

# La arquitectura en tierra frente al sismo: conclusiones y reflexiones tras el sismo en Chile del 27 de febrero de 2010

Sergio Contreras Arancibia, Mónica Bahamondez Prieto, Marcela Hurtado Saldías, Julio Vargas Neumann y Natalia Jorquera Silva

## RESUMEN

El presente artículo da cuenta del resultado de la misión de especialistas en arquitectura en tierra que visitó parte de la zona más afectada por el sismo en Chile del 27 de febrero de 2010, con el propósito de evaluar el estado de la arquitectura histórica en tierra, capítulo importante del patrimonio arquitectónico nacional. Se verificaron en terreno el estado y comportamiento de diferentes tipologías arquitectónicas, constructivas y estructurales, planteando una serie de consideraciones y recomendaciones tendientes a explicar las causas de los daños observados, orientar las intervenciones futuras y, fundamentalmente, reflexionar respecto de la capacidad sismorresistente de este material de construcción en sus diversas técnicas.

**Palabras clave:** arquitectura en tierra, sismos, comportamiento estructural, tipologías arquitectónicas, valle central Chile.

## ABSTRACT

This article reports the results of a condition assessment project on historical earth architecture carried out by an earth architectural specialist team who visited one of the most affected areas after the February 27<sup>th</sup>, 2010 Chilean earthquake. This kind of architecture is considered as an important chapter within the national heritage. The condition and performance of the different architectural, building and structural typologies were assess *in situ*, aiming to raise a number of considerations and recommendations that can explain the damage causes, guide for future interventions and basically to reflect about the seismic resistance of earth various building techniques.

**Key words:** earth architecture, earthquakes, structural behaviour, architectural typologies, Chile's central valley.

**Sergio Contreras Arancibia**, Ingeniero Civil Estructural, vicepresidente Colegio de Ingenieros de Chile, presidente de la Comisión de Construcción Patrimonial, Instituto de la Construcción.  
vicepresidencia@ingenieros.cl

**Mónica Bahamondez Prieto**, Ingeniera Civil Química, Magister en Gestión del Patrimonio, Directora Centro Nacional de Conservación y Restauración.  
mbahamondez@cncr.cl

**Marcela Hurtado Saldías**, Arquitecta, Doctora en Historia de la Arquitectura, Secretaria General ICOMOS Chile, Departamento de Arquitectura Universidad Técnica Federico Santa María.  
marcela.hurtado@usm.cl

**Julio Vargas Neumann**, Ingeniero Civil Estructural, Facultad de Ingeniería Pontificia Universidad Católica de Lima.  
jhvargas@pucp.edu.pe

**Natalia Jorquera Silva**, Arquitecta, Doctoranda Universidad de Florencia.  
n\_jorquera@yahoo.com

## ANTECEDENTES

Desde mediados del año 2009, a partir de una iniciativa del Colegio de Arquitectos e Ingenieros, se creó en Chile la Comisión de la Construcción Patrimonial (CCPCH), al interior de la cual se conformó un Comité de Norma de Construcción Patrimonial, cuyo objetivo fue la creación de un proyecto de norma para la preservación sísmica de edificaciones históricas. Ante un llamado de colaboración y concertación de esfuerzos de CCPCH, se tomó contacto con la Pontificia Universidad Católica del Perú a través de sus miembros de la ISEAH<sup>1</sup> de ICOMOS<sup>2</sup> para trabajar conjuntamente en temas normativos patrimoniales, en vista de que ambos países tienen conformados comités a nivel nacional para dicho fin.

Ocurrido el terremoto de Cauquenes el 27 de febrero de 2010, el cual afectó la zona central de Chile, se conformó una misión de voluntarios constituida por cinco profesionales<sup>3</sup>, especialistas en el campo de la investigación, conservación y restauración de la arquitectura en tierra, cuyo propósito era verificar en terreno, a partir de la observación de diversos casos, el comportamiento de tipologías arquitectónicas, constructivas y estructurales tras este evento.

La misión centró las visitas de campo en la semana del 14 al 20 de marzo de 2010, visitando el área ubicada entre Talca y Santiago, donde se concentra la parte más representativa de la arquitectura patrimonial construida en tierra afectada por el sismo. Se observaron los daños y casos de buen comportamiento en zonas urbanas y rurales, con énfasis en las construcciones de tierra, que requieren con urgencia de una atención normativa que oriente respecto de las intervenciones apropiadas, contribuyendo así a la conservación de la arquitectura histórica y la validación de los indicadores de seguridad para los habitantes.

- 
- 1 Comité Científico Internacional de Patrimonio de Arquitectura en Tierra (ISCEAH, por sus siglas en inglés).
  - 2 Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS, por sus siglas en inglés).
  - 3 Sergio Contreras A., Ingeniero Civil Estructural, vicepresidente del Colegio de Ingenieros de Chile; presidente de la CCPCH. Instituto de la Construcción. Mónica Bahamondez P., Ingeniero Químico, Conservadora, Directora Centro Nacional de Conservación y Restauración, Chile; miembro experto de ISCEAH y de ICOMOS Chile. Julio Vargas N., Ingeniero Civil Estructural, Pontificia Universidad Católica de Perú; Vocal de ICOMOS Perú y miembro de ISCEAH; Dra. Marcela Hurtado S., Arquitecta, Secretaria General de ICOMOS Chile y miembro del Comité Científico Internacional de Análisis y Restauración de Estructuras de Patrimonio Arquitectónico (ISCARSAH, por sus siglas en inglés), profesora Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile. Natalia Jorquera, Arquitecta, miembro de ISCEAH y de ICOMOS Chile. Doctoranda Universidad de Florencia.

## CARACTERÍSTICAS SISMOLÓGICAS DEL TERREMOTO

El día 27 de febrero de 2010 a las 03:34 (hora local) ocurrió un gran terremoto de magnitud 8.8 (MW), en la zona central de Chile. Se originó debido al desplazamiento súbito de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana en un área que se extiende aproximadamente desde la Península de Arauco por el sur hasta el norte de Pichilemu, cubriendo unos 450 km de longitud en dirección prácticamente norte-sur por un ancho de unos 150 km. Esta zona de contacto entre las placas, cuya expresión superficial es la fosa que se ubica unos 130 km de la costa hacia el oeste, se localiza a lo largo del plano inclinado que define el área de falla causante del terremoto.

Los parámetros del sismo, de acuerdo al *National Earthquake Information Center* (NEIC) en EE.UU son: el hipocentro, o lugar donde se inicia la ruptura, se ubicó en las coordenadas: 36.909° S y 72.733°W, a una profundidad estimada de 35 km en el Océano Pacífico, aproximadamente frente a Cauquenes a 95 km al NE de Concepción, y a 335 km al SW de Santiago. Las características generales del evento sísmico, según el informe preliminar del RENADIC<sup>4</sup>, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- La duración del sismo fue de 140 s.
- La fase fuerte de vibración fue de 40 s.
- Se detectó en los registros una contribución importante de energía entre los 0.8 y los 2 s.

En Curicó se registraron aceleraciones especialmente altas en la banda de los períodos bajos.

Esta última observación incide especialmente en las estructuras de tierra cuya rigidez caracteriza períodos bajos, lo cual es coincidente con la destrucción observada en estas construcciones.

## EVALUACIÓN DEL DAÑO EN LAS CONSTRUCCIONES DE TIERRA

### Casos observados

En Chile existe una gran cantidad de inmuebles construidos con tierra en diversos sistemas constructivos, a lo largo de casi todo el país, exceptuando el extremo sur. Se estima, según datos del Inventario del Patrimonio Cultural Inmueble elaborado por la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, que cerca de un 40% de los inmuebles patrimoniales están construidos en técnicas que utilizan la tierra cruda, predominando el adobe y las técnicas mixtas madera-tierra, como el “adobillo” y la quincha.

Gran parte de este patrimonio se encuentra en la zona central del país, principalmente en las regiones de O’Higgins y el Maule, área afectada fuertemente por el último terremoto. Existen allí principalmente tres tipologías arquitectónicas que utilizan la tierra cruda como materia prima: las iglesias, las llamadas “casas patronales” (haciendas) y las viviendas unifamiliares.

La observación de daños realizada por la presente misión se centró en las ciudades de Talca (región del Maule), Rancagua (región de O’Higgins), Santiago, y

---

4 Red de Cobertura Nacional de Acelerógrafos, dependiente del Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.



*Foto 1: Vista exterior del Museo O'Higiniano y de Bellas Artes de Talca.*

los alrededores de dichos centros urbanos, lugar donde se concentran las tipologías mencionadas. Se visitó un total de 11 inmuebles entre iglesias y museos (albergados en ex casas patronales), y se observó una gran cantidad de viviendas en la ciudad de Talca. Cabe destacar que parte importante de estos inmuebles cuenta con algún nivel de protección de acuerdo a la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales de Chile.

Preocupa especialmente que en la zona más afectada por el sismo exista, como se ha señalado, un rico patrimonio construido que nos remite a importantes momentos de la historia nacional, al punto de identificarse directamente con la construcción de una cultura e identidad nacionales. Tanto la arquitectura monumental (haciendas, conjuntos religiosos, etc.) como la arquitectura menor (viviendas, en general) que constituyen este legado arquitectónico fuertemente arraigado a un paisaje están en riesgo de desaparecer.

En este contexto, los inmuebles visitados fueron:

1. Claustro de la Recoleta Dominica (Centro Nacional de Conservación y Restauración). Santiago (MH).
2. La Iglesia de Maipo. Paine.
3. La Iglesia de Valdivia. Paine.
4. Iglesia del Tránsito de la Santísima Virgen María. Alto Jahuel, Paine (MH).
5. El Museo O'Higiniano y de Bellas Artes de Talca (MH).
6. Viviendas del casco histórico de la ciudad de Talca.



7. Casa Patronal de Huilquilemu. Talca (MH).
8. El entorno de la plaza pueblo de Chépica.
9. Hacienda San José del Carmen del Huique. Palmilla (MH).
10. El Museo Regional Rancagua (MH).
11. La Casa del Pilar de Esquina. Rancagua (MH).

Luego de dicha inspección, se puede establecer preliminarmente que existe una relación directa entre tipología arquitectónica –sistema constructivo empleado– estado de mantenimiento y daño ocasionado por la acción sísmica.

## Tipologías

### Iglesias

En el caso de las iglesias, predominan los grandes espacios, con amplias luces, largas longitudes y un gran factor de esbeltez (relación alto-ancho del muro); existen elementos como torres, pórticos en el acceso y bóvedas de cañón en algunos casos, que hacen complejo el comportamiento dinámico de conjunto desde el punto de vista estructural, especialmente si se considera que no respetan las reglas básicas de la estructuración de las obras de tierra; se trata en resumen de una tipología arquitectónica flexible con apéndices de grandes desplazamientos.

*Foto 2: (Izquierda) Colapso de uno de los muros del Museo O'Higgiano y de Bellas Artes de Talca.*

*Foto 3: Equipo de especialistas en uno de los patios interiores del Museo O'Higgiano y de Bellas Artes de Talca. De izquierda a derecha: Sergio Contreras; Mónica Bahamondez; Julio Vargas; Natalia Jorquera; Marcela Hurtado.*



*Foto 4: Vistas de uno de los patios interiores de la Hacienda de Huilquilemu.*

Como sistemas constructivos predominan el adobe (ladrillos de 60 x 30 x 10 cm) en un gran porcentaje y, en menor medida, la tabiquería de madera rellena con adobe en pandereta o con ladrillos de tierra de menor dimensión (60 x 15 x 10 cms.) puestos en soga, que en sus extremos poseen una muesca que permite que éstos queden encastrados entre los pies derechos (sistema conocido como “adobillo”).

Los principales daños observados corresponden a desplomes, vaciamientos o desvinculación de contrafuertes, que responden en su mayoría a problemas derivados de la esbeltez de los muros y proporción de los recintos, así como a la falta de conexión entre los diversos elementos constructivos; otra causal de daños son las intervenciones a la estructura original o las construcciones en distintas etapas con poca solidaridad constructiva entre ellas. Del mismo modo, la acumulación de daños por efecto de sismos anteriores es un factor que evidentemente debilita el sistema. Caso especial es la estabilidad de las torres que, por su mayor flexibilidad respecto al cuerpo de la iglesia, tienden a arrancar desde sus bases. Dentro de los casos, se observa además que las torres corresponden a sistemas constructivos diferentes (en general, albañilerías de ladrillo sin refuerzo), construidas en épocas posteriores, con escasa vinculación constructiva y/o estructural con el resto del sistema.

### **Casas patronales y museos**

Se trata de grandes recintos de planta cuadrangular organizados en torno a patios interiores, divididos en áreas destinadas a la habitación y otras a los procesos de producción propios del sistema de haciendas; en torno a los patios interiores existen amplios corredores techados que permitían el trabajo al aire libre pero protegido de las inclemencias del clima.



*Foto 5: Vista exterior general de la Municipalidad de Chépica.*

La albañilería de adobe es el sistema constructivo usado en la totalidad de este tipo de construcciones, a través del empleo de gruesos muros donde predomina el lleno sobre el vacío, y pesadas techumbres a dos aguas conformadas por estructuras de madera, una capa de barro y paja que sirve como aislación, y cubierta de tejas de arcilla cocida pegadas con mortero de barro. En algunos casos, como muros divisorios internos existen tabiques de madera rellenos con adobes puestos en pandereta, sujetos a los pies derechos por medio de alambres. Los grandes entramados de madera que conforman la estructura de techumbre y corredores son elementos relevantes dentro del comportamiento estructural, en la medida que contribuye a amarrar el sistema, en el supuesto de que estén en buen estado de conservación y mantengan sus características técnicas originales.

En general, este tipo de construcciones, destinadas en su mayoría a museos, se encuentran en buen estado de conservación, principalmente debido a que fueron concebidas con un único criterio estructural y constructivo (respetando las leyes del “buen construir”) y están sometidas a planes de mantenimiento periódico, como es el caso de la Hacienda Huilquilemu en Talca, que a pesar de encontrarse muy cerca del epicentro no sufrió grandes daños. En los casos donde se verificaron daños graves como en el Museo O’Higiniano de Talca, éstos se originan aparentemente en las modificaciones que han sufrido los espacios en la adaptación a su nuevo uso como museo con la ampliación de los recintos a través de la demolición de muros y apertura de vanos. Es notorio en este tipo de construcciones la existencia de agrietamientos de terremotos pasados, los cuales causan daños acumulativos que amenazan con colapsar poco a poco las estructuras, en la medida que no se realizan las oportunas obras de reparación y/o refuerzo estructural con las técnicas adecuadas.



*Foto 6: Detalle de la base de una columna de madera en los corredores de la Hacienda de Huilquilemu.*



Foto 7: Vivienda de la plaza de Chépica.



Foto 8: (Derecha) Frente de la Capilla de la Hacienda San José del Carmen del Huique. Se observa el colapso del cuerpo de fachada.

## Viviendas unifamiliares

Las viviendas unifamiliares se ubican principalmente en áreas urbanas o semiurbanas conformando manzanas enteras de edificación continua. Las viviendas, de planta rectangular, poseen un único piso o máximo dos, y se organizan en torno a un patio interior; poseen frentes continuos, angostos, en comparación con la profundidad de la construcción.

En la mayoría de los casos, los primeros pisos se encuentran contruidos en adobe, y, cuando existen, los segundos pisos son tabiquerías de madera, rellenas de adobe en pandereta. Las techumbres están conformadas por estructuras de madera y cubierta liviana de planchas de zinc, aunque también es frecuente encontrar cubiertas a la manera tradicional, con tejas de arcilla cocida.

De las tres tipologías analizadas, es ésta la que presenta mayor daño luego del terremoto, observándose grandes vaciamientos y, en los casos más dramáticos, derrumbes completos de muros y techumbres. La observación de los restos luego del terremoto evidencia como problema principal la falta de mantención y conservación periódica y el daño acumulado por sismos anteriores. A esto se suman las excesivas modificaciones en los recintos y/o la existencia de malas prácticas constructivas en la fabricación original y/o la falta de mantención sobre todo en los elementos de madera que se encuentran en su mayoría podridos o presentan deterioro causado por xilófagos.

Otra causal del daño es la intervención sobre un inmueble en específico que afecta el comportamiento estructural del vecino por tratarse de agrupaciones en edificación continua, sobre todo en aquellos casos como el barrio poniente de Santiago donde se han demolido inmuebles en el centro de una manzana y en su lugar restan



*Foto 9: Vista exterior de la Casa del Pilar de Esquina de Rancagua.*

sitios eriazos, o se han construido tipologías edilicias de comportamiento estructural muy distinto y que, por ende, han afectado el desempeño de las viviendas colindantes.

En la totalidad de los casos, se observa una erosión en las bases de los muros, así como desprendimientos de grandes porciones de estucos, debido a la humedad capilar que afecta los muros de adobe en casos donde no existen sobrecimientos adecuados de piedra o ladrillo cocido que permitan aislar la humedad causada por la presencia de napas subterráneas, la cercanía de acequias o sistemas de desagüe envejecidos; esta erosión basal causa una falta de estabilidad en el comportamiento



*Foto 10: Vista de los daños en una de las salas de la Casa del Pilar de Esquina de Rancagua.*

dinámico de los inmuebles. En algunos casos se observa también la erosión de la parte superior de los muros, causada por las aguas lluvia, en casos donde no existe mantenimiento de las canaletas de evacuación o de las techumbres. La humedad en las construcciones de tierra es el principal agente de deterioro, y por tanto se debe monitorear periódicamente.

## Lecciones obtenidas para la Norma de Construcción Patrimonial de Chile

La observación del comportamiento de las construcciones durante los terremotos constituye la fuente más importante de información sismorresistente. El estudio de los patrones de agrietamiento y colapsos parciales o totales permite desarrollar un conocimiento útil para pronosticar el tipo de deterioro sísmico de un edificio nuevo o existente y por ende el tipo de refuerzo más conveniente para su diseño o reparación. Este enunciado es muy importante en los casos de albañilerías, particularmente para las albañilerías de tierra. Las obras de tierra observadas fueron mucho más dañadas con el sismo que las obras de otros materiales de construcción más modernos.

Una primera lección obtenida es que el daño estructural ocasionado por los terremotos identifica las obras de materiales más débiles y las obras mal diseñadas o mal ejecutadas. Las obras bien diseñadas, por su parte, reforzadas y ejecutadas, resisten los terremotos y evitan los colapsos, cualquiera sea el material utilizado.

La construcción con tierra por lo general es una construcción débil y frágil, en la medida que no haya sido objeto de planes periódicos de conservación y mantenimiento, o haya sido sometida a intervenciones poco adecuadas desde el punto de vista técnico y formal. Cuando estamos ante estructuras que no tienen refuerzos, y como consecuencia de ello la capacidad resistente del material se ve sobrepasada por

*Foto 11: Detalle de la constitución material del cuerpo de fachada de la Capilla de la Hacienda San José del Carmen del Huique (abajo).*

*Foto 12: Vista de los daños en una de las salas del Museo Regional de Rancagua (derecha).*



las fuerzas sísmicas, se producen fallas súbitas debidas a la fragilidad del material. Esto constituye un gran riesgo para la seguridad de los ocupantes. Cuando, en cambio, nos encontramos frente a ejemplos de buen comportamiento, es porque éstos sí poseían refuerzos: es el caso de las llaves de madera (escalericillas horizontales cada cinco o seis hiladas de adobe) presentes en la mayoría de las casas patronales que no sufrieron colapso. Es necesario, por tanto, reforzar convenientemente todas las obras de tierra para concederles control de desplazamientos. Las fuerzas sísmicas que ocasiona un terremoto fuerte producen claramente esfuerzos mayores a la capacidad resistente de la tierra, como material de construcción.

Las obras diseñadas y/o construidas sin tener en cuenta las ocurrencias sísmicas tienen muy bajas probabilidades de resistir un terremoto fuerte. Las obras con defectos de diseño frente al comportamiento dinámico o sísmico, sea cual sea el material, están expuestas a muy alto riesgo de colapso, con la consiguiente inseguridad de vida para sus ocupantes. La mala calidad de obra es un factor relevante.

Las obras patrimoniales fueron diseñadas con bastante menos información de la que existe actualmente sobre el comportamiento sísmico. Adicionalmente, como ya se expresó, el daño sísmico es acumulativo en el tiempo debido a la recurrencia de los terremotos. El agrietamiento degrada paulatinamente la estabilidad y en consecuencia aumenta el riesgo de colapso. Por tanto es necesario restaurar, reparar y reforzar las obras patrimoniales en áreas sísmicas.

Las grietas o fallas observadas en las obras patrimoniales de tierra generalmente son grietas o fallas ocurridas en sismos anteriores, que han ensanchado o han aumentado los desplazamientos camino a un futuro colapso irreparable. Las obras patrimoniales de tierra deben ser reforzadas para impedir su desaparición ante futuros terremotos.



*Foto 13: Vistas del patio principal del Museo Regional de Rancagua.*





*Foto 14: Vista de un de los corredores de la Hacienda San José del Carmen del Húique.*

Se observa cada vez de manera más dramática la masiva y creciente desaparición de las estructuras históricas de tierra, no solo por las fuerzas de los terremotos, sino por las desinformadas decisiones del hombre al demoler apresuradamente el patrimonio en tierra, desconociendo las posibilidades de recuperación de estas estructuras con técnicas probadas y compatibles.

El reforzamiento desarrollado en los laboratorios es una poderosa herramienta para lograr que las obras patrimoniales de cualquier material perduren a pesar de los terremotos.

Es necesario desarrollar normas para el reforzamiento y preservación de la Construcción Patrimonial en Tierra, así como también para la construcción patrimonial con otras albañilerías y materiales más resistentes.

### **Principios internacionales para la conservación de estructuras de tierra**

Las observaciones anteriores y la necesidad de definir una Norma para la Construcción Patrimonial en Tierra nos llevan a reflexionar sobre la compatibilidad entre las necesarias acciones de reintegración y reforzamiento para la preservación de la construcción patrimonial en tierra y las cartas internacionales actuales adoptadas por ICOMOS.

Las particulares características de debilidad y fragilidad de la tierra como material de construcción ubicadas en áreas sísmicas, donde la magnitud de las fuerzas de inercia que producen los terremotos es demasiado mayor que las capacidades resistentes, hacen de la construcción patrimonial en tierra un caso único de especial consideración en el mundo de la conservación.

La Carta de Venecia establece que cuando las técnicas tradicionales se muestran inadecuadas, la consolidación de un monumento puede asegurarse valiéndose de todas las técnicas modernas de conservación y construcción cuya eficacia haya sido demostrada con bases científicas y garantizada por la experiencia.

La observación posterremotos nos indica que las técnicas tradicionales de albañilerías de tierra no son las más adecuadas para las áreas sísmicas, por tanto podemos utilizar herramientas de refuerzo desarrolladas por la academia, tales como el confinamiento con vigas collar de madera, bandas sintéticas, cables galvanizados, sogas de nylon o mallas polímeras, de fibra de vidrio u otras soluciones de materiales compatibles, expresadas en la bibliografía existente. Se debe destacar el hecho de que estas construcciones en áreas sísmicas deben contar con un diseño adecuado para resistir las solicitaciones dinámicas, el cual es necesariamente distinto al usado en aquellos países en los cuales la ocurrencia de sismos de gran magnitud es menor o nula. Adicionalmente se debe instalar la idea del mantenimiento periódico de este tipo de estructuras, condición fundamental para no incrementar el debilitamiento del sistema estructural original.

El espíritu de los principios de conservación adoptados por el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, ICOMOS, sobre la preservación y protección de construcción patrimonial en tierra, debe basarse en el mínimo impacto del valor histórico e intervención con soluciones y refuerzos reversibles.

En la misma línea, es necesario que la región latinoamericana del Pacífico defina sus criterios y principios de conservación, sobre los cuales basar las guías y normas de conservación para la construcción patrimonial con tierra en áreas sísmicas. Estas declaraciones o códigos deben cubrir el patrimonio histórico y el arqueológico, sustentado en los documentos mencionados y en la Carta de Lausana, que establece la validez de los enunciados de la Carta de Venecia en la conservación de elementos arquitectónicos del sitio arqueológico.

Estas decisiones convendría articularlas con las redes regionales interesadas en la construcción con tierra y los comités especializados de UNESCO como el Comité Científico Internacional de Arquitectura de Tierra Patrimonial –ISCEAH-ICOMOS.

## CONCLUSIONES

- El terremoto de Chile ha sido uno de los más grandes registrados en el mundo, sin embargo, los daños ocasionados no fueron tan grandes como se podría haber imaginado.
- El daño en las construcciones de tierra fue bastante alto, incluyendo un gran número de obras patrimoniales.
- La destrucción y deterioro en las obras monumentales de cualquier material ha sido importante, especialmente en las iglesias.
- El daño en las construcciones antiguas representa la pérdida paulatina del patrimonio constructivo en tierra y sus expresiones vernáculas.
- A la fragilidad del material tierra, se suma la pérdida paulatina de los saberes constructivos asociados a su uso, y por ende, la falta de mantenimiento de los inmuebles históricos construidos en tierra y las malas prácticas de reparación con técnicas inapropiadas, que hacen que al momento de un sismo el edificio se encuentre aún más débil que en su concepción, y por tanto colapse. Los casos de buen comportamiento de construcciones históricas de tierra en zona sísmica, como algunas de las casas patronales del valle central chileno, debieran transformarse en objeto de profundo estudio, pues en ellos pueden encontrarse claves de diseño que inspiren intervenciones sismorresistentes sobre otros inmuebles: la proporción de sus recintos, las esbelteces, la relación entre llenos y vacíos de los paramentos, y la presencia de elementos auxiliares como contrafuertes, llaves de madera u otros, constituyen saberes técnicos a rescatar.
- Se requiere tomar acciones urgentes para salvar el patrimonio en tierra. Es necesario establecer en el menor plazo posible normas para la construcción patrimonial en tierra. O para su estabilización sismorresistente.
- Chile vive ahora una etapa crítica en la historia del patrimonio en tierra, pues frente a los daños ocurridos en el terremoto del 27 de febrero se discute y decide en innumerables casos la destrucción o restauración de cada bien histórico. Conviene difundir públicamente de manera urgente la existencia de las nuevas tecnologías, su comprobada eficiencia y los detalles de esas tecnologías.
- Las normas podrían estar en concordancia con una filosofía de diseño preconcebida que brinde seguridad de vida, que cuantifique el daño material tolerable y la preservación del bien histórico, frente a los diferentes niveles de severidad de los sismos futuros.
- Es conveniente establecer previamente a las normas, principios de conservación para la construcción patrimonial en tierra, sobre los que éstas se basen, tal como

se ha expresado. Asegurar que estos principios sean aplicables en la realidad social, económica y cultural locales.

- Es necesario que dichas normas de construcción patrimonial en tierra establezcan la necesidad de reforzar las obras con materiales compatibles, de manera permanente pero reversible.
- Se requiere establecer posiciones regionales concordantes con nuestra particular tecnología y uso del material tierra, que respalden internacionalmente nuestras propuestas.
- Se debe mostrar al mundo nuestra problemática preventiva y las soluciones adoptadas para salvaguardar y preservar nuestro patrimonio en tierra.
- Nuestros principios regionales deben ser expuestos en reuniones de especialistas, como la Asamblea General de Icomos, previa discusión en el Comité Científico Internacional de Arquitectura Patrimonial en Tierra, Isceah, como una manera de difundir desde instancias validadas las conclusiones que se extraen de las experiencias vividas en nuestros países.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACHENZA, M. ET. SANNA, U. (A CURA DI), *Il manuale tematico della terra cruda. Caratteri, tecnologie, buone pratiche*. Itaca, Sardegna, 2006.
- DEL RÍO, C. Y GUTIÉRREZ, F. *Patrimonio Arquitectónico de la Sexta Región*. Santiago, Chile: DIBAM 1ª, 2ª parte., 1999.
- GUARDA, G. *Colchagua, arquitectura tradicional*. Santiago, Chile: Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile, 1988.
- \_\_\_\_\_. *Arquitectura rural en el Valle Central de Chile*. Santiago, Chile: Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile, 1969.
- GUILLAUD, H. ET HOUBEN, H. *Traité de construction en terre*. Parigi: Editeur Parentheses, 1989.
- LEROY TOLLES, E.; KIMBRO, E. Y GINELL, W. *Guías de planeamiento e ingeniería para la estabilización sismorresistente de estructuras históricas de adobe*. Los Angeles EE.UU: The Getty Conservation Institute, 2002. 160 p. Disponible in: <<http://www.getty.edu/conservation/publications/>> [visitato il: 10/09/2009]
- MINKE, G. *Manual de Construcción con tierra*. Montevideo, Uruguay: Editorial Nordan-Comunidad, 1994.
- Ministerio de Educación. Ley 17.288 de Monumentos Nacionales y Normas Relacionadas. Santiago, Chile: Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales, Santiago, 2006.

Ministerio de Obras Públicas. *Puesta en Valor del Patrimonio*. Santiago, Chile: Ed. Ministerio de Obras Públicas, 2010.

*Reconstruyendo con la Madre Tierra. Encuentro en torno a la conservación del patrimonio religioso de la Región de Tarapacá y los desafíos de la reconstrucción*. Santiago, Chile: Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales, 2005.