipamentos e produtos na atualidade.

Superar as fronteiras do conhecimento em uma determinada época, por vezes pode significar olhar para o passado para avançar além do que se tem. A interpretação de escolhas tecnológicas feitas no passado, juntamente com a tecnologia disponível na atualidade proporcionou à indústria da construção a apropriação de alguns usos e conceitos, e sua incorporação para a melhoria de materiais de construção que atendam às necessidades atuais frente ao desafio da sustentabilidade.

Este artigo destaca a possibilidade da incorporação da cadeia produtiva de fibras vegetais, destacando o exemplo da juta amazônica, como forma de gerar emprego e renda para populações menos privilegiadas, e onde a tecnologia construtiva com terra reforçada com fibras poderia ser bem aproveitada. Desta forma, as mesmas pessoas que cultivam as fibras, poderiam ter o conhecimento de como usá-las para uma construção tecnicamente correta, através da capacitação com profissionais habilitados.

2. A CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A cadeia produtiva da indústria da construção é muito heterogênea, começa na extração de matérias-primas, por vezes não-renováveis, para a produção de materiais de construção. Este processo de extração, além de criar pressão sobre recursos naturais, consome combustíveis ou energia elétrica, gera emissão de gases do efeito estufa (GEE), resíduos sólidos e efluentes. O beneficiamento destas matérias ainda gera emissões pelo transporte até os pólos produtores e pelos processos aos quais que as matérias-primas são submetidas. Este modelo de produção é insustentável e precisa ser repensado. (DECONCIC, 2008)

O atual desafio enfrentado por engenheiros, arquitetos, urbanistas e administradores públicos é o de operacionalizar o conceito de sustentabilidade na produção do ambiente construído. Hoje, já não se discute o conceito, mas a maneira de colocá-lo em prática, o que envolve enfrentar a complexidade inerente tanto à cadeia produtiva da indústria da construção civil, quanto ao próprio conceito de sustentabilidade.

A Indústria da Construção Civil é composta por uma complexa cadeia produtiva que abrange subsetores industriais diversos, tais como: mineração, siderurgia do aço, metalurgia do alumínio e do cobre, vidro, cerâmica, madeira, plásticos, equipamentos elétricos e mecânicos, fios e cabos e diversos prestadores de serviços como escritórios de projetos arquitetônicos, e serviços de engenharia. Esta visão, que interliga setores diferentes da economia como extração, comércio e serviços, caracteriza toda a complexidade a ser enfrentada na organização do setor, como é mostrado esquematicamente na figura 1. (DECONCIC, 2008)

A produção do ambiente construído, ainda que possa ocorrer das formas mais inusitadas, deve seguir uma seqüência de procedimentos, técnicos e administrativos, que envolvem práticas profissionais, práticas sociais, relações de mercado, e normativas, configurando um cenário bastante complexo. Lidar com esta complexidade é um desafio inevitável, que deve ser enfrentado por todos os setores da sociedade.

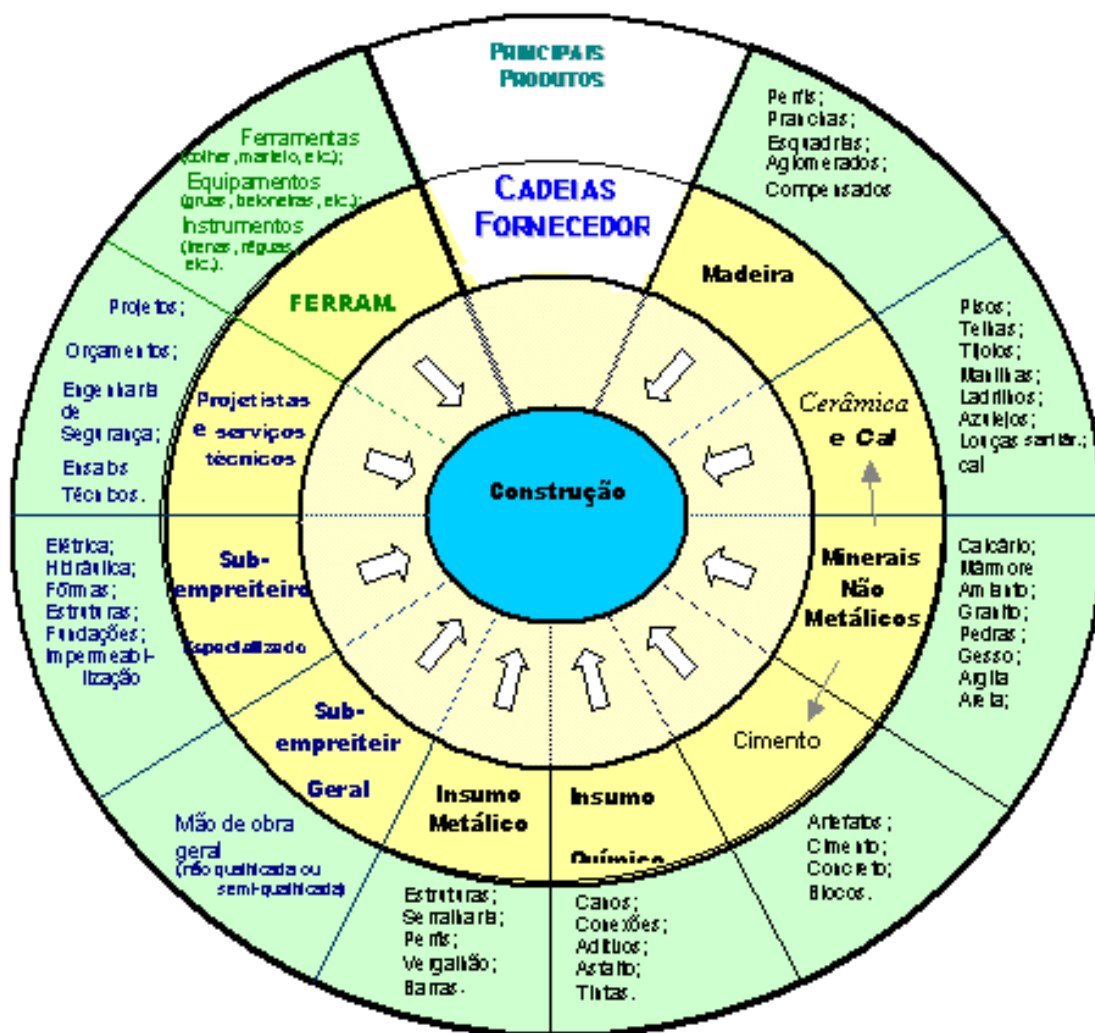


Figura 1. Principais fornecedores e insumos para a construção (adaptado de Fabrício, 2003)

A tecnologia construtiva adotada no país, baseada no consumo de materiais à base de clínquer (componente básico dos cimentos), é altamente poluidora. Consome de 100 a 200 vezes mais que a indústria automobilística. Estima-se para cada tonelada de clínquer de cimento produzido, é emitida 1ton de CO₂ para a atmosfera. A produção anual de cimento chega a 1,5 bilhões de toneladas, o que é responsável por 7% das emissões globais de CO₂.

O gráfico 1 mostra a previsão do crescimento populacional em comparação com o consumo de concreto. A linha tracejada desenha uma parábola que tem seu ápice em 2050, com o consumo de concreto de 18 bilhões de t/ano, e a partir de então começa a decrescer até que em 2100 chega ao mesmo consumo do ano 2000. Esta previsão considera que até o ano 2050 a sociedade já terá conseguido incorporar os princípios da ecologia industrial e que a durabilidade das estruturas construídas terá melhorado.

Desta forma, serão necessários menores volumes de matéria-prima para atender a novas demandas. Já o gráfico 2, faz uma previsão da concentração de CO₂ na atmosfera para o ano de 2100, caso o padrão de consumo e processos produtivos estabelecidos atualmente não apresentem mudanças, a concentração de CO₂ poderá chegar a 800 ppm (Mehta, Monteiro, 2008).

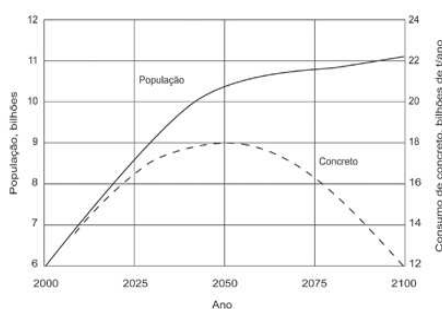


Gráfico 1. Previsão do crescimento populacional e

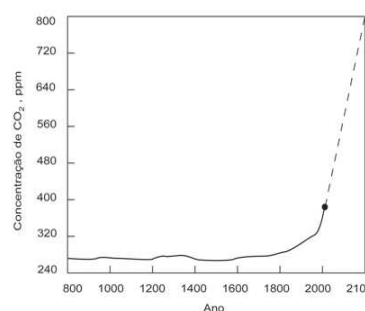


Gráfico 2. Concentração atmosférica de CO₂ passadas e futuras (Mehta; Monteiro, 2008)

Soluções sustentáveis devem contemplar os aspectos social, econômico, ambiental, geográfico e cultural. Não podem apenas privilegiar a questão ambiental, é necessário que, paralelamente aos cuidados ambientais, sejam observados os outros aspectos como, por exemplo, a questão habitacional para populações cada vez mais numerosas. Daí a dificuldade de se conseguir ações que realmente sejam sustentáveis. Pois para a operacionalização da sustentabilidade, há que se observar o conceito de sustentabilidade e a sua construção respeitando as peculiaridades locais.

3. EM BUSCA DA OPERACIONALIZAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

Sustentabilidade em construção (e nas construções com terra não é diferente) está fortemente correlacionada à durabilidade dos componentes construtivos e das estruturas. O material constituinte é mais determinante da sustentabilidade que a geometria da estrutura em si. Isto implica em rever condicionantes de projeto, como por exemplo, as propriedades físicas dos materiais de construção. Nesta perspectiva, pode-se afirmar que um material que apresenta vida útil longa, é considerado sustentável, pois quando não precisa ser substituído por um novo, alivia a pressão sobre os recursos naturais. Há até pouco tempo, acreditava-se que a propriedade determinante para a durabilidade de um material de construção era a sua resistência mecânica. Atualmente é possível analisar a questão por outro prisma: a resistência tem menos influência sobre a durabilidade, que a tenacidade de um material. Isto

porque, com o material mais tenaz, é possível que se faça a previsão de uma manutenção reparadora neste material assim que mostre sinais de que precisa, e antes que ele atinja seu fim de ciclo e colapse.

As altas resistências mecânicas, anteriormente buscadas nos materiais de construção, muitas vezes não encontravam aplicação prática nas estruturas mais usuais da construção, como por exemplo, habitações de interesse social. Apesar de alta resistência seu módulo de ruptura é frágil, causando colapso da estrutura antes mesmo que se pudesse perceber que estava em risco e pudesse passar por manutenção. Assim, muito investimento era feito visando somente a maior

resistência, sem que se considerasse as aplicações práticas que se beneficiariam de todo o investimento na busca de uma material ultra-resistente.

No campo de estudo da arquitetura e construção com terra, o uso de fibras vegetais ou artificiais, dependendo dos recursos, da técnica construtiva a ser utilizada, se apropria das vantagens da incorporação destas fibras de maneira diferente. Muitas patologias observadas nas construções com terra ocorrem pela falta de orientação técnica quando da construção, por falta de acesso à informação ou até mesmo por falta de recursos financeiros. Mas as construções com terra, como toda construção necessita de manutenção periódica e a incorporação de fibras nestas matrizes frágeis, à base de terra, contribui para que o material se torne mais tenaz, além de aumentar sua resistência mecânica, adiando, ou até mesmo evitando seu colapso.

Um material de construção considerado durável quando tem a capacidade de resistir à ação de intempéries, ataque químico, abrasão, ou qualquer outro processo de deterioração. Um material durável preservará sua forma, qualidade e capacidade de uso original quando exposto ao ambiente de uso para o qual foi projetado. Nenhum material é propriamente durável, pois suas propriedades podem mudar ao longo do tempo. Desta forma, “um material alcança o fim de sua vida útil, quando suas propriedades, sob determinadas condições de uso, tiverem se deteriorado de tal forma que a continuação de sua utilização se torna insegura e antieconômica.” (Mehta; Monteiro, 2008,p.122)

A proposta de utilização da terra como material de construção vem ao encontro deste novo paradigma de desenvolvimento, não apenas por utilizar materiais locais em suas técnicas, também a montagem é de baixo consumo de energia e pouca ou nenhuma geração de gases do efeito estufa (GEE), além de evitar a emissão de poluentes por não haver transporte de componentes construtivos. É preciso destacar também a importância que as técnicas de construção com terra têm, em algumas comunidades pelo mundo, no resgate e fortalecimento da identidade local, da sua capacidade de mobilizar pessoas para através da geração de oportunidades de trabalho, melhorar a qualidade do seu espaço habitado. Por outro lado, é também preciso sistematizar o conhecimento tradicional e os modos de produção de cada técnica; embasar cientificamente os procedimentos adotados; investigar as suas patologias e criar procedimentos que permitam a maior durabilidade das construções com terra.

Para além dos condicionantes locais da construção, no caso de se adotar um sistema semi-industrializado de produção e reprodução (das técnicas de terra) em direção a uma escala mais ampla, significa considerar a possibilidade de gerar emprego e renda para as populações locais, que poderia ser aquela que cultiva a fibra, respeitando seus saberes tradicionais: sua cultura. Aliar esta meta à produção de novos materiais não-convencionais de baixa emissão de CO₂ resulta em um empreendimento de baixo impacto ambiental e alto impacto social, que ainda resultaria na produção de habitações de interesse social, dentro das diretrizes da sustentabilidade.

Uma das possibilidades que se apresentam, é a incorporação de fibras vegetais aos materiais de construção para melhorar seu desempenho mecânico. Para isso, uma idéia geral é o uso de argamassas à base de terra estabilizadas com cal e reforçadas com fibras vegetais locais. O mesmo equipamento utilizado para a fabricação de blocos, ou de painéis, com matrizes à base de cimento, poderia ser aproveitado nesta produção, como uma maneira de se evitar gastos iniciais para aquele produtor que se interessa pela idéia, mas não tem capital para investir em novos equipamentos. Para este tipo de produção, poderiam ser criados subsídios do governo, uma vez comprovados os benefícios distribuídos entre a questão da produção (econômica e ambiental) e a questão social (habitação digna a baixo custo).

4. A IMPORTANCIA DAS FIBRAS PARA A SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O uso de fibras como reforço fibroso na construção com terra já era prática comum desde a antiguidade. Há registros do cultivo e aproveitamento (não-alimentar) de fibras desde 5.000 a.C.. Incorporar fibras vegetais criando materiais compósitos para a construção data da civilização egípcia (1.100 a.C.). Já na atualidade, a valorização do uso das fibras vegetais como, por

exemplo, o uso dado pela companhia de automóveis Ford como reforço para materiais plásticos em substituição de algumas partes de metal.

As fibras vegetais estão presentes em grandes quantidades em muitos países em desenvolvimento. Estes países em geral também necessitam suprir o déficit habitacional. Desta forma, em busca de um material que atenda às necessidades técnicas das habitações sociais e melhoria de materiais construtivos, as fibras vegetais tem sido intensamente pesquisadas por vários grupos de diversos países para adequá-las como substitutos às fibras convencionais sintéticas (fibra de vidro, lã de rocha, asbesto) na produção de componentes construtivos. As fibras vegetais apresentam vantagens e desvantagens em relação às fibras sintéticas: seqüestram CO₂, durante seu crescimento; em geral são de baixo custo e de baixa densidade; altos módulo de Young e força específica; durante o processamento não são abrasivas aos equipamentos; em geral não causam irritação à pele quando manuseadas; seu gasto energético chega a ser aproximadamente 80% menor que a produção de fibras artificiais, como a fibra de vidro. (Mohanty, 2005,p.94)

A grande biodiversidade presente no país permite que se tenha uma gama de espécies com potencial para este fim, como sisal, coco, babaçu, juta, rami, curauá, fibra de bagaço-de-cana de açúcar, dentre outras. Fibras como a juta (*Corchorus capsularis L.*) já foram cultivadas por 60 mil famílias, às margens dos rios amazônicos, chegando a uma produção de 95 mil toneladas no início da década de 80. As preferências do mercado consumidor pelas fibras artificiais de polipropileno, fez com que esta produção diminuísse, e atualmente apenas 15 mil famílias vivem desta cultura, com um potencial pouco explorado. Nos últimos 3 anos, a demanda por sacolas ecológicas em substituição às sacolas de plástico, aumentou a procura pelas fibras vegetais dentro e fora do país. Neste ano, deverão ser colhidas 12 mil toneladas de fibra de juta e malva (*Malva sylvestris*, variedade brasileira da planta), 50% a mais que em 2009, ainda assim haverá necessidade de importar até 10 mil toneladas. Porém, a produção está muito aquém do potencial, embora o mercado esteja aquecido. O novo ciclo da juta precisa de apoio financeiro para que possa se adequar corretamente a este aumento de produção. É um cultivo que não desmata, pois as várzeas dos rios amazônicos apresentam solo rico e adequado a este cultivo.

A cadeia produtiva das fibras divide-se em:

- 1- Produção agrícola (semear, cultivar, colher,armazenar);
- 2- Processamento da fibra (são extraídas, lavadas, cardadas)
- 3- Utilização da fibra (beneficiamento para transformação em produto)

No caso da produção se direcionar para a produção de materiais de construção a base de terra, como por exemplo, blocos ou painéis pré-moldados, a estas etapas seriam adicionadas outras relativas à produção dos elementos construtivos.

No Brasil, a prática da construção usando-se técnicas de terra é aplicada na construção de taipa-de-pilão, de BTC (blocos de terra comprimida), taipa-de-mão, e adobe. As duas primeiras, tradicionalmente não recebem fibras na composição do seu material, pois seguem uma lógica de alta compactação para adquirir resistência. Já as técnicas de taipa-de-mão e adobe, por não receberem compactação, necessitam de fibras para reduzir sua variação dimensional, e reduzir o número de trincas, assim como as dimensões de suas aberturas.

No caso das técnicas que recebem fibras, há a necessidade de se estabelecer uma correta relação entre a fibra e a matriz, ou seja, a interface entre estes dois materiais. Estudos sobre a interface fibra-matriz contribuem para que haja maior aderência entre os dois materiais, o que favorece a transferência de esforços mecânicos aplicados sobre o materiais, o que aumenta a sua durabilidade.

Atualmente, já é possível explicar cientificamente os mecanismos de funcionamento do reforço das fibras nas matrizes em que são aplicadas e com isso calcular os esforços a que devem ser

submetidos estes materiais e estruturas sem que haja desperdício de materiais. Com isso é possível evitar o gasto desnecessário de materiais de construção. É preciso, porém, que estas iniciativas acadêmicas e as possíveis inovações tecnológicas resultantes destas pesquisas, estejam articuladas às realidades dos diversos cenários econômicos e sociais de cada localidade.

5. CONCLUSÃO

Nos últimos 30 anos, o uso de fibras em materiais compósitos em matrizes diversas vem aumentando, assim como os investimentos em pesquisa para a melhoria do desempenho e para novos usos destes materiais, se comparados aos materiais de construção convencionais como concreto, aço, e plásticos. Isto se deve às reconhecidas vantagens presentes nestes materiais como: a redução do peso, a estabilidade térmica, a redução dos custos a resistência à oxidação e biodegradação.

Quanto aplicadas em técnicas construtivas de terra, a utilização de fibras vegetais na produção de materiais de construção mais duráveis pode ser direcionada para uma tecnologia que agregue valor social, desde o cultivo, colheita, beneficiamento até a incorporação nos materiais de construção, gerando emprego e renda através de Arranjos Produtivos Locais² (APL), com uso de maquinário simples, de baixo custo, mas com transferência de toda a tecnologia construtiva para, por exemplo, comunidades rurais, onde o acesso ao material de construção industrializado não é fácil. Porém a qualidade final do produto deverá ser garantida pelo acompanhamento (de pessoal capacitado por profissionais habilitados), em todas as etapas do processo produtivo. Quando organizadas em grupos de interesses comuns, as pessoas têm maiores chances de desenvolvimento local, podendo até mesmo chegar a uma escala semi-industrial e desenvolver materiais compósitos com tecnologia e maquinário de fabricação mais avançados.

A geração e sistematização do conhecimento técnico e científico no uso de fibras vegetais para as técnicas com terra, devem resultar na criação de normas técnicas e diretrizes construtivas, como já ocorre em alguns países.

Referências bibliográficas

Aquino, A.M., Assis, R.L. (2005) Agroecologia : Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável Brasília, DF:. Embrapa Informação Tecnológica.

Batista, H.G. (2010)“Cultura verde contra o plástico. Produção de juta na Amazônia eleva renda de ribeirinhos com as sacolas ecológicas”. O Globo, 28 de março de 2010, p.29.

Coelho, A.C.V. (2010). “A operacionalização do conceito de sustentabilidade: enfrentando o desafio”. Trabalho apresentado em TerraBrasil2010, em Campo Grande/MT, Brasil.

DECONCIC (2008). *Proposta de política industrial para a construção civil*. Edificações, caderno 1. São Paulo: Departamento de Indústria da Construção Civil, Fiesp.

Mehta, P.K.; Monteiro, P.J.M.(2008) Concreto, Microestrutura, propriedades e Materiais. São Paulo: IB

Mohanty, A.K.; Misra, M.; Drzal, L.T.(2005) Natural fibers, biopolymers and biocomposites an introduction. Florida: CRC Press, Taylor&Francis.

Notas

- 1- Agroecologia – de acordo com Aquino e Assis (2005), ciência em construção com características transdisciplinares integra conhecimentos de diversas ciências e incorpora, inclusive, o conhecimento tradicional, desde que validado por meio de metodologias científicas, ainda que sejam métodos não-convencionais.
- 2- APL – Arranjos Produtivos Locais - conjuntos de atores econômicos, políticos e sociais, localizados em um mesmo território, desenvolvendo atividades econômicas correlatas e que apresentam vínculos de produção, interação, cooperação e aprendizagem.

Currículo

Ana Cristina Villaça, arquiteta e urbanista, mestre em urbanismo, doutoranda em Engenharia de Materiais Na Puc-Rio, especialista em arquitetura sustentável, tem experiência em construções de pequenos porte, e atualmente desenvolve pesquisa com materiais construtivos não-convencionais, de baixa emissão de carbono. Membro da Rede Iberoamericana Proterra e da Rede TerraBrasil.

RESÚMENES DE POSTERS

SISTEMA DE SACOS DE TIERRA COMPACTADA, (STC) ESTUDIO DE SU APLICACIÓN EN NUESTRO MEDIO PARA VIVIENDAS EJECUTADAS POR AUTOCONSTRUCCION

**Lucía Anzalone, Facultad de Arquitectura UDELAR, Paraguay 2120 ap 213
099426727/lucia.anzalone@gmail.com**

**Viviana Coitinho, Facultad de Arquitectura UDELAR, Ferrer Serra 2008 ap1
0985755982/vivi.gotika@gmail.com**

**Aldo Precciozzi, Facultad de Arquitectura UDELAR, Paraguay 2120 ap 213
098463830/aldoprecc@hotmail.com**

1 - PRESENTACIÓN

Nuestro trabajo se enmarca en una convocatoria generada desde la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Universidad de la República, Llamado 2009 del Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil.

Buscamos profundizar sobre un sistema constructivo que emplea tierra como componente principal, y que no ha sido muy divulgado en Uruguay hasta el momento.

El sistema de tubo de polipropileno textil relleno con tierra, viene aportando soluciones muy interesantes a escala mundial en lo que respecta a vivienda popular. Ofrece una muy buena solución en términos de costos así como de habitabilidad, factores muy importantes para nosotros a la hora de volcarnos a esta tarea.

En una primera aproximación al sistema mediante recopilación de variada información, todo nos indica que reúne un gran potencial de brindar respuestas concretas y muy acordes a problemáticas habitacionales presentes en el Uruguay.

De este estudio primario observamos características importantes en cuanto a economía de ejecución y mantenimiento, reducidos plazos de construcción, mínimo requerimiento de medios auxiliares, baja necesidad de capacitación de mano de obra, seguridad estructural y de uso, así como muy buenas prestaciones en cuanto a su comportamiento higrotérmico y acústico.

A partir de esto inferimos que puede albergar ventajas respecto a sistemas tradicionales, y a otros equiparables ya experimentados en nuestro entorno. Nos surge así el interés por estudiar su adecuación a programas de bajo coste con posibilidad de ejecución por autoconstrucción.

Se considerará la disponibilidad en nuestro medio de los elementos constitutivos, su grado de accesibilidad y coste. Se indagará sobre los componentes en términos de comportamiento frente a las distintas exigencias.

Por otro lado será primordial identificar las propiedades fundamentales del sistema, en cuanto a su comportamiento mecánico y físico.

Se enfocará el estudio hacia la configuración de un cuerpo de conocimientos basados en experiencias propias y ajenas, que sirva a la generación de bases de aplicación del sistema en nuestro país.

2 - FUNDAMENTACIÓN .

Partimos de la base de la existencia de un acervo de investigaciones sobre sistemas constructivos en base al uso de tierra en nuestro país. Estas han surgido con diversas dificultades dada la no priorización de su investigación, tanto desde ámbitos universitarios como desde ámbito estatales o privados.

“El desconocimiento, la falta de fundamentos, método de análisis y de valoración de la tecnología de tierra es la causa principal de la degradación de esta arquitectura”(1).

- ¿Por qué usar tierra?

Por la inmediata disponibilidad del material a muy bajo costo y la facilidad de trabajo sin necesidad de mayores transformaciones previas, con técnicas simples y sin equipos complejos, ni habilidades especiales de la mano de obra.

Porque consideramos la gestión ambiental y la protección de los recursos naturales expresados en el concepto de desarrollo sustentable, favoreciendo la revalorización, actualización y desarrollo de la tecnología de la tierra como una solución eficiente.

-Promover construcción sustentable

“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.”*(2)

Partimos del conocimiento de experiencias en nuestro medio que emplean la tierra como material de construcción, buscando aprender de ellas y avanzar en este proceso con la investigación de esta técnica en particular.

Nos adherimos a promover la aplicación de la tecnología en torno al uso de la tierra como opción responsable y adecuada en nuestro país.

-¿Por qué elegimos el sistema de sacos de tierra compactada (STC)?

Uno de los puntos que incidieron en la apuesta por esta tecnología fue la identificación de grandes potencialidades para su aplicación en nuestro territorio. Se apunta a conocer más a fondo un sistema que se caracteriza por lograr soluciones habitacionales de muy bajo costo económico y ambiental, a la vez que permite una rápida ejecución y no requiere mano de obra calificada. Entendemos que esta solución puede dar muy buena respuesta a múltiples aspectos de la demanda habitacional, con un nivel de calidad competitivo respecto a sistemas ya ensayados en nuestro medio.

Considerando las características mencionadas, lo entendemos apropiado para el desarrollo por autoconstrucción.

*(1). Arq. Mirtha E. Sosa, Argentina. *El valle de Tafi y la estancia jesuítica de La Banda*. ARQUITECTURAS DE TIERRA, Arq. Rosario Etchebarne y Arq. Gabriela Piñeiro. Uruguay.

*(2) *Proyecto Hornero. Agronomía + Arquitectura: una experiencia universitaria*. ARQUITECTURAS DE TIERRA, Arq. Rosario Etchebarne y Arq. Gabriela Piñeiro. Uruguay.

3.- OBJETIVOS

-Como objetivo general aspiramos a configurar un cuerpo de conocimiento basado en experiencias propias y ajenas, que sirva de herramienta para determinar las bases de aplicación del STC (Sacos de Tierra Compactada) en nuestro país.

-Identificar estudios que determinen sus propiedades físicas y mecánicas que determinen su comportamiento.

-Estudiar aspectos en torno a la gestión, procedimientos y medios necesarios para su ejecución.

-Abordar aspectos que hacen a la viabilidad del sistema.



Fig. 1 Ejecución de vivienda con STC, California, EEUU.



Fig. 2 Detalle de encuentro de muros, Puebla - Mexico.



Fig. 3 Muro curvo, Brasil

LA TIERRA COMO MATERIAL DE ESPERANZA Y UNA ALTERNATIVA DE INCLUSIÓN SOCIAL.

PROCESO DE CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA EN DESLANDES-HAITI.

Adriana M. Durán, Arquitecta, adriana_duran@hotmail.com
James Hallock, Instituto Tierra y Cal A.C., jimhallock@tierraycal.com

Tema 3: Capacitación y transferencia de las tecnologías

Palabras-clave: Haití, Bloques de tierra comprimidos

1. INTRODUCCION

A menudo descrito como "el país más pobre del hemisferio occidental", Haití ocupa el tercer lugar entre los países que están sufriendo más hambre, con una calidad del agua y el medio ambiente de los más pobres del mundo. Sobre la base de todos los indicadores sociales, económicos y ambientales, la calidad de vida en Haití ha estado declinando durante más de una década. Los espectaculares aumentos de 60% o más del costo de los alimentos básicos han llevado a muchas familias a la desesperación.[1]. Una sucesión de huracanes en el otoño de 2008 ha dejado un millón de personas sin hogar. A esto se añade el terremoto del 12 de enero de 2010 que ha empeorado la situación del país

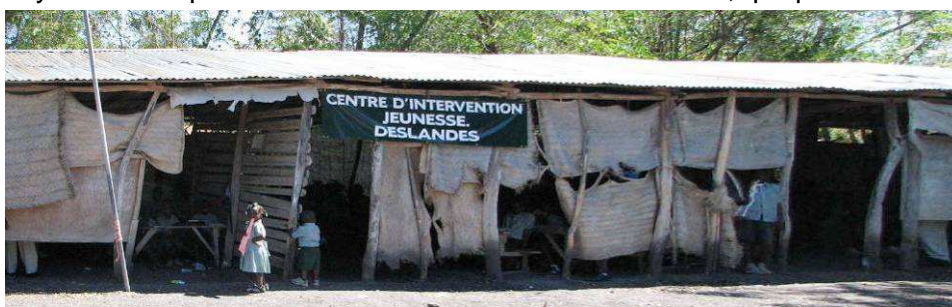
En el caso de Deslandes, un pueblo remoto que se encuentra en el valle de Artibonite, zona rural muy aislada donde se ubica nuestro proyecto, el estado contribuye muy poco a nivel de educación, acción social, o servicios de salud. A pesar de estos retos y la dificultad de las condiciones, la comunidad interviene en Deslandes "contra viento y marea" para mejorar y transformar sus condiciones de vida.

Nuestro proyecto contempla el reemplazo de la escuela existente, el CIJ (Centro de Intervención de los jóvenes), que actualmente atiende a más de 450 estudiantes de primaria y secundaria. El CIJ también quiere llenar el peligroso vacío en los servicios educativos del valle. La escuela se ha convertido en el punto focal de la vida comunitaria en Deslandes, aquí se han organizado una serie de actividades para los jóvenes, reuniones comunitarias y eventos anuales.

El edificio de la escuela actual, una estructura abierta con techo en lámina de zinc, no es suficientemente grande como para satisfacer la creciente demanda de los estudiantes además de haber sido severamente dañada por las tormentas en los últimos años.

fig 1. Estado actual de la escuela (créditos: Rich Gosser PIP)

Este proyecto reemplazará la escuela existente. Para ello, proponemos la ampliación de la



capacidad de acogida de 800 estudiantes, contra 450 en la actualidad. El proyecto proporcionará 12 aulas repartidas en tres nuevos edificios realizados con bloques de tierra comprimida.

Los tres pilares básicos del desarrollo sostenible: el medio ambiente, la economía local, y la mejora social, están siendo atendidos en este proyecto. Estamos a favor de la utilización de materiales locales, económicos, respetuosos del medio ambiente, como la tierra, a través de la producción y la construcción de los Bloques de Tierra Comprimido (BTC) realizada con mano de obra local, esto junto con las maquinas para construir los nuevos edificios se deja en las manos de la población local.

Los edificios han sido diseñados con métodos antisísmicos. Además el diseño arquitectónico ha sido concebido para satisfacer las condiciones climáticas. Otro objetivo es facilitar la participación social de las personas en la región y aumentar las oportunidades de generación de ingresos en la comunidad.

La escuela debe ofrecer mejores condiciones de nutrición a los estudiantes. Se contempla en el proyecto la creación de una huerta.

También está prevista la construcción de un sala multifunciones que puede servir como cafetería, dar cabida a las celebraciones culturales y reuniones de la comunidad.

Además el diseño incluye otras obras de infraestructura tales como biblioteca, un lugar para la administración, baños, y un campo de deportes.

Uno de los principales objetivos de este proyecto es su construcción. Este proyecto no se limita a una serie de conceptos, está a punto de convertirse en una realidad hoy en día. Esto implica que los problemas de orden logístico, económico (insuficiencia de fondos), pueden hacer reconsiderar el concepto original y afectar las diferentes fases de planificación.

El proyecto busca ser un modelo para el uso de tecnologías apropiadas y ser un catalizador para el "desarrollo verde" y económico en zonas rurales de Haití. Un techo verde, la energía solar, baños ecológicos, y sistemas de captación de agua se han previsto.

"Un proyecto no es fijo, siempre está en constante evolución"

2. COOPERACIÓN Y ENTIDADES IMPLICADAS

Este proyecto es un esfuerzo de cooperación entre diferentes ONG, Partners in Progress (Pittsburgh), una organización con sede en Pennsylvania, con la misión de promover y apoyar el desarrollo sostenible de la comunidad en zonas rurales de Haití, Centre d'Intervention Jeunesse (CIJ), Toronto-Canada, una organización dedicada a educar a los jóvenes e integrarlos en el desarrollo comunitario sostenible, y El Instituto Tierra y Cal A.C. San Miguel de Allende, México, dirigido por su misión de mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales de bajos ingresos y marginadas mediante la capacitación y asistencia técnica permanente brindando tecnologías basadas en el uso y desarrollo de la construcción con tierra comprimida y otros materiales de construcción sostenible y adecuada para el medio ambiente. La misión del Instituto Tierra y Cal es integrar a la comunidad en el proceso de construcción, la creación de infraestructura como escuelas, centros comunitarios y la vivienda, utilizando la tierra como material primario. El Instituto Tierra y Cal fue invitado como consultor técnico para la formación y supervisión de la construcción realizada por mano de obra local [2]. El ITyC A.C. ayudará a los grupos de la comunidad en la planificación, y creación de una planta de producción de bloques de tierra y brindará servicios de consultoría para la construcción.

3. OBJETIVOS

La construcción de la escuela, CIJ (Centre d'Intervention Jeunesse), será un edificio piloto de demostración para la comunidad de Deslandes y para la promoción de la construcción en Bloques de Tierra Comprimidos. Al mismo tiempo, esta formación podrá ayudar en la reconstrucción para que las familias puedan mejorar sus propios hogares que fueron dañados por el reciente terremoto.

Los objetivos principales de este proyecto son:

- Proporcionar una escuela permanente que responda a las necesidades educativas presentes y futuras de Deslandes
- Promover la construcción en Bloques de Tierra Comprimidos y otras tecnologías de construcción adecuadas a través de:
 - La formación en la producción de Bloques de Tierra comprimida
 - La formación y supervisión en la construcción de los edificios con técnicas antisísmicas
- Crear oportunidades de generación de ingresos locales

A largo plazo se busca:

- Dar una respuesta y una alternativa a los problemas de falta de vivienda e infraestructuras para el pueblo de Haití basada en estas tecnologías.

3.1. Actividades llevadas a cabo y principales resultados

La formación en la producción de Bloques de Tierra Comprimidos con la prensa Aurampress. El equipo demostró ser excelente. Los obreros locales gracias a esta formación produjeron 710 bloques, casi sin supervisión, en su tercer día. En los seis días y medio de trabajo, este equipo produjo cerca de 4200 bloques. Ellos no trabajaron todos los días ya que hubo una escasez de agua durante dos días y un tiempo de inactividad en la producción debido a la falta de

aprovisionamiento en arcilla. El seguimiento es siempre necesario para obtener los mejores resultados.

El diseño de la cocina, que fue realizado con el consenso de las mujeres. La construcción de la cocina también es una prioridad debido a que durante la próxima temporada de lluvias posiblemente habrá una escasez de alimentos, lo que puede generar una condición cercana a una hambruna. La cocina está destinada a proporcionar alimentos para 500 niños.

4. FORMACION EN LA PRODUCCION DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDOS

El proyecto está situado en el Valle de Artibonite, en Deslandes, una ciudad a unos 88 kilometros (54 millas) de Port-au Prince

Durante esta fase se han formado nueve personas en el uso de la prensa Auram. Teniendo en cuenta la calidad de la arcilla local, se determinó que la mejor combinación para la mezcla es de: 10 baldes de arcilla, 4 baldes de arena y 7 / 8 de cemento. Esto es aproximadamente 65% suelo, 29% de arena y 6% de cemento, en peso.

Las imágenes muestran el proceso para hacer los bloques. El equipo de trabajo de este año es totalmente nuevo y pudo familiarizarse rápidamente con la formación en la máquina y con el sistema de producción.



Fig.2 - Mezcla de la arcilla y arena. Haiti (créditos: Adriana Durán, 2010)



Fig.3 - Compresión de los bloques (créditos: Adriana Durán, 2010)



Fig.5 - Transporte (créditos: Adriana Durán, 2010)



Fig.4 - Curado de los Bloques (créditos: Jim Hallock, 2010)

5. FORMACION EN LA CONSTRUCCION DE LA ESCUELA

5.1 Cimientos y muros

Los cimientos para el primer edificio están terminados y el equipo finalizó la producción de bloques de tierra realizando aproximadamente 7000 Bloques con la prensa manual Aurampress. Sin embargo, CIJ ha recibido una donación de una prensa de Itlal Mexicana. Esta máquina funciona con gasolina y es accionada hidráulicamente lo que permite producir bloques más rápido y con agujeros para refuerzo de barras vertical. Tenemos la intención de usar los bloques de esta máquina para el segundo edificio de la escuela. A continuación se presentan la construcción de los cimientos:

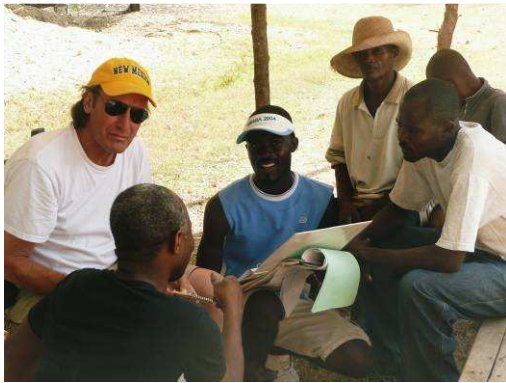


Fig.6– Discusión con la comunidad (créditos: Mike Newmann, 2009)



Fig.7– Presentación del proceso constructivo (créditos: Jim hallock, 2010)



Fig.8 – Elaboración de cimientos (créditos: Jim Hallock, 2009)



Fig.9 – Cimientos (créditos: Jim Hallock, 2009)



Fig.10 - Implantación en el terreno. Deslandes, Haiti (créditos: Adriana Durán, 2010)

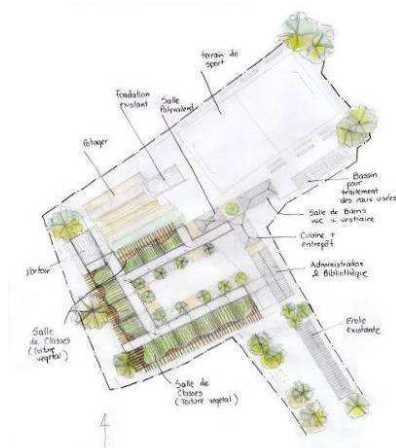


Fig.11 – Proposición original de implantación en el terreno (créditos: Adriana Durán, 2010)

Algunas frustraciones se encontraron en nuestros intentos de implantación del diseño de los edificios de la escuela como resultado de los cimientos realizados. Principalmente, el hecho que la primera cimentación fue realizada sin tener en cuenta el plan general. Sin embargo, después de varios intentos en el terreno, hemos sido capaces de adaptar el plan general al lugar y crear una nueva implantación que se adapta a la zona (fig. 10). Además, equilibramos el deseo de un patio grande, la preservación del árbol de mango, la proximidad a la cocina, y una apertura visual de bienvenida de la entrada actual.

5.2. Elaboración de test

5.2.1 Test de arcillas

Luego de obtener el mejor compromiso entre calidad y precio, la calidad de la arcilla escogida resultó ser satisfactoria. La nueva fuente de arcilla provee 75% de reducción en el costo del precio. Entre las pruebas realizadas se encuentran el test de decantación, granulometría, compresión, plasticidad y cohesión [3].

5.2.2 Pruebas de mortero

Hicimos diez muestras de mortero con diferentes porcentajes de arcilla, arena, y estabilizantes. Construimos dos muestras de cada mezcla en tres pilas de bloques. Les dimos un periodo de cura de cuatro días. Hubiéramos deseado realizar el test con un mayor tiempo de cura, sin embargo, en nuestro último día en Deslandes, dejamos otras muestras para realizarlo a nuestro regreso. Lamentablemente estas muestras fueron destruidas antes de nuestro regreso. Sin embargo, llevamos a cabo las pruebas que aparecen en la imagen inferior. Aunque estas pruebas no nos proporcionan un resultado numérico, el resultado es dado en fuerza relativa.

El mejor mortero sin estabilizante fue de 6 de arcilla, 2 de arena

El mejor mortero estabilizado fue de 5 de arcilla, 2 de arena, ½ cemento.



Muestra 1
Esta es nuestra primera opción.



Muestra 2
El número dos tiene más arcilla que la muestra 1, es excelente, sin embargo, se requieren más de arena en la mezcla.



Muestra 3
Esta arcilla es también excelente, sin embargo, es en trozos grandes y por lo tanto requieren más procesamiento

Fig 12. Diferentes ensayos con arcillas. (Créditos: Jim Hallock, 2010)



Fig 13. 72,8 kg sin fisuras de mortero. 5 arcilla, 2 de arena, ½ cemento. (créditos: Jim Hallock, 2010)



Fig 14. Las líneas rojas muestran las juntas de mortero que se están probando. (créditos: Jim Hallock, 2010)

5.3. Construcción

El proceso de construcción fue llevado a cabo por obreros locales, quienes bajo nuestra asesoría utilizaron un modelo de dos hiladas paralelas, seguidas de una trayectoria perpendicular. La primera hilada está amarrada a la primera paralela con un refuerzo horizontal de hierro y la segunda paralela a su vez está amarrada a la trayectoria perpendicular. Este tipo de armadura permite garantizar que la construcción sea antisísmica.

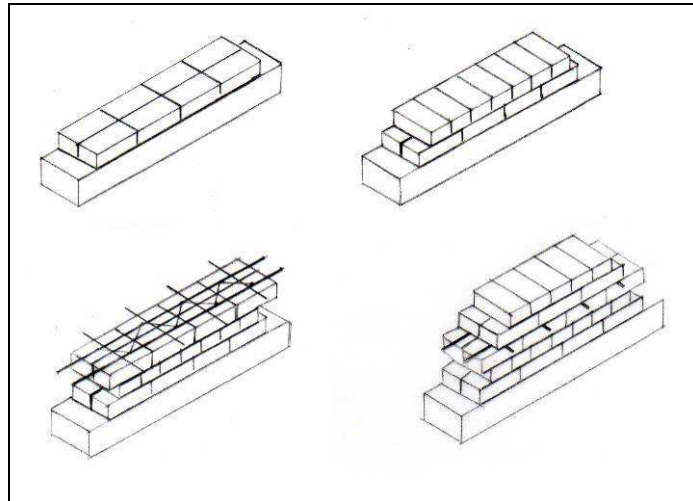


Fig.15 Aparejamiento de bloques y realización de refuerzo horizontal
(Créditos: Jim Hallock, Adriana Durán 2010)

5.4. Costo por bloque

Material	Precio local	Cantidad
Cemento	\$.8125 /Bloque	80 Bloques por saco
Mano de obra	\$.343 / Bloque	8 Hombres @ \$30 / cada día , 700 Bloque /día
arcilla (original)	\$.084 / Bloque	950 bloques, \$40 /carga, dos cargas
arcilla (new)	\$.021 / Bloque	950 bloques, \$10 /carga, dos cargas
arena	Desconocido	
Entrega/Mano de obra	\$.106 / Bloque	\$45.00 /cargas (seis hombres/dos horas)
Entrega/camión y gasolina	Desconocido	

Tabla 1. Costo de un bloque de tierra comprimido en Haiti. (Créditos: Jim Hallock, 2010)

6. RETOS Y PROYECCIONES

6.1 Colaboración de ONG

En este tipo de proyectos por lo general participan diferentes organizaciones, tales que ONG y empresas privadas. En los casos que se necesita una respuesta rápida a los problemas de la comunidad es primordial que la interacción y los métodos de trabajo de cada una de las entidades participantes sean coordinados para lograr este objetivo.

Si bien es cierto que la transferencia de tecnología es un proceso largo que requiere una gran organización, es imprescindible tener muy claro con respecto a las etapas, los procesos de decisión, y métodos en el ciclo de formación. Para resolver un estado de semi-emergencia, todos los participantes deberán mirar hacia el objetivo común y evitar las prioridades personales. Las preguntas que pueden surgir deben ser resueltas, en la medida de lo posible, antes del inicio de la construcción.

6.2 Formación de Formadores

Se busca para el futuro garantizar una continuidad en la transferencia del conocimiento.

Para tal fin, el objetivo es implantar una estructura como se muestra en la figura 16.

En esta figura se representa dos jerarquías de participantes.

La parte superior del diagrama tiene como misión la formación de los futuros instructores. La transferencia de la información es luego descendente, ella pasa del grupo de instructores formados hacia los obreros, técnicos que participaron en la construcción. En este esquema cualquier persona que haya recibido la capacitación es susceptible de convertirse en formador y así garantizar la continuidad del proceso.

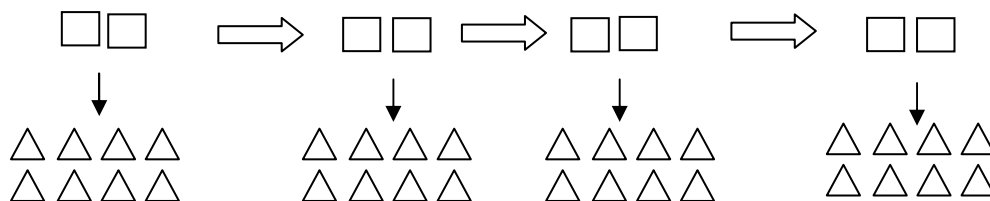


Fig.16 – Proceso previsto de transferencia de conocimiento (créditos: Adriana Durán, 2010)



Fig.17- Equipo de trabajo: de izquierda a derecha : Richard, Daniel, Jonel, William, Anual, Agneau, Wanto, Ronald, Legist (créditos: Adriana Durán, 2010)

7. LECCIONES Y RECOMENDACIONES

Este proceso de construcción nos ha mostrado diferentes tipos de dificultades tanto a nivel práctico y logístico.

A nivel práctico, se constató que es necesario visitar el terreno para tener una visión clara de las condiciones antes de realizar el diseño final. Aunque parezca evidente, este caso es un ejemplo de cómo las dificultades de acceso al sitio pueden hacer difícil esta tarea.

A pesar que la gente está trabajando en un proyecto comunitario de los cuales ellos mismos y sus hijos van a ser los beneficiarios, la motivación en gran parte depende de la calidad de las condiciones de trabajo, de la remuneración y de la facilidad de promoción social. Encontramos algunas frustraciones en los trabajadores debido a una combinación de factores con respecto a la remuneración y las condiciones del trabajo.

Vimos afectada también la adjudicación de la promoción de los trabajadores a un nivel superior así como también la rotación en los puestos de trabajo. Hemos aceptado las tradiciones locales en este tema, pero esto hace más difícil acelerar la producción y el proceso de construcción.

Los problemas de orden financiero y logístico pueden impactar la eficiencia de los procesos técnicos de construcción. Esta situación puede dar la impresión que los eventuales retrasos en el desarrollo de la obra sean de origen técnico, cuando en realidad las dificultades tienen otro origen. Esto tiene como consecuencia, que la técnica no es acogida en su debida dimensión, lo que penaliza su divulgación y su propagación.

8. PRÓXIMOS PASOS

Mike Neumann, un hombre con muchos años de experiencia en la organización y la financiación de ONG, es el coordinador de la colaboración de cuatro organizaciones no gubernamentales: Parthners in progress, CIJ, Instituto Tierra y Cal y Echale a tu Casa, quienes están trabajando juntos para sacar este proyecto adelante.

La línea de tiempo actual para la realización de varias fases de este proyecto concluye en julio de 2011 con el programa "*Construyendo Juntos zonas rurales de Haití: de una aldea a otra Iniciativa de Desarrollo Sostenible*" no sólo aborda la necesidad inmediata y urgente de nuevas viviendas tras el terremoto de 2010, sino también el gran problema de descomposición de las comunidades rurales en Haití.

El proyecto piloto de capacitación para obreros y familias hará énfasis en la construcción de viviendas de bajo costo, que respetan el medio ambiente, son antisísmicas y resistentes a los huracanes. La capacitación incluirá tanto presentaciones en clases intensivas y formación práctica en BTC para los constructores e ingenieros de las ciudades y aldeas del valle de Artibonite.

Los alumnos seleccionados para el programa adquirirán experiencia al participar en la construcción de un edificio de aulas para el Centro de Intervención Juventud (CIJ) de la escuela en Deslandes.

Además, estos ingenieros y constructores calificados, junto con los aprendices de construcción, trabajaran en cuatro equipos de construcción en BTC y cada equipo tendrá la responsabilidad en la construcción de una casa modelo de 36 metros. Estos equipos de construcción trabajarán hombro a hombro con los refugiados del terremoto y otras familias que se están organizando en colectivos llamados "*konbits*" (una forma tradicional de intercambio colectivo de trabajo en zonas rurales de Haití).

Los objetivos primarios de este proyecto son:

- 1) Certificación de un mínimo de 4 ingenieros (entre ellos al menos 1 mujer) y de 8 constructores calificados (incluyendo por lo menos 2 mujeres) en resistencia sísmica y a huracanes y Bloques de tierra Comprimidos BTC,
- 2) Suministro de cursos de construcción en BTC para un mínimo de 8 hombres y mujeres,
- 3) Capacitación y creación de oportunidades de práctica en organización comunitaria para un mínimo de 4 hombres y mujeres,
- 4) Finalización de la construcción de la escuela,
- 5) Construcción de 4 modelos de casas en BTC para refugiados y otras familias necesitadas,
- 6) Desarrollo de un plan para permitir a los ingenieros en BTC, a los constructores, y a los aprendices formados en el modelo piloto para realizar la supervisión, la capacitación y habilidad de proporcionar los servicios de construcción relacionados con la construcción en BTC en las aldeas y pueblos de Artibonite, y
- 7) Transmisión de estos conocimientos por parte de los aprendices en otras zonas del país.

Como resultado del proyecto piloto, un grupo de trabajadores calificados estarán dispuestos a proporcionar servicios de planificación, formación, organización, supervisión, y construcción relacionados con proyectos en BTC en las aldeas y pueblos en la región de Artibonite. Las aldeas que participan en este proyecto se beneficiarán de la reducción de la falta de vivienda y el aumento de habilidades para resolver problemas en conjunto y compartirán sus conocimientos y recursos para mejorar la vida rural en Haití.

Bibliografía:

[1] Unlimited MasterPeace, (2006). Deslandes vision. This document outlines the objectives and background of the Centre d'Intervention Jeunesse development project in Deslandes, Haiti.

[2] Tierra y Cal, (2009) *Centre d'Intervention Jeunesse, Compressed Earth Block School Construction Project*

[3] CRATerre, Houben H. et al. (1989). *Traite de construction en terre*. Ed Parenthèses

Currículum:

Adriana M. Durán, Arquitecta

adriana_duran@hotmail.com

Arquitecta de la Universidad Javeriana-Bogotá, Colombia (1998)

Msc. Arquitectura de Tierra Craterre-ENSAG, Francia (2002)

Maestría de Urbanismo, Instituto de Urbanismo de Grenoble, Francia (2002)

Msc, Ciudades y Sociedades, Instituto de Urbanismo de Grenoble, Francia (2004)

Jim Hallock

jimhallock@tierraycal.com

Instituto Tierra y Cal A.C.

San Miguel de Allende, Guanajuato, México

Licenciado en historia por el Colegio Knox en Galesburg

Con 39 años de experiencia en el campo de la construcción tradicional; fundo, hace 17 años Earth Block, Inc., desde entonces se ha dedicado a promover exclusivamente la construcción con tierra.

ARQUITECTURA SUSTENTABLE: CONSTRUYENDO EN CONTEXTOS ESPECÍFICOS

Sophia Evans _ Bethania Lanzaro
Facultad de Arquitectura, Universidad de la República
sophiaevans87@gmail.com _ 095 467 647
bethanialanzaro@gmail.com _ 094 509 506

Tema 1: Diseño contemporáneo de las arquitecturas de tierra

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras clave:

Bioconstrucción

(muros de adobe, tabiques de fajina, cubierta vegetal, aislación con bloques de tierra alivianada)

Sustentabilidad

Sistemas pasivos de control de energía

Este proyecto fue desarrollado en el curso de Construcción III, cuarto año de Facultad de Arquitectura de la Udelar, Montevideo. Se partía de un anteproyecto ya elaborado en un contexto específico, el cual debíamos resolverlo constructivamente a partir de sus exigencias físicas, económicas, sociales, culturales y de sustentabilidad, hallando las tecnologías y sistemas más apropiados para el mismo.

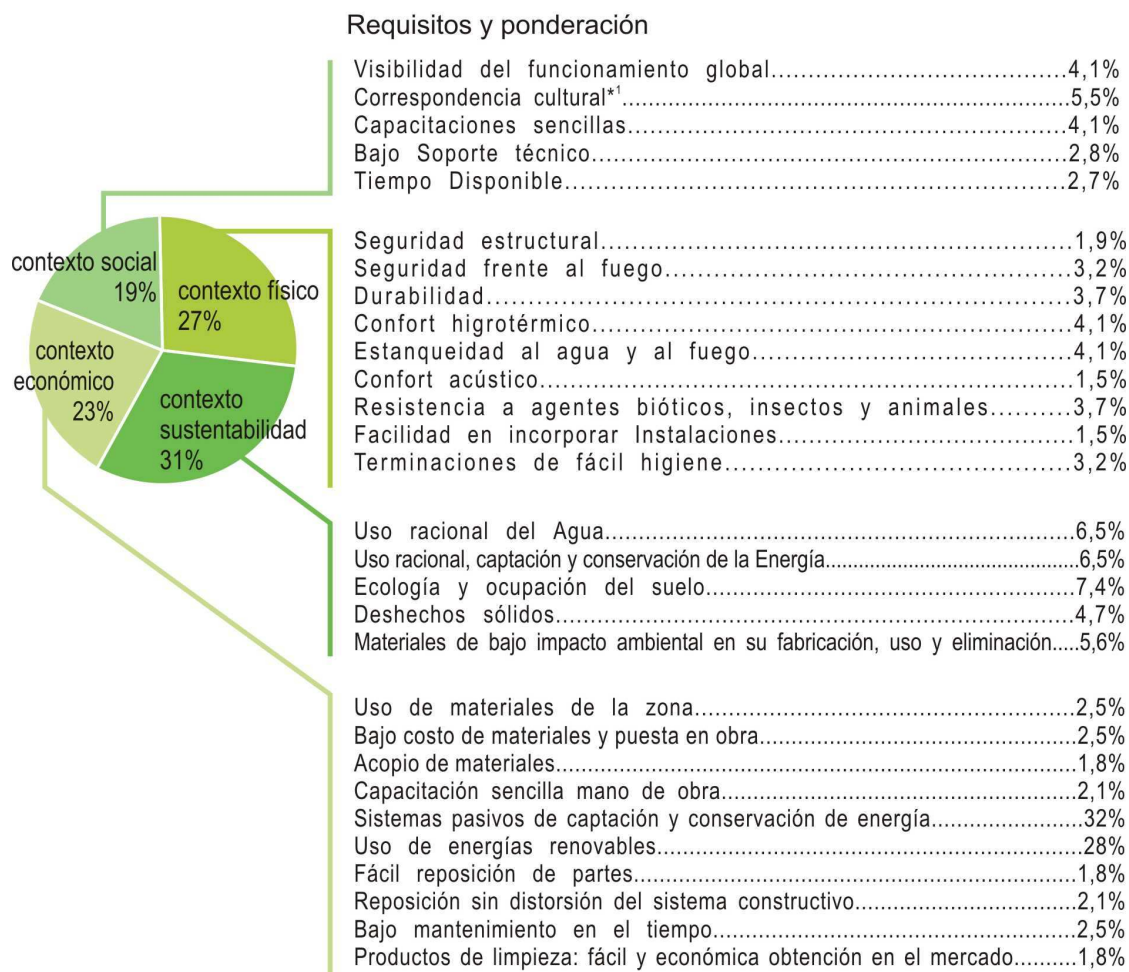
El anteproyecto consta de un Hostal en el Parque Nacional de Santa Teresa, Rocha, área bajo custodia del Servicio de Parques del Ejército, dependiente del Comando de Apoyo Logístico del Ejército. Es de interés de las autoridades del Parque, realizar un proyecto arquitectónico referente de desarrollo social, ambiental y económico sostenible, tanto a nivel nacional como regional. El producto pretende implementarse como un Centro Demostrativo de Tecnologías Sostenibles con fines educativos. De esta forma, las ventajas ambientales, sociales y económicas podrían ganar visibilidad siendo referencia para el desarrollo de comunidades sustentables.

Se dispone mano de obra benévola (personal del ejército), materiales de la zona (madera, piedra, etc.) y un aserradero, lo cual estuvo muy presente a la hora de seleccionar las tecnologías constructivas más apropiadas.

El Hostal consta de una serie de habitaciones dispersas y su núcleo básico de servicios. Nosotras trabajamos con este último, cuya planta posee un desarrollo longitudinal (42m x 6m), en un solo nivel. Éste alberga: baños de huéspedes, lavadero, sala de estar, comedor, cocina y depósito; al que agregamos: una terraza deck y una galería exterior techada como circulación.

El abordaje partía del análisis y determinación de las exigencias del contexto (tales como habitabilidad, durabilidad física, viabilidad económica y financiera, viabilidad productiva, ambiental y sociocultural). Se fijaron ciertos parámetros de satisfacción para cada una de ellas y se jerarquizaron según su importancia en el proyecto (ponderación en porcentajes).

Resultado de la Matriz de evaluación de Tecnologías



Ponderamos cada categoría y subcategoría, para luego darles "puntajes" a las distintas tecnologías constructivas dentro de estas áreas, y así evaluar y seleccionar la más apropiada para aplicar al caso.

Elección de Tecnologías

Puntaje que cada tecnología obtuvo en la matriz

1. Muro exterior:

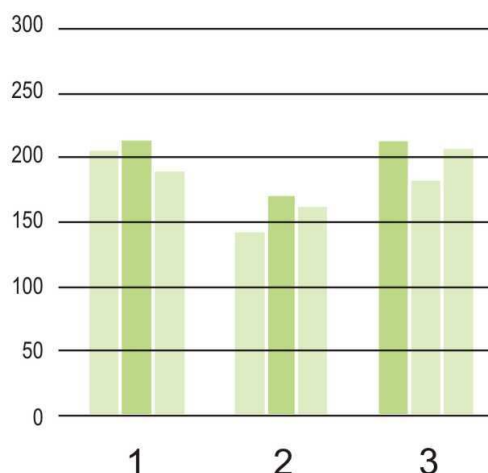
- 1.1 Panel multicapa de fardos de paja...205/300
- 1.2 **Adobe**.....214/300
- 1.3 Panel multicapa de madera.....189/300

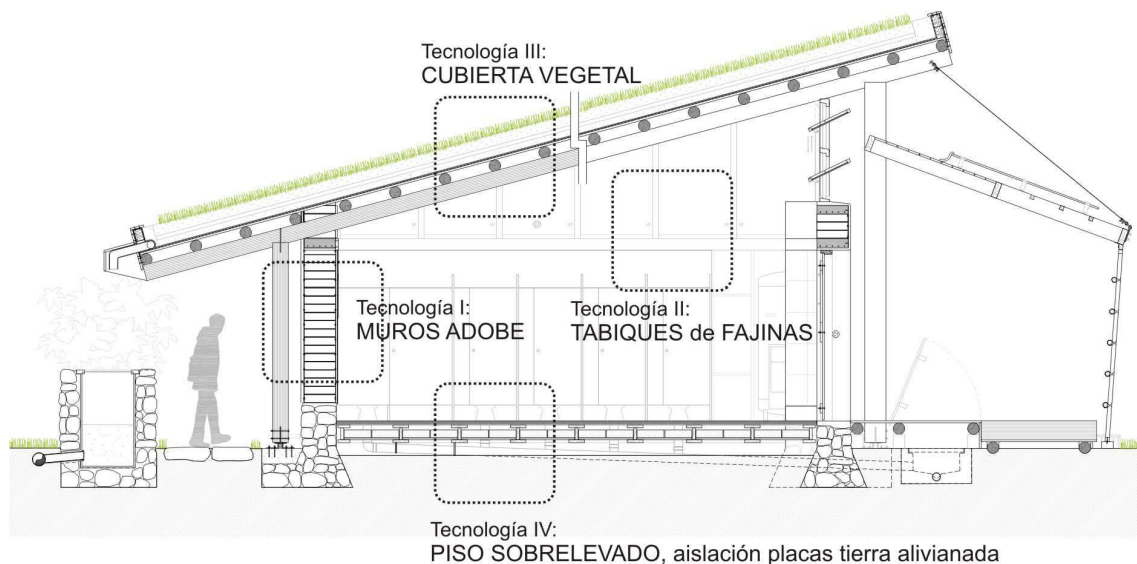
2. Tabique interior:

- 2.1 Fibropanel.....143/300
- 2.2 **Fajina**.....171/300
- 2.3 Panel de yeso.....162/300

3. Cubierta:

- 3.1 **Techo verde**.....213/300
- 3.2 Multicapa con fardos de paja.....183/300
- 3.3 Quincho.....207/300





Tecnología I: Muros de Adobe

- Levantado sobre zapata corrida y zócalo de piedra de la zona. Mortero de toma: arena gruesa, arena fina, cemento portland, hidrófugo (4:1:1:0.2)
- Adobe a tizón (40x15x10 cm), junta trabada (*1)
- Mortero de toma (1 cal + 5 arena + 4 arcilla)
- Terminación exterior:
 - a. Tejido de fibras naturales (arpillera) sujeto con grampas de alambre galvanizado 16
 - b. Revoque de barro (4 arcilla + 1 arena) (*2)
 - c. Pintura natural de cal y pigmentos de tierra
- Terminación interior en locales húmedos:
 - a. Malla plástica calado 1x1 cm, para proyectar mortero sujeta a adobes con clavos galvanizados
 - b. Mortero de toma e=2 cm (8 arena gruesa + 1 cal + 1 cp)
 - c. Bindafix® o Perfecto®: adhesivo cementoso para fijar cerámicos
 - d. Revestimiento cerámico 28x40 cm e=0,5 cm. Pastina para las juntas
 - e. Sobre los 2,35m de altura: bolseado con barro de adobes remojados.
- Carrera de hormigón armado. Sección 40 x 12cm
- Protección para la lluvia:
 - a. Alero de 2m mínimo
 - b. Revoque con hidrófugo en antepecho ventanas
 - c. Zócalo de piedra y mortero hidrófugo, 60cm sobre nivel de piso exterior.

Tecnología II: Tabiques de Fajina

- Estructura montante: escuadrías eucaliptus, sección 3"x6", módulo 0,80 x 2m. Ésta se apoya sobre las vigas de fundación de Hormigón Armado
- Entramado de listones de madera, sección 1x1" (eventualmente ramas o cañas tacuara atadas). Sujetas con clavos galvanizados a la estructura montante
- Embarrado:
 - 1er embarrado: 4 de tierra + 1 paja
 - 2do embarrado: 4 de tierra + 2 estiércol + 1 arena gruesa
 - 3er embarrado: 2 estiércol + 1 arena (mezcla A)
 - 4to embarrado: 4 partes mezcla A + 1 cal
- Caños de abastecimiento de agua de uso sanitario dentro del embarrado y sujeto con alambres galvanizados a listones.
- Terminación en locales húmedos: idem muros de adobe
- Terminación II:

- a. Tejido de fibras naturales (arpillera) para proyectar revoque de barro. Éste se sujeta a los montantes de madera y barro con clavos galvanizados o grampas de alambre galvanizado 16.
- b. Revoque de barro ^(*2)
- c. Sellador + Pintura de tierra de colores ^(*3) (luego de 28 días de curado del revoque)

Tecnología III: *Cubierta Verde*

- Estructura Portante Independiente: Rolos eucaliptos tratado ACQ Ø =15cm y 20cm
- Tablas eucaliptus machimbrado _ sección: 1" x 6"
- Impermeabilización: 2 lonas de PVC
Lonas de 80 m² confeccionadas en taller con soldadura electrónica y colocadas en el lugar con adhesivo poliuretánico.
- Lámina separadora, protectora y antirraíz: geotextil TSF 300gr
- Grava 7 cm
- Arena 5 cm
- Tierra con humus 15 cm
- Protección anti erosiva adicional: tejido de yute grueso JEG 100% biodegradable

Tecnología IV: *Piso Sobrelevado*

- Estructura: Viga doble T de tablas de eucaliptus 1½ x 6" y 1½ x 8" sobre vigas de fundación de Hormigón Armado.
- Placas OSB 24mm x 0,60m apoyadas en aleta inferior de las Vigas Doble T
- Aislación térmica: bloques de tierra alivianada con paja de trigo 30 x 45 x 12cm (densidad 600kg/m³), apoyadas sobre placas de OSB.
- Placas OSB 24mm x 0,60m sobre Vigas Doble T
- Terminación Locales Húmedos:
 - a. Impermeabilización: 2 lonas de PVC (idem cubierta)
 - b. Bindafix® o Perfecto®: adhesivo cementoso para fijar cerámicos
 - c. Revestimiento cerámico: porcelanato 28x28 cm ^(*2) e=0,5 cm
 - d. pastina para las juntas
- Terminación Locales Secos:
Tablas machimbradas eucaliptus colorado sección: 1" x 6" clavadas al OSB
- El piso sobrelevado permite instalaciones de desagüe suspendidas (fácil mantenimiento y reposición). Evita también el contacto con la humedad del suelo.

(*1) Técnica del adobe:

Consiste en moldear, sin compactar, mampuestos de tierra (arcillosa-arenosa de la zona) + fibras vegetales (estabilizantes) que se dejan secar a la semi sombra.

(*2) Revoque de barro:

1. Se tira barro 7mm
 2. Aspersor: rociar con agua el muro de adobe
 3. Pasta de 1 carretilla estiércol + 1 balde de cal, al cual se le agregar tierra arcillosa
- Si bien este tipo de terminación para exteriores requiere de un mantenimiento anual, ya que el revoque de barro puede lavarse fácilmente, esto podría ser una oportunidad para que los visitantes participen activamente y aprendan de técnicas constructivas sostenibles (puede revocarse incluso con las manos).

(*3) Pintura de tierra de colores

La tierra es un pigmento natural para fabricar pintura. Este tipo de pinturas no son tan comúnmente empleadas en la construcción, dado que las dosificaciones no son tan fáciles de alcanzar por la variedad de tierras que ofrece el lugar en donde se construye. Los componentes principales de estas pinturas son: arena, arcilla, sílice, soda cáustica.

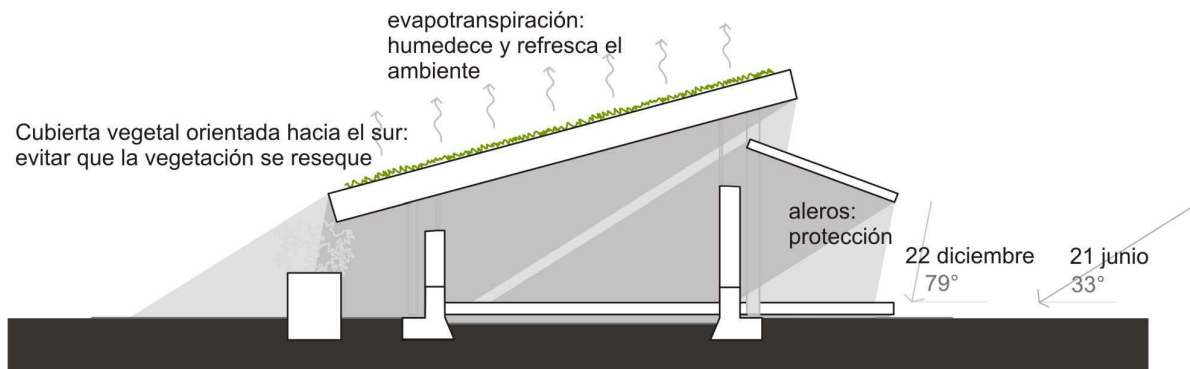
Sistemas pasivos de control de energía y recursos

Las tecnologías por sí solas no alcanzarían un nivel satisfactorio a las exigencias que el proyecto demanda, por lo que se complementa con sistemas pasivos de captación de energía y ahorro energético.

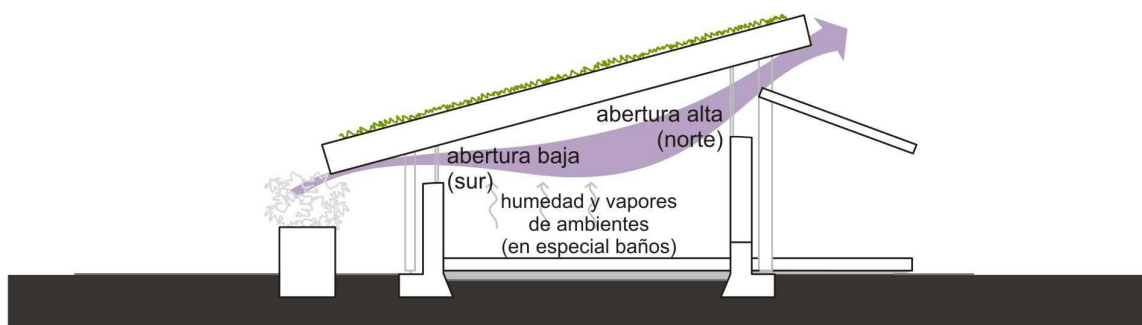
En primer lugar, se estudia la implantación con respecto a los puntos cardinales. Se estudia el asoleamiento de cada una de las fachadas, las incidencias de los principales vientos y la incidencia de la lluvia.

En segundo lugar, la ventilación natural (cruzada) es un requerimiento básico para el correcto funcionamiento de los muros de adobe. Está presente en todos los locales.

Por último, cuenta con sistemas de recolección de aguas pluviales para uso sanitario, tratamiento de aguas residuales; paneles fotovoltaicos para generación de energía eléctrica y colectores solares de energía para calentamiento de agua de uso sanitario, uso de vegetación como barreras protectoras de radiación solar y vientos; todo dentro de un diseño global del edificio.



Incidencia de la Radiación Solar Directa
Incidencia de las precipitaciones
Protecciones muros de adobe, recolección



Ventilación cruzada
por pequeñas brizas y diferencia de presión

Prototipo a escala 1:1 de algunos encuentros constructivos que merecían especial atención:



Sophia Evans

22 años. Estudiante de Arquitectura, cursando 5to año. Actividad laboral: ayudante en empresa de construcción INOBA Ltda.

Bethania Lanzaro

22 años. Estudiante de Arquitectura, cursando 4to año. Participación en “Taller de Construcción con Tierra” en carácter de asistente (Fronterra - tierra construida _ Playa Hermosa, Maldonado, Uruguay). Actividad laboral: dibujante para arquitectos.

CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS DE TAFÍ DEL VALLE, TUCUMÁN, ARGENTINA

Latina, Stella M^{1.}; Arias, Lucía E^{2.}; Alderete, Carlos E^{3.}; Mellace, Rafael F^{4.}
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán
San Miguel de Tucumán, Tucumán – Argentina - smlatina05@hotmail.com

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras-clave: confort térmico - mamposterías - análisis comparativo

Resumen de Póster

En áreas rurales del noroeste argentino, aproximadamente en un 70 % de las edificaciones existentes se empleó, para la ejecución de muros, de techos y de pisos, alguna de las técnicas tradicionales de construcción con tierra, por presentar excelentes cualidades físicas y ambientales.

Sin embargo, la presión que supone la difusión de los materiales modernos y el cambio de paradigmas culturales hace muchos de los pobladores jóvenes, aspiren a construir su vivienda empleando productos industrializados, de alto costo y complejidad técnica que además de encarecer el final de la construcción, reduce el confort que la vivienda de adobe tradicional, naturalmente provee.

Este trabajo, presenta un análisis comparativo de la carga térmica Q en viviendas de adobes y de ladrillos cerámicos macizos (0,30 m y 0,15 m espesor respectivamente) con cubierta y cielorraso según tipologías registradas en el área de estudio.

Se plantea como objetivo:

- Demostrar que en Tafí del Valle, Zona Bioclimática III-a. (Norma IRAM 11603), las construcciones de adobe tradicional resultan más adecuadas para lograr, con menor gasto energético (verano-invierno), mayor grado de confort térmico.
- Revalorizar el uso de esta tecnología constructiva como alternativa ambientalmente apropiada, en lugares donde el clima y el factor económico lo aconsejen.

Efectuado el análisis comparativo, se concluye que en Tafí del Valle, las construcciones tradicionales, con muros de adobe resultan más adecuadas para lograr un mayor grado de confort térmico con menor consumo energético. Se verifica la hipótesis de partida.

Para el cálculo y análisis propuesto se utilizaron los programas computacionales CEEMAKMEDPON.xls y Carga Térmica Q desarrollados por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA-IAA / FAU-UNT).

1. Latina, Stella Maris: Arquitecta. Docente asignaturas 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. - Investigador Categoría III (CIUNT) ce: smlatina05@hotmail.com

2. Arias, Lucía Elizabeth: Ingeniera Civil, orientación Estructuras. Docente asignaturas 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. Investigador Categoría IV (CIUNT) - ce: arias-alderete@arnet.com.ar

3. Alderete, Carlos Eduardo: Ingeniero Civil, orientación Estructuras. Docente asignaturas Construcciones 1 y Arquitectura de Tierra Cruda - 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. Investigador Categoría IV (CIUNT) - ce: calderete18@hotmail.com

4. Mellace, Rafael Francisco: Arquitecto. Profesor Titular asignaturas 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 - Investigador Categoría I (CIUNT). ce: rfmellace@arnet.com.ar

Nota: Ordenación de la presentación gráfica del póster

1. INTRODUCCION (Breve descripción del trabajo realizado)

- Objetivos
- Metodología

2. DESARROLLO DEL TRABAJO

- Ubicación del área de estudio en el mapa bioambiental de la provincia.
- *Variables analizadas: Vivienda de adobe; Vivienda de ladrillos cerámicos macizos*

3. RESULTADOS

- **carga térmica total diaria (w):** Vivienda de adobe; Vivienda de ladrillos cerámicos macizos
- **carga térmica total diaria (W/día) – Valores promedios verano (diciembre-enero-febrero) e invierno (mayo-junio-julio):** Vivienda de adobe; Vivienda de ladrillos cerámicos macizos

1.1.1.1.1 5. Análisis y evaluación de resultados

- Carga térmica total mensual (W)
- Carga térmica total diaria promedio según orientación (verano – invierno)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

RENDERING SOLUTIONS FOR TRADITIONAL ADOBE CONSTRUCTION

Ana Velosa, Universidade de Aveiro, Gebiotec, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, avelosa@ua.pt, +351234370049

Humberto Varum, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, hvarum@ua.pt, +351234370049

António Figueiredo, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, ajfigueiredo@ua.pt, +351234370049

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras-clave: Rendering materials, adobe

Abstract

One of the main causes of degradation of adobe heritage in the region of Aveiro is the degradation of renders. This lack of a protective surface leads to an accelerated degradation of adobe walls. Often attempts are made to repair these renders, but mostly by the use of inadequate materials that lead towards further degradation of the substrate.

A set of 19 panels with different rendering solutions were performed on an outer wall in a rural area near Aveiro, in order to evaluate their performance as conservation solutions for adobe walls, including traditional materials and methods, and current materials that are frequently used with poor results, but also new alternative solutions, balancing traditional materials with current building practice. Both traditional and new alternative solutions were defined based on compatibility and sustainability of the materials involved. Materials ranged from air-lime to cement, encompassing intermediate solutions with hydraulic lime and pozzolans. For each composition three different aggregate mixtures were used.

Testing procedures encompassed the measuring of superficial hardness with a Schmidt hammer, the determination of water intake by the use of Karsten tubes and pull-off testing for the evaluation of adhesion between the mortars and the substrate. Visual inspection, monitoring the evolution of shrinkage cracks and degradation due to weathering was also performed.

Results were analysed taking into account the required performance of rendering solutions over adobe masonry surfaces, in terms of water behaviour and adhesion. Visual cracking monitoring as well as general conservation of mortar surfaces in a two year span provided an insight into the durability of the tested rendering solutions.

- **Graphic presentation of the poster**

Graphic presentation of the poster will encompass photographs of rendered walls with the description of rendering solutions (table). Photographs of *in-situ* tests will be presented together with graphs showing the results of the performed testing procedures. The poster will encompass a conclusion focusing on the adequacy of the tested solutions for rendering of adobe walls.

Currículum:

Ana Luísa Velosa – PhD in Civil Engineering, Assistant Professor at the University of Aveiro, has published various papers in Scientific Journals and participated in National and International Conferences as a speaker or presenting posters. She is the coordinator of two scientific projects in the area of building conservation and materials science. Her work has been focused on the study and development of materials for building conservation.

Humberto Varum – PhD in Civil Engineering, Associate Professor at the Civil Engineering Department, University of Aveiro. His research interests include assessment, strengthening and repair of structures, structural testing and modelling, earthquake engineering and structural dynamics, earth construction rehabilitation. He has co-authored over 150 publications in conference proceedings and scientific journals.

António Figueiredo – MsC in Civil Engineering, Researcher at the Civil Engineering Department, University of Aveiro. His main research interests include assessment, conservation and rehabilitation of existing constructions, particularly adobe buildings.

POSTERS

Xº SIACOT

8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY

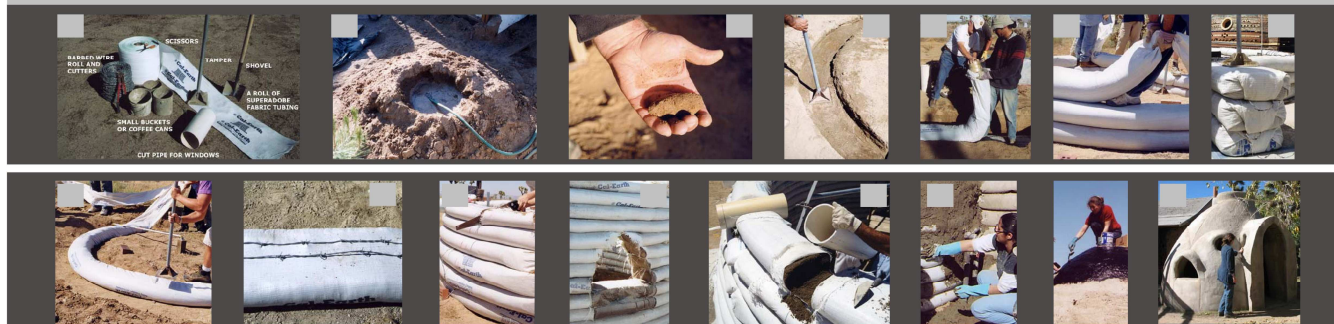


SISTEMA DE SACOS DE TIERRA COMPACTADA (STC) ESTUDIO DE SU APLICACIÓN EN NUESTRO MEDIO PARA VIVIENDAS EJECUTADAS POR AUTOCONSTRUCCIÓN

Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil, Comisión Sectorial de Investigación Científica.
Autores: Lucía Anzalone, Viviana Coitinho, Aldo Preciozzi. Colaboradores: Cristian Fumero. Soledad Anzalone

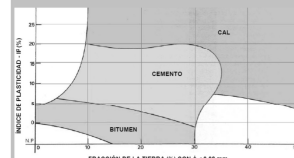
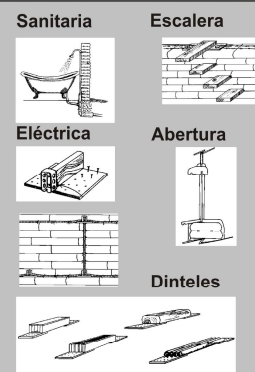
El sistema STC se basa en la compactación de tierra utilizando bolsas de polipropileno como encofrado perdido. A partir de una indagación primaria encontramos que este sistema ha brindado soluciones muy interesantes a escala mundial en lo que respecta a vivienda de bajo coste ejecutada por autoconstrucción. Rasgos importantes reconocidos: economía de ejecución y mantenimiento, reducidos plazos de construcción, mínimo requerimiento de medios auxiliares, baja capacitación de la mano de obra, muy buen comportamiento higrotérmico y acústico y bajo costo tanto económico como ambiental.

Tiempos de ejecución. En comparación a los sistemas de mampuestos, el STC reduce los tiempos de ejecución no implicar manejo de unidades individuales. Cada adobe se maneja por lo menos tres o cuatro veces antes de que sea colocado en su lugar definitivo.



Ejemplo de construcción STC bajo la configuración de domo, extraído de "Guía de ejecución de refugio de emergencia". Cal-Earth Institute. www.calearth.org

- Procedimiento básico. Las bolsas o tubos se llenan en sitio con tierra inorgánica pre-humedecida. Se compacta cada hilada colocando sobre ella dos líneas de alambre de púas de 4 puntos que actúan como un "velcro mortero" entre cada fila.
- Configuraciones. Pueden ser diversas, desde muro rectos verticales hasta bóvedas y domos de planta circular.
- Material de relleno. Según la bibliografía estudiada el material de relleno puede ser de muy variada caracterización: arenosos, franco arcillosos, mezclas hechas de arenas o roca volcánica, así como de muy distinta granulometría. Los suelos cohesivos con cierto grado de compactación logran ser una alternativa firme como material de construcción, al crear grandes bloques que permiten el estado estacionario de la forma y una adecuada resistencia. Según D.Easton* una relación óptima de componentes para esta tecnología sería de aproximadamente 30% arcilla y 70 % de arena .
- Contenido de humedad. Para cada técnica de preparación existe un contenido de agua óptimo con el cual se alcanza la máxima densidad con una compactación determinada. G. Minke* menciona que en suelos arcillosos, aumentando esta humedad óptima en un diez por ciento se mejoran las condiciones de compactación, ya que aumenta el poder vinculante de las plaquetas de arcilla, aumentando la resistencia a la compresión.
- Estabilizantes. La cal y el cemento suelen incrementar la resistencia a la compresión. Sin embargo ésta también puede decrecer con estos aditivos, especialmente si son menos del 5%. El Instituto CRATerre establece estabilizadores apropiados en relación a la plasticidad del suelo.



Selección del tipo de estabilizante en función del Índice de Plasticidad (I_p) y de la granulometría (adaptado de Houben & Guillaud, 1995, CRATerre)*

1*Easton, David. The Rammed Earth House.1996. 2*Minke, Gernot. Earth Construction Handbook, 2000. 3*Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra, Red PROTERRA, 2009

Anzalone, Lucía. Estudiante, Ayudante Docente Facultad de Arquitectura, UDELAR. lucia.anzalone@gmail.com
Coitinho, Viviana. Arquitecta, Facultad de Arquitectura, UDELAR. vivigotika@gmail.com
Preciozzi, Aldo. Estudios Arquitectura Técnica, Universidad Politécnica de Madrid.
Estudiante Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UDELAR. aldoprecc@hotmail.com
Facultad de Arquitectura, Programa Apoyo investigación Estudiantil, CSIC, Universidad de la República

Xº SIACOT

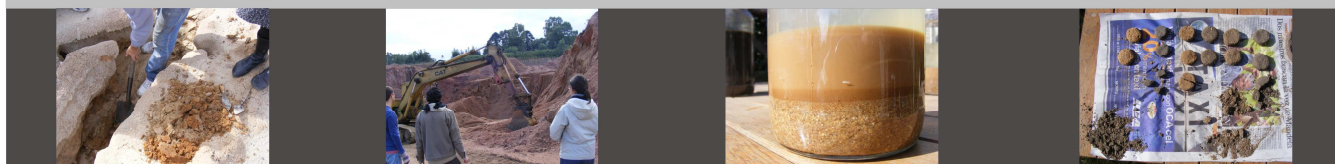
8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



SISTEMA DE SACOS DE TIERRA COMPACTADA (STC) ESTUDIO DE SU APLICACIÓN EN NUESTRO MEDIO PARA VIVIENDAS EJECUTADAS POR AUTOCONSTRUCCIÓN

Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil, Comisión Sectorial de Investigación Científica
Autores: Lucía Anzalone, Viviana Coitinho, Aldo Precciozzi. Colaboradores: Cristian Fumero, Soledad Anzalone

Relevamiento, estudio y selección de los elementos constitutivos del sistema en Uruguay.
Parámetros condicionantes: .bajo costo económico .bajo costo ambiental .fácil obtención .cumplimiento con
requerimientos técnicos exigibles



Extracción muestras en terrenos y canteras de la periferia de Montevideo

Ensayos de campo: Sedimentación, Resistencia compresión

En el caso particular del suelo como componente fundamental del sistema, se toman muestras en canteras de la periferia de Montevideo y/o en lugares con formaciones de suelos cohesivos, de mayor frecuencia y facilidad de acceso para esta franja del territorio.



Ensayo granulometría



Elaboración probetas mini-harvard

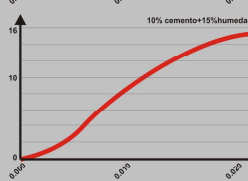
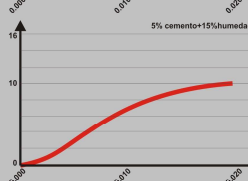
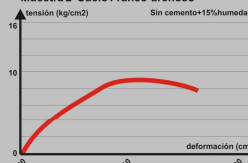


Rotura a compresión



Gráfico compresión simple

Muestra 2- Suelo Franco-arenoso



Muestra1- Suelo Arcilloso.
Cantera La Paz, Canelones
Granulometría: Finos: 86.4%, Arena: 13.6%
Límites de Atterberg: L.L: 35.7%, L.P: 23.1%
Índice Plasticidad: 12.6%
Proctor: Humedad óptima: 24%

Muestra 2- Suelo Franco-arenoso.
Cantera km30rutata1, San José
Granulometría: Finos: 33.4%, Arena: 66.5%
Límites de Atterberg: L.L: 29.4%, L.P: 14.1%
Índice Plasticidad: 15.3%
Proctor: Humedad óptima: 15%

En una instancia inicial se realizan ensayos en campo para hacer una primer selección de suelos. A partir de estas muestras se configura una batería de ensayos en laboratorio, basándonos en las normativas aplicables, dentro de un proceso de trabajo con instituciones idóneas en el área de ensayos de materiales y suelos (Lab. del Instituto de la Construcción, Facultad de Arquitectura; Lab. Instituto de de Geotecnia, Lab. Ensayo de Materiales, Facultad de Ingeniería).

Se realiza la caracterización de las muestras a través de granulometría y límites de Atterberg. Posteriormente se realizan ensayos para determinar su densidad y humedad óptima de compactación (ensayo Proctor). Se establecen hipótesis de trabajo, considerando variaciones de humedad y diferentes porcentajes de estabilizantes químicos (cemento, cal) para establecer la variación de la resistencia en función de estas variables. Se confeccionan probetas para ser ensayadas a compresión simple confinada.

El presente es un trabajo en proceso. El mismo comenzó en abril del 2010 y tiene una duración inicial de nueve meses. Actualmente se encuentra en etapa de procesamiento de los datos obtenidos a partir de los ensayos realizados. Resta confeccionar y ensayar el componente constructivo completo, procesar los resultados y elaborar conclusiones.

Esperamos con este proceso contribuir al estudio y desarrollo de alternativas sustentables de vivienda así como aportar a la validación de la construcción con tierra como una opción real en nuestro país.

Anzalone, Lucía. Estudiante, Ayudante Docente Facultad de Arquitectura, UDELAR. lucia.anzalone@gmail.com
Coitinho, Viviana. Arquitecta, Facultad de Arquitectura, UDELAR. vivigotika@gmail.com
Precciozzi, Aldo. Estudios Arquitectura Técnica, Universidad Politécnica de Madrid.
Estudiante Arquitectura, Facultad de Arquitectura, UDELAR. aldoprecc@hotmail.com
Facultad de Arquitectura, Programa Apoyo investigación Estudiantil, CSIC, Universidad de la República

Xº SIACOT

8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



LA ARQUITECTURA COMO PROCESO TRANSFORMADOR Arq. Casilda Barajas Rocha



Sección del conjunto. Zona Selva



El ritual de respeto y permiso a la tierra.



Calidad Ahorro
Autonomía



Recuperando la confianza en la tierra.
Tejido - Social



Bóvedas = Oficio -



Proyecto: Construcción de conjuntos de salud comunitarios, Chiapas, México, 2006-2008.

La lucha por un diseño participativo que reduzca al máximo el hormigón armado, dio lugar a proponer un sistema constructivo del que no tenían conocimiento y que experimentamos juntos: Muro mixto de bloques de tierra compactada (BTC) y Bóvedas autoportantes de ladrillo recargado.

Casilda Barajas es arquitecta mexicana por la UNAM, y tiene el oficio de bovedera y carpintera de bambú. Promueve el aprendizaje recíproco y acompaña a través de talleres y prácticas para la autoconstrucción de una arquitectura ecológica digna, sin la necesidad de arquitectos.

casbara@yahoo.es

Xº SIACOT

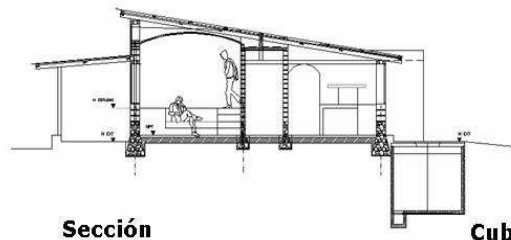
8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



LA ARQUITECTURA COMO PROCESO TRANSFORMADOR Arq. Casilda Barajas Rocha



Planta



Sección



Cubierta de carrizo con aislante



Proyecto: Casa en el bosque, Cerro Sagrado El Huitepec, Chiapas. México. 2009.
Soluciones bioclimáticas. Captación pluvial. Baños secos.

Después de participar en el taller de autoconstrucción Ceci, fotógrafa y quesera, me pidió acompañarla a soñar su casa viviendo un proceso femenino de diálogo continuo. En atenta escucha al *genio del lugar* respondimos con un diseño orgánico, a base de adobe, cubiertas ligeras de carrizo y bóveda de ferrocemento.



Talleres de diseño y creatividad en la autoconstrucción alternativa. Equilibrio colectivo. Dibuja tu rincón. Produciendo BTC.

Casilda Barajas es arquitecta mexicana por la UNAM, y tiene el oficio de bovedera y carpintera de bambú. Promueve el aprendizaje recíproco y acompaña a través de talleres y prácticas para la autoconstrucción de una arquitectura ecológica digna, sin la necesidad de arquitectos.

casbara@yahoo.es

Xº SIACOT

8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN HAITI, PROCESO DE CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA EN DESLANDES.

Adriana M. Durán, Arquitecta
James Hallock, Instituto Tierra y Cal A.C.

LOCALIZACION DEL PROYECTO

El proyecto está situado en el Valle de Artibonite, en Deslandes, una ciudad a unos 88 kilómetros (54 millas) de Puerto Príncipe en Haití.



Estado actual de la escuela

OBJETIVOS DEL PROYECTO



- Proporcionar una escuela permanente que responda a las necesidades educativas presentes y futuras de Deslandes
- Promover la construcción en Bloques de Tierra Comprimidos y otras tecnologías de construcción adecuadas a través de:
 - La formación en la producción de Bloques de Tierra comprimida
 - La formación y supervisión en la construcción de los edificios con técnicas antisísmicas



- Crear oportunidades de generación de ingresos locales

A largo plazo se busca:

Dar una respuesta y una alternativa a los problemas de falta de vivienda e infraestructuras para el pueblo de Haití basada en estas tecnologías.



PROCESO DE FORMACIÓN Y FABRICACION DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDOS



Mezcla



Compresión



Transporte –"stocage"



Curado



Adriana M. Durán, Arquitecta, adriana_duran@hotmail.com
James Hallock, Instituto Tierra y Cal A.C, jimhallock@tierraycal.com

Xº SIACOT

8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN HAITI, PROCESO DE CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA EN DESLANDES.

Adriana M. Durán, Arquitecta
James Hallock, Instituto Tierra y Cal A.C.

IMPLANTACION DE LA ESCUELA EN EL TERRENO

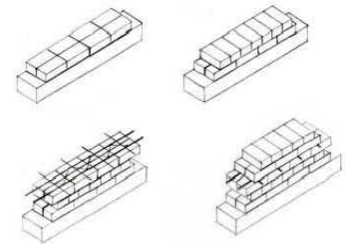
Equilibramos el deseo de un patio grande, la preservación del árbol de mango, la proximidad a la cocina, y una apertura visual de bienvenida de la entrada actual.



PROCESO DE FABRICACION DE CIMIENTOS Y MUROS DE LA ESCUELA



El proceso de construcción fue llevado a cabo por obreros locales, quienes bajo nuestra asesoría utilizaron un modelo de dos hiladas paralelas, seguidas de una trayectoria perpendicular. La primera hilada está amarrada a la primera paralela con un refuerzo horizontal de hierro y la segunda paralela a su vez está amarrada a la trayectoria perpendicular. Este tipo de armadura permite garantizar que la construcción sea antisísmica.



Adriana M. Durán, Arquitecta, adriana_duran@hotmail.com
James Hallock, Instituto Tierra y Cal A.C, jimhallock@tierraycal.com

Xº SIACOT

8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



ARQUITECTURA SUSTENTABLE: CONSTRUYENDO EN CONTEXTOS ESPECÍFICOS

Sophia Evans, Bethania Lanzaro



HOSTAL EN SANTA TERESA

Es de interés de las autoridades del Parque, realizar un proyecto arquitectónico referente de desarrollo social, ambiental y económico sostenible, tanto a nivel nacional como regional. El proyecto pretende implementarse como un Centro Demostrativo de Tecnologías Sostenibles con fines educativos. De esta forma, las ventajas ambientales, sociales y económicas podrían ganar visibilidad siendo referencia para el desarrollo de comunidades sustentables.

Se dispone mano de obra benévola (personal del ejército), materiales de la zona (madera, piedra, etc.) y un aserradero.

El abordaje partía del análisis y determinación de las exigencias del contexto (habitabilidad, durabilidad física, viabilidad económica y financiera, viabilidad productiva, ambiental y sociocultural), los cuales fueron el sustento para la elección de las tecnologías más apropiadas a utilizar. Se fijaron ciertos parámetros de satisfacción para cada una de ellas y se jerarquizaron según su importancia en el proyecto (ponderación en porcentajes), mediante una matriz de evaluación.

Requisitos y ponderación

contexto social	19%
contexto físico	27%
contexto sustentabilidad	31%
contexto económico	23%

Visibilidad del funcionamiento global.....	4,1%
Correspondencia cultural*.....	5,5%
Capacitaciones sencillas.....	4,1%
Bajo Soporte técnico.....	2,8%
Tiempo Disponible.....	2,7%

Seguridad estructural.....	1,9%
Seguridad frente al fuego.....	3,2%
Durabilidad.....	3,7%
Confort higrotérmico.....	4,1%
Estanqueidad al agua y al fuego.....	4,1%
Confort acústico.....	1,5%
Resistencia a agentes biológicos, insectos y animales.....	3,7%
Facilidad en incorporar Instalaciones.....	1,5%
Terminaciones de fácil higiene.....	3,2%

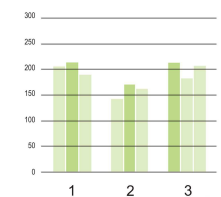
Uso racional del Agua.....	6,5%
Uso racional, captación y conservación de la Energía.....	6,5%
Ecología y ocupación del suelo.....	7,4%
Residuos sólidos.....	4,7%
Materiales de bajo impacto ambiental en su fabricación, uso y eliminación.....	5,6%

Uso de materiales de la zona.....	2,5%
Bajo costo de materiales y puesta en obra.....	2,5%
Acojido de materiales.....	1,5%
Capacitación sencilla mano de obra.....	2,1%
Sistemas pasivos de captación y conservación de energía.....	3,2%
Uso de energías renovables.....	2,8%
Fácil reposición de partes.....	1,8%
Reposición sin distorsión del sistema constructivo.....	2,1%
Bajo mantenimiento en el tiempo.....	2,5%
Productos de limpieza: fácil y económica obtención en el mercado.....	1,8%

ELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS

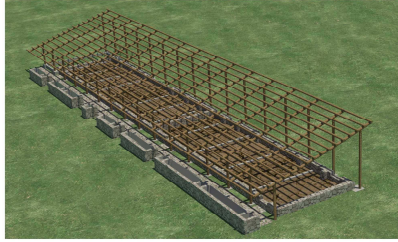
Puntaje obtenido en la matriz

1. Muro exterior portante:	
1.1 Panel multicapa con fardos de paja.....	205/300
1.2 Adobe.....	214/300
1.3 Panel multicapa de madera.....	189/300
2. Tabique interior:	
2.1 Fibropanel.....	143/300
2.2 Fajina.....	171/300
2.3 Panel de yeso.....	162/300
3. Cubierta:	
3.1 Techo verde.....	213/300
3.2 Multicapa con fardos de paja.....	183/300
3.3 Quincho.....	207/300



Sophia Evans
Estudiante de Arquitectura, UdelaR · sophiaevans_87@hotmail.com

Bethania Lanzaro
Estudiante de Arquitectura, UdelaR · bethanialanzaro@gmail.com

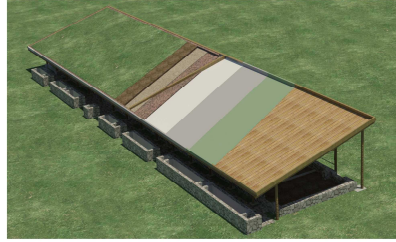


1. Implantación_ Terreno: el núcleo básico de servicios estará ubicado en un claro del bosque, a unos 200m de la costa.

2. Cimentaciones: Zapata corrida de piedra local, oficiando de zócalo de protección al muro de adobe frente a la lluvia.

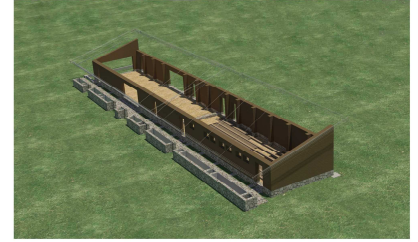
Vigas de fundación de hormigón armado
Filtrador de agua de lluvia de piedra local, alisado en su interior.

3. Estructura independiente cubierta verde:
Rolos eucaliptus tratado ACQ (tratamiento ecológico de madera que carece de elementos tóxicos) Ø= 20cm (pilares y vigas)



4. Cubierta verde:

- a- Alfajías de rolos de eucaliptus ACQ Ø= 15cm
- b- Tablas eucaliptus machimbrado _sección: 1" x 6"
- Impermeabilización: 2 lonas de PVC. Lonas de 80 m2 confeccionadas en taller con soldadura electrónica y colocadas en el lugar con adhesivo poliuretánico.
- c- Lámina separadora, protectora y antirraíz: geotextil TSF 300gr
- d- Grava 7 cm
- e- Arena 5 cm
- f- Tierra con humus y semillas césped 15 cm
- g- Protección anti erosiva adicional: tejido de yute grueso JEG 100% biodegradable



5. Muro de Adobe: Adobe a tizón (40x15x10 cm), junta trabada con Mortero de toma (1 cal + 5 arena + 4 arcilla) Carrera de HA (40x12cm)

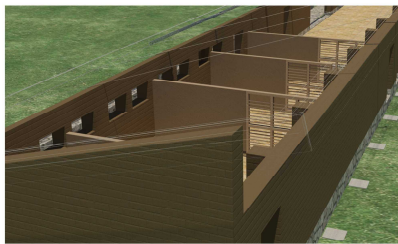
6. Estructura Piso Sobrelevado: Vigas doble T de tablas de eucaliptus ACQ 1½ x 6" y 1½ x 8" sobre vigas de fundación de HA.

7. Placas OSB 24mm x 0,60m apoyadas en aleta inferior de las Vigas Doble T

8. Aislación térmica: bloques de tierra alivianada con paja de trigo 30x45x12cm (D= 600kg/m³), apoyadas sobre placas de OSB.

9. Placas OSB sobre Vigas Doble T

10. Instalaciones sanitarias de desagüe: suspendidas debajo piso sobrelevado.

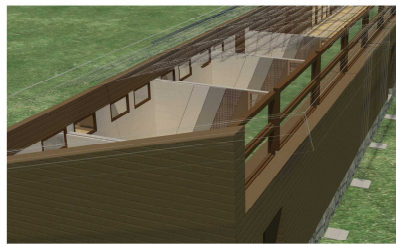


11. Estructura montante de Tabiques de Fajina
Escuadrías eucaliptus(3"x6"), módulo 0,80 x 2m. Este descarga en vigas de fundación de HA

12. Entramado de listones de madera: sección 1x1" (eventualmente ramas o cañas tacuara atadas). Sujetas con clavos galvanizados a la estructura montante.

13. Instalaciones de abastecimiento AUS fría y caliente en interior de tabiques sujetas con alambres galvanizados a listones.

14. Embarrado: 1º: 4 de tierra + 1 paja. 2º: 4 de tierra + 2 estiércol + 1 arena gruesa 3º: 2 estiércol + 1 arena (mezcla A) 4º: 4 partes mezcla A + 1 cal



15. Colocación de las Aberturas

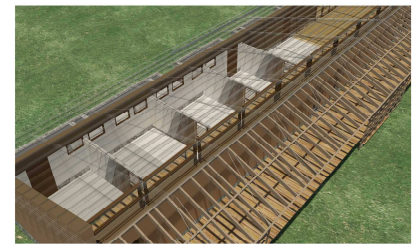
16. Terminaciones de muros y tabiques

Terminación exterior

- a- Tejido de fibras naturales (arpillerá) sujeto con grampas de alambre galvanizado 16
- b- Revoque de barro (4 arcilla + 1 arena) (*1)
- c- Pintura natural de cal y pigmentos de tierra

Terminación interior en locales húmedos:

- a- Malla plástica calado 1x1cm, para proyectar mortero sujetada a adobes con clavos galvaniz.
- b- Mortero de toma (8 a. gruesa + 1 cal + 1 cp)
- c- Bindafix®: adhesivo cementoso, fija cerámicos
- d- Revestimiento cerámico 28x40 cm e=0,5 cm. Pastina para las juntas.



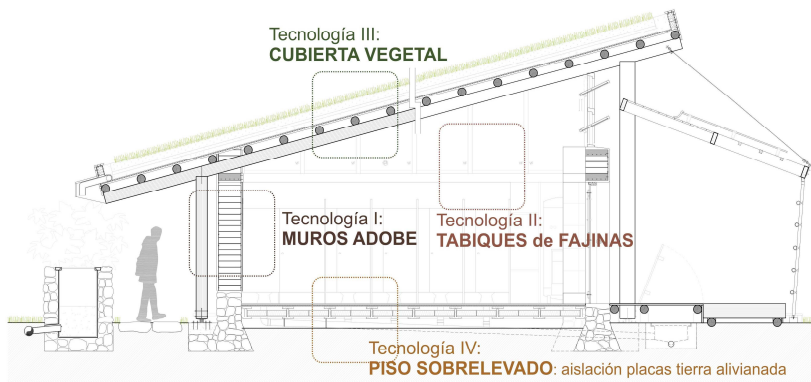
17. Colocación de pavimentos y artefactos sanitarios.

Terminación Locales Húmedos:

- a-Impermeabilización: 2 lonas PVC, idem cubierta
- b-Bindafix: adhesivo cementoso, fija cerámicos
- c-Revestimiento cerámico: porcelanato 28x28 cm (e=0,5 cm) Pastina para las juntas

Terminación Locales Secos:

- Tablas machimbradas eucaliptus colorado sección: 1" x 6" clavadas al OSB
- 18. Construcción de galería y deck exterior
- 19. Protecciones de entramado de madera
- 20. Colocación de paneles solares e instalaciones suplementarias al sistema de AUS caliente.



construcción de prototipo escala 1:1



Sophia Evans

Estudiante de Arquitectura, UdelaR · sophiaevans_87@hotmail.com

Bethania Lanzaro

Estudiante de Arquitectura, UdelaR · bethanialanzaro@gmail.com

Xº SIACOT

8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



ACABADOS EN TIERRA

Esteban Guarín Zapata (Estudiante); Veronica Henrriques Ardila (Profesora) ; Juan David Alzate Tamayo (Profesor)

La tierra como material constructivo, ha sido usada desde tiempos ancestrales; en Colombia esta tradición se ha ido perdiendo, dejando este material y sus técnicas constructivas enmarcadas en un concepto arquitectónico de bajo nivel, asociado a zonas sub-urbanas o rurales de bajos recursos e ignorando todas sus cualidades. Trabajos previos a nivel mundial se han venido encargando de demostrar los beneficios ambientales, bioclimáticos, técnicos y económicos que tiene la arquitectura en tierra, sin embargo esto no ha sido suficiente para que este material tome un papel importante en la arquitectura de hoy.

Este trabajo pretende reivindicar el material en las estéticas contemporáneas, produciendo acabados elaborados con tierra cruda, experimentando con texturas, colores y técnicas de aplicación en el contexto colombiano; también demostrar la facilidad de implementación, la reducción en los costos con estos acabados y la amplia gama de alternativas estéticas que se pueden lograr. En edificaciones experimentales. Una de estas construcciones es una casa edificada con bloques de tierra comprimida que se ubica en las afueras de la ciudad de Medellín. La investigación está en proceso y se espera determinar dosificaciones exactas para cada acabado, innovar con texturas, colores, determinar patologías y sus razones, además de lograr una estandarización de procesos artesanales en cuanto a obtención y aplicación de la tierra como un acabado arquitectónico.



Foto ORATerra - Africa

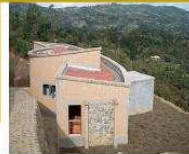
Arquitectura en tierra para personas de bajos recursos económicos



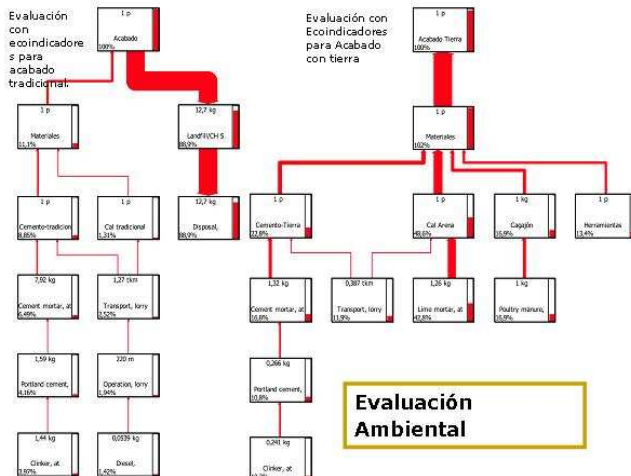
Foto ORATerra - Africa

Arquitectura en tierra para personas de alta poder adquisitiva

Experimentación: se realizó en una vivienda ubicada, en el municipio de Guarne, Antioquia, La vivienda está elaborada con bloques de tierra comprimida.



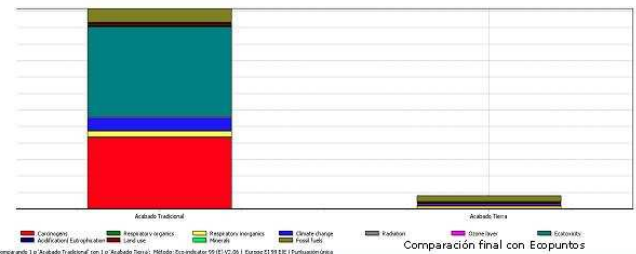
También en un apartamento, ubicado en el municipio de Envigado, Antioquia, construido con estructura de concreto y cerramientos en ladrillo cocido.



Objetivo: Conocer y documentar la tierra como material constructivo; los acabados arquitectónicos que se pueden lograr con ésta, sus ventajas y desventajas frente a un acabado convencional, buscando la forma de posicionar en el medio Colombiano de la construcción, los acabados en tierra, como una de las mejores alternativas.

Categoría de Inventario	Unidad	Acabado tradicional	Acabado Tierra
IPCC GWP 100ª	Kg CO2	11	1,19

Huella de carbono para los dos sistemas



Esteban Guarín Zapata, (Estudiante) aspirante a pregrado en Arquitectura, Octavo Semestre, F.A- U.P.B/ estebanguarin.z@hotmail.com

Veronica Henrriques Ardila, (Profesora) Arq. Mt. Tecnologías Avanzadas en Construcción Arquitectónica, compuesto por las especializaciones de Arquitectura Bioclimática y Edificios Inteligentes / veronica_henriques@tb.net.co

Juan David Alzate Tamayo, (Profesor) Ing. Ambiental, Maestría en desarrollo sustentable/ jalzate63@yahoo.com.ar

Xº SIACOT

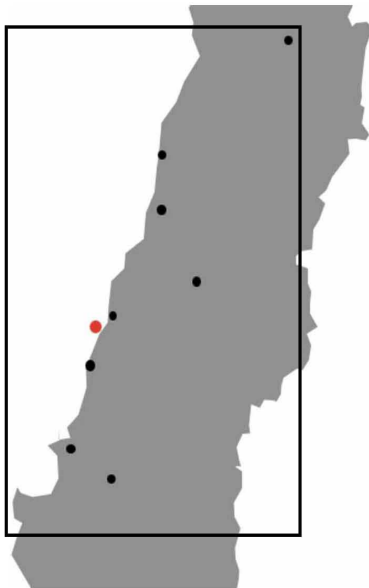
8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



CHILE 27/02 TERREMOTO 8.8

REFORZANDO LA CULTURA CONSTRUCTIVA EN TIERRA

Amanda Rivera Vidal. Fundación Jofré. Universidad del Bío-Bío. amandariverav@gmail.com



Vichuquén



Vichuquén



Chanco



Curanipe



Cobquecura



Coelemu



Rere



Yumbel



Cultura Constructiva Chilena en tierra, afectada por el terremoto. Desde Santiago hasta Yumbel siguen erguidos las construcciones con tierra, muchas de ellas demolidas después del terremoto.

Nuestra intención: rescatar la cultura de la tierra y re-instalarla como necesidad imperativa de nuestra identidad.



Fotos Cristian Muñoz Catalán

Amanda Rivera Vidal. Licenciada en Arquitectura Universidad del Bío-Bío. 2009 RIBA Norman Foster Travelling Scholarship. Trabaja con Marcelo Cortes y Tierractual, diseño y arquitectura en tierra que aspira a la difusión de la tierra como material contemporáneo. Y en Fundación Jofré que promueve el patrimonio en tierra. Fundadora de Colectivo Terrón, dedicado a expresiones artísticas con tierra.

Xº SIACOT

8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



CHILE 27/02 TERREMOTO 8.8

REFORZANDO LA CULTURA CONSTRUCTIVA EN TIERRA

Amanda Rivera Vidal. Fundación Jofré. Universidad del Bío-Bío. amandariverav@gmail.com



Evaluación de la estructura general de la construcción de tierra. Determinación de puntos críticos: encuentros, desplomes, etc. Restitución de integridad de la estructura: grout. Reutilización de material del lugar: adobes. Refuerzo de muros y encuentros.



Protección de la estructura metálica. Recubrimiento con tierra del lugar. Pesquisas de arcillas locales en variedad cromática.



Escuela-Taller de revocos de arcilla como terminación final de la construcción. Búsqueda, estabilización y aplicación. Demostrando las posibilidades cromáticas y contemporáneas de la tierra en la construcción.

Fotos Cristian Muñoz Catalán

Amanda Rivera Vidal. Licenciada en Arquitectura Universidad del Bío-Bío. 2009 RIBA Norman Foster Travelling Scholarship. Trabaja con Marcelo Cortes y Tierractual, diseño y arquitectura en tierra que aspira a la difusión de la tierra como material contemporáneo. Y en Fundación Jofré que promueve el patrimonio en tierra. Participa de Colectivo Terrón, dedicado a expresiones artísticas con tierra.

Xº SIACOT

8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY



RENDERING SOLUTIONS FOR TRADITIONAL ADOBE CONSTRUCTION

Ana Velosa, Humberto Varum, António Figueiredo

One of the main causes of degradation of adobe heritage in the region of Aveiro is the degradation of renders. The lack of a protective surface then leads to an accelerated degradation of adobe walls (Figure 1). Attempts are made to repair these renders, but mostly by the use of inadequate materials that lead towards further degradation of the substrate.



Figure 1 – Adobe wall



Figure 2 – Materials



Figures 3 and 4 – Rendering

The use of traditional materials (Figure 2) and currently used materials, and the application of rendering techniques (Figures 3 and 4) was performed on 19 panels (Figure 5).



Figure 5 – Render panels over adobe wall

Renders were made with traditional air lime and other currently used solutions such as hydraulic lime and cement. Metakaolin was added to allow for the application of current building techniques and quicker setting. Lime putty with a hydrophobic addition was also tested. Different local sands were used for evaluation of aggregate impact.

Panel	Binder	Sand
1		River sand
2		Yellow sand
3	Air lime powder	Fine sand
4		River sand
5	Hydraulic Lime	Yellow sand
6	(NHL5)	Fine sand
7		River sand
8	White cement	Yellow sand
9	(SEM II - L32,5 R)	Fine sand
10		River sand
11	Air lime powder +	Yellow sand
12	Metakaolin	Fine sand
13	Air lime powder +	River sand
14	Hydraulic Lime	Yellow sand
15	(NHL5)	Fine sand
16	Lime putty	Fine sand +
	(hydrophobe)	Yellow sand
17	Lime putty	Fine sand +
		Yellow sand
18	Lime putty +	Fine sand +
	metakaolin	Yellow sand
19	Lime putty	Fine sand +
	(hydrophobe) +	Yellow sand
	metakaolin	

Ana Luísa Velosa – PhD in Civil Engineering, Assistant Professor at the University of Aveiro. Her work has been focused on the study and development of materials for building conservation. avelosa@ua.pt

Humberto Varum – PhD in Civil Engineering, Associate Professor at the University of Aveiro. His research interests include assessment, strengthening and repair of structures, earthquake engineering and structural dynamics, earth construction rehabilitation. hvarum@ua.pt

António Figueiredo – MSc in Civil Engineering, Researcher at the University of Aveiro. His research interests include assessment, conservation and rehabilitation of existing constructions, particularly adobe buildings. ajfigueiredo@ua.pt

Xº SIACOT

8º EVENTO DE ARQUITECTURA EN TIERRA EN URUGUAY

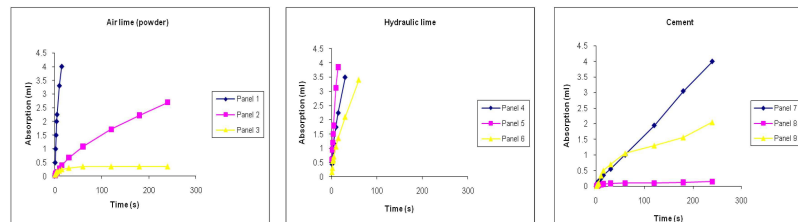


RENDERING SOLUTIONS FOR TRADITIONAL ADOBE CONSTRUCTION

Ana Velosa, Humberto Varum, António Figueiredo

Testing procedures:

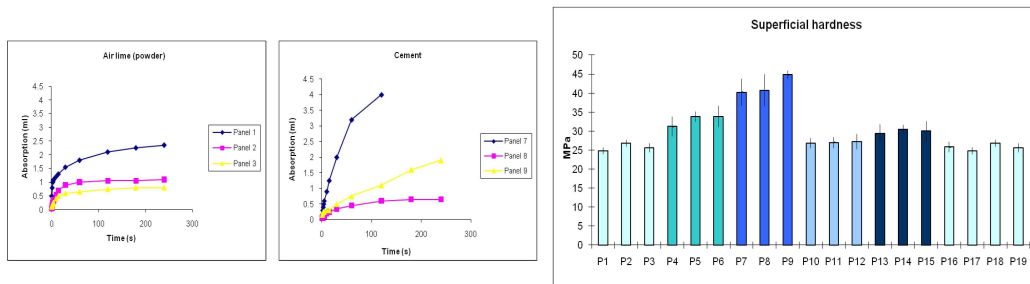
- Water intake using Karsten tubes (Figure 6)
- Superficial hardness using Schimdt Hammer
- Visual inspection (cracking, drying capacity)



Graphs 1, 2 and 3 – Influence of different binder and aggregate on water intake

Figure 6 – Water intake

Graphs 1 to 3 show the impact of the use of different binders on water intake while graphs 4 and 5 depict this with a two year span. The use of different aggregates also has a clear impact that is directly linked to the number and size of pores. This is especially evident in air lime mortars in which fine sand clearly decreases water intake. Taking into account both initial and latter behaviour, air lime mortars seem to present the best results in terms of water intake.



Graphs 4, 5 – Water intake with different binders after 2 yrs

Graph 6 – Superficial hardness of panels

Measurements of superficial hardness (Graph 6) clearly show lower mechanical strength of lime mortars, indicating possible compatibility with earth-based materials, such as adobe.

CONCLUSION

Traditional materials, such as air lime based mortars, seem to be more compatible with adobe than currently used cement and hydraulic lime, when applied in rendering mortars. Visual inspection confirmed their durability so far, with some cracking in hydraulic lime renders and some renders containing pozzolan. Mortars incorporating hydrophobe substances have no water intake but capillary water takes time to dry and this is noticeable in the panels.

CONFERENCISTAS noviembre 2010 SIACOT Uruguay

1. ARGENTINA "ARIEL GONZALEZ" aagonzal@frsf.utn.edu.ar
2. BRASIL "Miguel Sattler" sattler@ufrgs.br
3. BRASIL "Celis Neves" cneves@superig.com.br
4. CHILE "Marcelo Cortes" mcortes@marcelocortes.cl
5. COLOMBIA "Proterra-Lucia garzon" luciagarzon@yahoo.com
6. FRANCIA – PERÚ "WILFREDO CARAZAS" carazas.w@grenoble.archi.fr
7. FRANCIA "Hubert Guillaud" hubert.guillaud@grenoble.archi.fr
8. MÉXICO "Luis Fernando Guerrero" luisfg1960@yahoo.es
9. MÉXICO "Ramón Aguirre Morales" ramonaguirremorales@yahoo.es
10. URUGUAY "Cecilia Alderton" alderton@adinet.com.uy
11. URUGUAY "Gustavo Scheps" decanato@farq.edu.uy
12. URUGUAY "Rosario Etchebarne" roetchebarne@gmail.com



COMITÉ ORGANIZADOR – 25 DE JUNIO DE 2010