

# Construcción con Tierra 6

Publicación periódica



Centro de Investigación Hábitat y Energía  
Secretaría de Investigaciones  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Universidad de Buenos Aires

ISSN 1669-8932

Septiembre 2014, Buenos Aires



### **Imagen de Tapa**

Muro de adobe,  
Centro de Construcción Experimental,  
Universidad Católica,  
Nuestra Señora de Asunción,  
Asunción del Paraguay.

# Construcción con Tierra 6

## **Construcción con Tierra 6**

Editor responsable:



Centro de Investigación Hábitat y Energía  
Secretaría de investigaciones  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Universidad de Buenos Aires

Publicación periódica del  
Centro de Investigación Hábitat y Energía

Dirección Postal:  
CIHE-SI-FADU-UBA  
Pabellón 3, Piso 4. Ciudad Universitaria  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1428BFA  
Argentina

ISSN 1669-8932 Septiembre 2014, Buenos Aires

## Construcción con Tierra

Tiene por **objetivo** reunir artículos originales sobre proyectos realizados en construcción con tierra, resultados y avances de investigaciones, laboratorios dedicados a la construcción con tierra, cursos de capacitación y talleres de experimentación, agrupados en las siguientes secciones:

- **Optimización del material y la Construcción con Tierra**
- **Transferencia**
- **Patrimonio**
- **Aplicaciones**

### Comité Editorial:

#### Argentina

Arq. Juan Carlos Patrone  
Dr. Arq. John Martin Evans  
Dra. Arq. Graciela Viñuales  
Dra. Arq. Silvia de Schiller  
Mgr. Arq. Jorge Ramos

#### Brasil

Dra. Ing. Celia Neves

#### Chile

Arq. Hugo Pereira Gigogne

#### Ecuador

Mgr Arq. Climaco Bastidas

#### Méjico

Dr. Arq. Luis Fernando Guerrero Baca

#### Paraguay

Dr. Arq. Silvio Ríos Cabrera

### Compaginacion editorial.

Ing. Arq. Mariano Cabezón  
Investigador CIHE-SI-FADU-UBA  
miembro de grupo de Construcción con Tierra-CIHE.

# Índice

<b>Construcción con tierra 6</b>	
Índice	i
Editorial	ii
Cobertura geográfica	iv
Invitación a presentar artículos en CT7	v
Perfil de los autores	vi
<b>Sección 1: Optimización del Material</b>	1
1.1. Propuestas de mejoras para construcciones con tierra en hábitats áridos y sísmicos. <i>Irene Blasco Lucas</i>	3
1.2. Estabilización de suelos con cal y puzolanas. <i>Luis Fernando Guerrero y Francisco Javier Soria López</i>	15
1.3. Avances en construcción natural en Puerto Madryn, Chubut, Patagonia Argentina, Parque Ecológico Area ‘El Doradillo’. <i>Silvina Bramati</i>	25
<b>Sección 2: Transferencia</b>	35
2.1. Alianzas estratégicas entre Universidad, Estado y Sociedad. <i>Ariel González y María Carolina Lazzarini.</i>	37
2.2. Transferencia y autoconstrucción asistida en tierra. <i>Sebastian D’Andrea.</i>	45
2.3. Arquitectura de tierra en la construcción sustentable. <i>Juan Carlos Patrone, Sebastián D’Andrea y Hernán Passone.</i>	51
<b>Sección 3: Patrimonio</b>	61
3.1. Rehabilitación Casona viñedos Terra Noble, post-sismo 27 F 2010, Región del Maule, Chile. <i>Hugo Pereira Gigogne y Diego Pereira Escobar.</i>	63
3.2. Tierra en la tradición constructiva paraguaya. <i>Silvio Ríos Cabrera.</i>	69
3.3. Iniciativas de intervención en edificaciones patrimoniales con tierra en la Provincia de Imbabura, Ecuador. <i>Patricio Galarza.</i>	77
<b>Sección 4: Aplicaciones</b>	87
4.1. Verde arriba: compromiso de la tierra con la ciudad. <i>Sonia Carmena.</i>	89
4.2. Earthship Nave-Tierra, Ushuaia <i>Luciano López Guzmán.</i>	97
4.3. Bioconstrucción en el Museo Provincial de Ciencias Naturales ‘Dr. Angel Gallardo’, Rosario: reflexiones sobre la experiencia de la reforma edilicia <i>Mario Amatiello, Sebastián Bosch y Lisandro Arelovich.</i>	103
4.4. Cabaña construida con adobe en Catamarca: comportamiento higró-térmico en invierno. <i>Victor García, Adriana Medina, Norma Rodríguez.</i>	111

## EDITORIAL

Continuando con el desarrollo de temas introducidos en números anteriores, este número de Construcción con Tierra 6 presenta las siguientes secciones:

- **Sección 1. Optimización del Material**
- **Sección 2. Transferencia**
- **Sección 3. Patrimonio**
- **Sección 4. Aplicaciones**

La publicación continúa así el desarrollo de una línea editorial que contribuya a promover la construcción con tierra, basada en sus calidades, comprobadas a través de procesos de investigación y evaluación de edificios construidos, con énfasis en los siguientes campos:

- **Arquitectura con tierra:** Demostración de su potencial constructivo, estético y ambiental, a través de proyectos de interesante calidad arquitectónica por ofrecer soluciones acorde con requerimientos y expectativas actuales.
- **Patrimonio, conservación y restauración:** Muestra la importancia del desarrollo y la aplicación de técnicas apropiadas en la revalorización de la construcción con tierra y la práctica de la conservación y restauración de edificios patrimoniales.
- **Desarrollo tecnológico:** Enfatiza la necesidad permanente de la investigación en aspectos técnicos de la construcción con tierra a fin de asegurar edificios sustentables, que ofrezcan seguridad, bienestar, confort y durabilidad.
- **Transferencia, difusión y capacitación:** Experiencias en la formación técnica y apoyo profesional, junto a la transferencia de conocimientos, requieren medios accesibles de experimentación y difusión para potenciar los cambios técnicos y avances tecnológicos

En este esfuerzo, la Construcción con Tierra debe cumplir con normas de seguridad estructural, lograr condiciones de habitabilidad y bienestar para los usuarios, y asegurar una larga vida útil. La investigación de nuevas técnicas, o mejoras de las actuales, y la evaluación de edificios construidos, ofrecen bases firmes y confiables para la actualización y mejoramiento de normas, códigos y reglamentos, y lograr la aceptación social.

En varios casos, la Construcción con Tierra no cuenta con aprobación como resultado del gran peligro en casos de sismos, y en otros por no cumplir con normas de habitabilidad o por no ofrecer condiciones ambientales adecuadas. La investigación, la medición y la evaluación del comportamiento estructural y el desempeño ambiental permitirán aportar argumentos para la revisión de estas decisiones, basadas en la racionalidad que permita suplir viejos prejuicios y el desconocimiento técnico.

### **Innovaciones en Construcción con Tierra**

En este número, se presentan nuevos temas relacionados con la Construcción con Tierra, que no fueron tratados en números anteriores.

Se presenta el caso de sociabilización tecnológica patrimonial en un edificio institucional, a través de la construcción de muros divisorios para oficinas en el Museo Gallardo, Rosario, utilizando una mezcla de barro y paja, otra variante del empleo del material. Se muestra así la ventaja de reducido peso y alta capacidad aislante de esta forma de construcción. A ello se suman las favorables calidades de aislación acústica, muy relevantes en esta aplicación.

Se muestra también un ejemplo de la Construcción con Tierra Embolsada, a veces conocida como ‘super-adobe’, aunque no tenga relación directa con adobes. Otro caso es la variante que presenta la construcción con llantas de automóviles rellenas con tierra compactada, en una forma de construcción popularizada por Michael Reynolds con el nombre de ‘*Earthship*’ o Nave Tierra. La integración del uso de fardos de paja en la Construcción con Tierra, cubiertos con revoques de barro, terminación de barro y cal, marca la utilización de materiales naturales en viviendas de la Patagonia. Sería de gran interés realizar una auditoría térmica para corroborar su eficiencia y desempeño térmico.

El uso de tierra en techos verdes muestra una faceta diferente donde la tierra tiene una función de substrato para cobertura vegetal, de absorción de agua de lluvia para reducir la descarga directa a las redes pluviales, y el creciente impacto de inundaciones de sectores urbanos. A su vez, la incorporación de inercia térmica en techos mejora el desempeño energético de los edificios y reduce el efecto de isla de calor en la ciudad.

### **Construcción con Tierra en climas fríos**

Otra innovación de este número es la presentación de 2 artículos sobre el uso de tierra en climas fríos de altas latitudes, como el *Earthship* de Ushuaia. En este caso, la tierra se complementa con gruesas capas de material aislante para lograr condiciones de confort térmico en este clima muy frío con 4.375 grados días de calefacción (IRAM 11.603, 2012). Los ‘grados días’, indicador de la duración y severidad de la época de calefacción, donde las temperaturas exteriores son inferiores a los niveles de confort y bienestar, considerando una base de 18° C. Este índice indica que la demanda de energía para calefacción en Ushuaia es más de 4 veces la demanda de la misma vivienda en climas templados, como Buenos Aires, con solo 850 a 1.190 grados días. Las construcciones conformadas por grandes masas de tierra ofrecen respuestas apropiadas para resolver el problema térmico en la construcción de tierra cruda, en particular, en zonas sísmicas y de climas muy fríos como la Isla de Tierra del Fuego.

En zonas frías, el muro exterior doble con aislación térmica actúa como compensador y reductor de los cambios de temperatura, donde el muro interior, ya aislado, es el acumulador térmico encargado de aportar el calor necesario para lograr y mantener niveles adecuados de confort en el interior de la vivienda.

Los ejemplos de Chubut, aunque corresponden a un clima menos riguroso pero todavía frío, con 1.925 grados días, aproximadamente el doble que Buenos Aires. Sin embargo, una construcción con buena aislación térmica permite lograr buenas condiciones con menor uso de energía y, en algunos casos, sin calefacción, utilizando solo el calor metabólico de los ocupantes y la energía solar para lograr adecuado nivel de habitabilidad.

### **Patrimonio escondido**

Siempre presente y rara vez reconocido es el vasto patrimonio de la Construcción con Tierra en los Cascos Históricos de las ciudades latinoamericanas. Este es un campo que ofrece enorme potencial de desarrollo en el marco de la conservación y rehabilitación del stock edificado de la región, tantas veces intervenido sin adecuado conocimiento técnico. A ello se suma la búsqueda de modernidad y el desprecio por la ‘arquitectura pobre’, de ahí que el desarrollo de normativas puede dar soporte, aliento y valor a la preservación.

## **Transferencia**

Un fuerte desafío que enfrenta la Construcción con Tierra es la Ley 13.059 de la Provincia de Buenos Aires al exigir una mejora substancial en el comportamiento térmico de muros. Es relevante notar que, para cumplir con esta ley y lograr el Nivel B de la Norma IRAM 11.605 (2005) de alcance nacional, un muro de adobe requiere un espesor de 45 cm.

La importancia de capacitar técnicamente y transferir socialmente ha sido y sigue siendo uno de los pilares fundamentales de la razón de ser de esta publicación.

## **Cobertura geográfica de los artículos**

Como en números anteriores, se indica la ubicación de los autores, y las localidades y latitudes de los trabajos de investigación y proyectos presentados en los artículos. La diversidad geográfica de los artículos presentados evidencia la voluntad de difundir la amplia gama que presentan las actividades que se realizan en la Construcción con Tierra en Latinoamérica. Se espera así potenciar el valor patrimonial, el desempeño ambiental y eficiencia energética, y el desarrollo tecnológico y normativo.

Es relevante notar que ello está siempre acompañado de valiosos aportes llevados a cabo para actualizar la capacitación técnica, motivar la formación académica y alentar la participación social, en el marco del desarrollo sustentable de la región. Se espera mostrar de esta manera la importancia de fomentar la producción de un hábitat edificado de bajo impacto ambiental y baja demanda de recursos, simultáneamente abierto a la innovación y respetuoso del patrimonio heredado.

Artículo	Autores	Lugar	Latitud
CT6 1.1	Irene Blasco Lucas	San Juan, Argentina	32° S
CT6 1.2	Luis Fernando Guerrero y Francisco Soria	DF, México	22° N
CT6 1.3	Silvina Bramati	Chubut, Argentina	15° S
CT6 2.1	Ariel González y María Carolina Lazzarini	Santa Fé, Argentina	31° S
CT6 2.2	Sebastián D'Andrea	Bs As, Argentina	34° S
CT6 2.3	Juan C. Patrone, Sebastián D'Andrea y Hernán Passone	Bs As, Argentina	34° S
CT6 3.1	Hugo Pereira Gigogne y Diego Pereira Escobar	Santiago, Chile	33° S
CT6 3.2	Silvio Ríos Cabrera	Asunción, Paraguay	25° S
CT6 3.3	Patricio Galarza	Otavalo, Ecuador	0° N
CT6 4.1	Sonia Carmena	Rosario, Argentina	33° S
CT6 4.2	Luciano López Guzmán	Ushuaia, Argentina	55° S
CT6 4.3	Mario Amatiello, Sebastián Bosch y Lisandro Arelovich	Rosario, Argentina	33° S
CT6 4.4	Víctor García, Adriana Medina y Norma Rodríguez	Catamarca Argentina	20° S



Ubicación de los trabajos presentados en este número de ‘Construcción con Tierra 6’.

John Martin Evans y Silvia de Schiller.  
Comité Editorial.

### **Invitación a presentar artículos en CT7**

El Comité Editorial invita a proyectistas y constructores, investigadores y docentes a presentar artículos para futuros números de ‘Construcción con Tierra’, atendiendo las condiciones de presentación y el formato de los artículos, según se indica al final de la presente publicación.

### **Formato para la presentación de artículos**

## PERFIL DE LOS AUTORES

**Amatiello, Mario.** Conservador de museos, especializado en el campo de la museografía, diseño, imagen institucional y comunicación. Coordinador del Área Museografía del Museo Provincial de Ciencias Naturales 'Dr. Ángel Gallardo'. Integrante de la Asociación Civil 'Próxima Museología, Grupo de Investigación' y Coordinador del Túnel, Centro Cultural del Colegio de Arquitectos de Rosario.

*e-mail: marioluisamatiello@gmail.com*

**Arelovich, Lisandro.** Licenciado en Antropología y Especialista en Arqueología. Trabaja en el Taller Ecologista de Rosario, es miembro del Centro de Estudios Observatorio de Energía y Sustentabilidad, y Asesor del Centro de Investigación, Desarrollo y Enseñanza en Permacultura. Docente de Antropología Económica, UNR, cursó seminarios de posgrado en economía ecológica, ecología política y ecología de poblaciones humanas.

*e-mail: li\_are@yahoo.com*

**Blasco Lucas, Irene.** Doctora en Arquitectura (2013). Magíster en Energías Renovables (2001). Arquitecta (1979). Investigadora Categoría I (2005). Ha dirigido desde 1983 en la UNSJ, 26 proyectos de investigación en arquitectura sustentable, energías renovables y tecnologías apropiadas. Prof. Titular y Asociada Efectiva a partir de 1990. Docente de grado y posgrados en la FAUD-UNSJ, es autora de 3 libros y más de 100 artículos.

*e-mail: iblasco@farqui.unsj.edu.ar*

**Bosch, Sebastián.** Conservador de museos con especialización en gestión de museos y museografía. Coordinador general del Museo Provincial de Ciencias Naturales 'Dr. Angel Gallardo', Rosario. Docente de la Cátedra Museografía 3, Escuela Superior de Museología.

*e-mail: boschsebastian@live.com.ar*

**Bramati, Silvina.** Arquitecta graduada de la Universidad Nacional de La Plata (FAU-UNLP). Máster Propio en Energías Renovables: Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Internacional de Andalucía (UNIA). Docente e investigador en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB).

*e-mail: silvina.bramati@gmail.com*

**Carmena, Sonia.** Arquitecta, Universidad Nacional de Rosario (UNR) y Especialista en Diseño y Proyectación, Universidad Nacional del Litoral (UNL), desarrolló docencia universitaria e investigación, y es miembro de comités científicos y editoriales internacionales. Cofundadora del estudio profesional Proyecto Janus en 2007, dedicado al diseño y construcción sustentable, creadores de la marca Verde Arriba® de terrazas verdes, jardines verticales y piscinas naturales, Premio Emprendedor XXI, y la Línea Q.

*e-mail: scarmena@unr.edu.ar*

**D'Andrea, Sebastián.** Arquitecto Universidad de Buenos Aires (FADU-UBA), realizó cursos sobre sustentabilidad de los materiales Programa de Formación en Investigación (FI-FADU-UBA), de bioarquitectura en la Sociedad Central de Arquitectos (SCA), talleres de construcción con tierra en Córdoba y Neuquén y participó como voluntario en varias obras en el país y el exterior, e integra el grupo de Construcción con Tierra, gCT, del Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE-SI-FADU-UBA).

*e-mail: seb@sdandrea.com.ar*

**Galarza, Patricio.** Arquitecto graduado en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central del Ecuador, 1989. Diseñador y Constructor, Presidente del Colegio de Arquitectos del Ecuador Delegación Otavalo, 2002-2014. Perito Avaluador, Varias Instituciones del Sistema Financiero, 1997-2014. Egresado de la Maestría en Rehabilitación Urbana y Arquitectónica, Universidad Central del Ecuador.

*e-mail: ep\_galarza@yahoo.es*

**García, Víctor Orlando.** Profesor y Licenciado en Física, Magíster en Energías Renovables y Doctorando en Ciencias, mención Energías Renovables. Docente en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCa, y en la Facultad de Ciencias Exactas, UNLaR, es Investigador Categoría 2 del Sistema Nacional de Incentivos.

*e-mail: victorgarcia958@gmail.com*

**González, Ariel.** Ingeniero en Construcciones, Magister Scientiae en Metodología de la Investigación Científica y Técnica, Profesor e Investigador de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Santa Fé, Argentina. Desarrolla temas del hábitat urbano y rural en equipos interdisciplinarios, e investigaciones en tecnologías de construcción con tierra. Secretario Ejecutivo de la Red Latinoamericana de Cátedras de Vivienda ULACAV, es miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y de la Red Argentina PROTIERRA.

*e-mail: aagonzal@frsf.utn.edu.ar*

**Guerrero, Luis Fernando.** Arquitecto, Maestro en Restauración de Monumentos y Doctor en Diseño con Especialidad en Conservación Patrimonial. Profesor-Investigador Titular de la Universidad Autónoma Metropolitana donde además funge como Jefe del Área de Investigación en Conservación y Reutilización del Patrimonio Edificado. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y de la Cátedra UNESCO ‘Arquitecturas de tierra, culturas constructivas y Desarrollo Sostenible’.

*e-mail: luisfg1960@yahoo.es*

**Lazzarini, María Carolina.** Arquitecta, egresada de la Universidad Católica de Santa Fe en 1996, se ha dedicado a la actividad privada hasta 2010, realizando obras de viviendas unifamiliares y colectivas, edificios hospitalarios, educativos y bancarios. En los últimos años, concentró su actividad en forma exclusiva a la capacitación y experimentación de arquitectura en tierra cruda, participando en numerosos talleres de formación.

*e-mail: mclazzarini@capsf.org.ar*

**López Guzmán, Luciano.** Integrante del Gurpo NAT. Egresado de Earthship Academy en Taos, NM. E.E.U.U. Nombrado miembro de Earthship Biotecture luego de participar en la construcción en Ushuaia como parte del equipo organizador.

*e-mail: luciano.lopez@gmail.com*

**Medina, Adriana.** Arquitecta. Docente en la Escuela de Arquitectura, Universidad Nacional de La Rioja, a cargo del curso de Postrado, del Departamento de Ciencias y Tecnologías Aplicadas a la Producción, el Urbanismo y el Ambiente, de la Universidad Nacional de La Rioja.

*e-mail: adrianamedina2211@yahoo.com.ar*

**Passone, Hernán.** Cursa la Carrera de Diseño Industrial FADU-UBA, realizó cursos FI-FADU-UBA, en sustentabilidad de los materiales, construcción con tierra, y aplicación de energías renovables. Trabaja con materiales y sistemas que aportan a la eficiencia energética, e integra el Grupo de Construcción con Tierra, gCT, del Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE-SI-FADU-UBA).

*e-mail: hernan\_passone@hotmail.com*

**Patrone, Juan Carlos.** Arquitecto Universidad de Buenos Aires (FADU-UBA), postgrado en Diseño Bioambiental, es investigador del Centro de Investigación Hábitat y Energía, dirige el Grupo de Trabajo Construcción con Tierra, gCT-CIHE, Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE-SI-FADU-UBA). Asesora, proyecta y construye con tecnologías de tierra, es miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y director de Terrabaires.

*e-mail: arqpa@yahoo.es*

**Pereira Escobar, Diego.** Arquitecto, Universidad Diego Portales. Premio a la Excelencia Académica UDP 2007, 1er lugar concurso nacional CHILEDUCA, Ministerio de Educación 2003. Experiencia profesional en Zagreb, Croacia, Estudio Njiric&Njiric, y en Marbella, España, Estudio Arq. Hugo Torrico C. ARCHIPLAN. Actualmente, socio de POLIVALENTE Ltda. Santiago, Chile.

*e-mail: diego@polivalente.cl*

**Pereira Gigogne, Hugo.** Arquitecto, Universidad de Chile. Docente del CFT IDMA instituto del medio ambiente y de la UTEM Universidad Tecnológica Metropolitana, es Funcionario del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Miembro de la Red PROTERRA y Coordinador de la Red PROTIERRA-Chile, es integrante de ICOMOS-Chile, Comité Internacional de Monumentos y Sitios de UNESCO.

*e-mail: pgigogne@gmail.com*

**Ríos Cabrera, Silvio.** Arquitecto, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay, y Doktor-Ingenieur, Universidad Técnica de Aachen, Alemania, es Investigador en Arquitectura de la UNA, orientado al campo de la vivienda popular, materiales alternativos y tecnología apropiada, hábitat rural y salud, acondicionamiento natural y diseño de estructuras. Fue Director del Centro de Tecnología Apropiada de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Católica y Coordinador de Vivienda de Interés Social de CYTED, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

*e-mail: habitat.srios@gmail.com*

**Rodríguez, Norma.** Profesora y Licenciada en Matemática, Magíster en Bioestadística, Universidad de Chile, Doctoranda en Ciencias, mención Matemática. Docente en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNCa, Investigadora Categoría 2 y Docente en carreras de grado y posgrados.

*e-mail: norleor@yahoo.com.ar*

**Soria López, Francisco Javier.** Arquitecto, Maestro en Restauración del Patrimonio Cultural Inmueble y Doctor en Proyectos Arquitectónicos por la UPC-ETSAB, Barcelona. Es Profesor-Investigador Titular de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco y miembro del Área de Investigación en Conservación y Reutilización del Patrimonio Edificado, y Coordinador del Cuerpo Académico en Conservación y Reutilización del Patrimonio Edificado.

*e-mail: fjsl\_62@hotmail.com*