

Ileana Hernández Salazar

Restauración de Arquitectura de Tierra en Zonas Sísmicas

El Caso de Costa Rica

Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico

Tutores: Camilla Mileto & Fernando Vegas

Universidad Politécnica de Valencia





00 ÍNDICE

1. Introducción
2. Objetivos
3. Antecedentes
 - A. Uso de la tierra en la antigüedad
 - B. Arquitectura de tierra en América
 - C. El ejemplo de Costa Rica
4. Costa Rica como zona sísmica
5. La normativa sismo-resistente: CSCR 2010
6. La arquitectura de tierra tradicional
 - D. Arquitectura religiosa
 - E. Arquitectura civil
7. Tipos de arquitectura de tierra: el adobe y el bahareque
8. Principales patologías presentes en la arquitectura de tierra
9. La necesidad de conservar y restaurar la arquitectura tradicional de tierra en zonas sísmicas
10. Análisis de las intervenciones en la arquitectura de tierra, comportamiento y estado actual
11. Nuevas técnicas constructivas y propuestas de intervención para la arquitectura de adobe y bahareque
12. Recomendaciones para la adecuada intervención de la arquitectura de tierra en zonas sísmicas
13. Conclusiones
14. Apéndice
15. Agradecimientos
16. Referencias Bibliográficas



01 INTRODUCCIÓN

La construcción con tierra ha estado presente en la arquitectura de distintas civilizaciones y culturas desde hace miles de años, posiblemente porque constituye el material más abundante en el mundo. Son variadas las técnicas para el uso de la tierra en el diseño y construcción, constituyendo desde un elemento resistente como en la tapia, hasta el material de relleno o incluso de acabado, como en el bahareque. De igual manera que con todos los sistemas constructivos existentes, al mismo tiempo que posee grandes ventajas, cuenta con limitaciones, por lo que su mejoramiento y conservación constituyen un reto para los profesionales especializados en este tipo de labores. Actualmente, este material se asocia, en mayor medida, con edificaciones de bajo coste, en regiones remotas y su imagen es más de marginalidad que de construcciones con alto valor arquitectónico, sin embargo se encuentra muy presente en el paisaje patrimonial de muchos países alrededor del orbe.

Particularmente en las regiones propensas a movimientos sísmicos, el comportamiento de las construcciones de tierra, ha contribuido a restarle credibilidad y aceptación popular, principalmente por el desconocimiento de sus posibilidades y a que gran parte de las viviendas construidas en tierra han colapsado por el efecto de los seísmos, trayendo como consecuencia la prohibición para utilizarla y limitándola exclusivamente a reparaciones de obras existentes. No obstante y a pesar del panorama de la actualidad, muchas regiones proclives a movimientos telúricos han emprendido arduas investigaciones que contribuyan a evitar que el legado arquitectónico construido de tierra cruda desaparezca, estableciendo parámetros que permitan la adecuación idónea de edificaciones afectadas, aportando técnicas constructivas económicas, sustentables y modernas.

Ubicado dentro de los países más sísmicos del mundo, por estar posicionado en el llamado “anillo de fuego del Pacífico”, Costa Rica se suma a tantos otros que limitan el uso de la tierra como material de construcción, al punto de permitirlo únicamente para la restauración de inmuebles patrimoniales. Este país centroamericano cuenta con una importante tradición constructiva en el uso de la tierra, se han desarrollado edificaciones en adobe y bahareque que conforman la mayor parte del legado arquitectónico del país, sin embargo debido a situaciones climatológicas, de mantenimiento y particularmente a los movimientos sísmicos tan habituales, gran parte de ese patrimonio está amenazado con colapsar.

El siguiente trabajo pretende una aproximación a la problemática de la restauración de la arquitectura realizada con tierra en una zona de alta sismicidad, de manera que contribuya a mejorar las prácticas de conservación de este tipo de edificaciones.

En primera instancia se analiza la zona para comprender la ubicación de Costa Rica y su historia sísmica, a continuación se realiza el estudio de las normativas sismo-resistentes a lo largo del tiempo para efectuar énfasis en la legislación actual y comprender su evolución.

En el siguiente capítulo se trata la arquitectura de tierra tradicional en el país, su evolución y diversificación a lo largo del tiempo, para posteriormente ahondar en los dos tipos de construcciones de barro más utilizadas: el adobe y el bahareque.

A continuación se estudian las principales patologías que afrontan las construcciones de tierra cruda y se expone la necesidad de conservar y restaurar este tipo de arquitectura en las zonas sísmicas, además se efectúa un análisis de las intervenciones en construcciones de tierra, su comportamiento y estado actual. Posteriormente se investigan las más modernas técnicas constructivas para las construcciones con tierra cruda, así como las propuestas de intervención para edificaciones de adobe y bahareque. Finalmente se dicta una serie de recomendaciones para la adecuada intervención de la arquitectura de tierra en regiones con alta sismicidad.

El objetivo primordial consiste en comprender que las construcciones de barro, lejos de ser edificaciones en vías de extinción, a pesar de su vulnerabilidad, conforman un punto importante dentro de la tradición arquitectónica de los países, al mismo tiempo que es posible rehabilitarlos de forma óptima y asegurar su pervivencia no solamente en la memoria colectiva, sino en la imagen de las ciudades.



02 OBJETIVOS

1. Analizar las tipologías de arquitectura de tierra existentes en Costa Rica: características, técnicas constructivas y evolución.

Intenta describir y comprender en profundidad las principales técnicas aplicadas en la construcción de la arquitectura de tierra en Costa Rica (adobe y bahareque), de manera con base en ese conocimiento exhaustivo, sea posible generar -posteriormente- intervenciones compatibles y poco agresivas.

2. Investigar las principales patologías existentes en la arquitectura de tierra tradicional.

Este análisis tiene la finalidad de conocer el origen de las patologías en las construcciones de tierra para facilitar un reconocimiento detallado de las mismas y a continuación acometer tratamientos preventivo-correctivos adecuados, que logren tratarlas exitosamente.

3. Estudiar la problemática de la conservación de la arquitectura de tierra tradicional en zonas sísmicas.

Se pretende analizar los principales inconvenientes que afrontan la conservación y restauración de este tipo de construcciones ante los eventos telúricos, comprender su comportamiento y respuesta estructural para plantear propuestas de conservación y puesta en valor de este escaso patrimonio.

4. Investigar las propuestas de intervención existentes en la actualidad para la restauración de la arquitectura de tierra tradicional.

Se aborda la evolución que ha sufrido la conservación de la arquitectura de tierra en zonas sísmicas, conocer cómo han afrontado la problemática países con similares condiciones geológicas y facilitar la difusión de propuestas de restauración armoniosas con el sistema constructivo tradicional.

5. Establecer una guía de criterios para la conservación y la intervención adecuada de la arquitectura de tierra en zonas sísmicas.

Ante la problemática ineludible de la sismicidad y la vulnerabilidad que poseen las construcciones de tierra ante este tipo de condicionantes, se pretende plantear una guía de criterios que establezcan los lineamientos óptimos a considerar en el momento de realizar intervenciones en este tipo de patrimonio. Estos lineamientos se proponen con base en el análisis de las nuevas técnicas, así como en los conceptos contemporáneos para restauraciones en construcciones históricas.

03 ANTECEDENTES



Fig. 1: Mausoleo del jeque Burkhaneddin Kilich, Samarcanda. Uzbekistán. Fuente: <http://www.wdl.org>

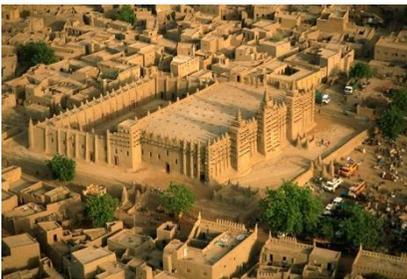


Fig. 2: Mezquita de Djenné, Malí.
Fotografía: Lourdes Santos.



Fig. 3: Ciudadela Mohenjo Daro.
Fuente: www.nationalgeographic.com

La naturaleza es proveedora de un sinnúmero de materiales que a lo largo de los años, el ser humano ha ido esculpiendo y utilizando en formas diversas, perfeccionando sus técnicas y añadiendo nuevos productos que sintetizan de una u otra manera, el conocimiento extraído de la materia prima inicial. Dentro de los principales materiales utilizados destaca la tierra, empleada en el diseño y construcción de viviendas, edificios públicos, e incluso en palacios a lo largo y ancho de la esfera terrestre, hasta obras de alta complejidad constructiva.

USO DE LA TIERRA EN LA ANTIGÜEDAD

En la región de Asia Central en la antigua Turquestán, por ejemplo, fueron descubiertas construcciones al parecer de viviendas, realizadas con tierra y piedra que datan de un periodo entre el 8000 a.C – 6000 a.C. aproximadamente. Además en esta misma zona, en la región de Samarcanda, se encontraron edificaciones de adobe propias de la arquitectura islámica, donde puede apreciarse este sistema constructivo conformando un barrio urbano de patios y casas. El conjunto se enmarca con la presencia de una estructura de mayor envergadura situada en el centro que correspondía al mausoleo, probablemente construido alrededor del siglo XIV d.C. para el jeque Burkhaneddin Sagardzhi (Fig. 1).

Asimismo en Malí, África, a día de hoy es posible observar múltiples edificaciones realizadas utilizando la tierra como materia prima principal: viviendas de uno o hasta tres niveles, construcciones defensivas y sobre todo arquitectura religiosa como las mezquitas, cuyo ejemplar más conocido es la Gran Mezquita de Djenné de construcción relativamente reciente –principios del siglo XX- edificada en adobe y revocada con barro, sobre las ruinas de la vieja mezquita del siglo XIII destruida por tropas francesas en 1893 (Figs. 2 y 3).

Antiguas ciudades de lo que hoy es Pakistán, tales como Harappa y Mohenjo Daro, cuentan con verdaderas urbes confeccionadas en tierra. Particularmente, ésta última, fue edificada con adobe en su alma interior y con un doblado exterior de ladrillo y tierra. Habitada entre el 2600 a.C. y el 1800 a.C, se menciona como la ciudad más desarrollada y avanzada del sur de Asia, mostrando una ingeniería –de pozos, sistemas de desagüe, baños dentro las casas- y una planificación urbanística, muy avanzadas para su tiempo (Fig. 3).

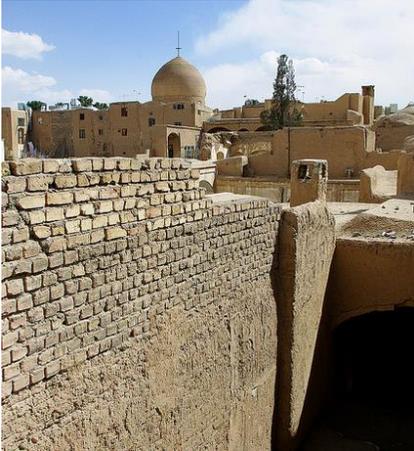


Fig. 4: Ciudadela de Kashan. Irán.
Fuente: www.nationalgeographic.com



Fig. 5: Ciudad de Shibam, Yemen.
Fotografía: Santiago Urquijo.



Fig. 6: Detalle Gran Muralla China.
Fotografía: Sergio Rademacher.

La mayor parte de los países en Oriente Medio son también representantes del uso de la tierra en la arquitectura de sus ciudades. Destaca entre ellos Irán donde se ha estimulado el desarrollo de la técnica del barro moldeado a mano. Dicha tipología en conjunto con la del adobe, estuvieron profundamente arraigadas en esta cultura, permitiendo la construcción de edificaciones de toda índole, incluso la creación de espacios abovedados. Es así como tenemos por ejemplo, la ciudadela de Kashan (Fig. 4) donde incluso se ha llegado a documentar la existencia del Zigurat de Sialk, el más antiguo del mundo, conocido hasta la fecha (5500a.C.- 6000a.C).

No obstante, además de grandes edificaciones aisladas de tipo ceremonial o fortificaciones defensivas, existen actualmente verdaderas ciudades edificadas con barro. Muestra de ello lo tenemos en Shibam, Yemen, que cuenta con alrededor de 7.000 habitantes, los cuales viven construcciones de varios niveles realizadas con adobe. Este método de construcción es ancestral y sus vestigios más antiguos datan del siglo XVI. Dicha ciudad es además un ejemplo de planificación urbana basada en la construcción vertical que combina el uso de adobe y la estructura de madera, para la ejecución de edificios que alcanzan entre los 5 y los 11 pisos de altura. El mantenimiento es la base para la preservación de estas estructuras, ya que son recubiertas con un baño espeso de barro que es renovado periódicamente (Fig.5).

“La mecánica constructiva consiste en elevar una planta por año. A medida que se eleva, varía la dimensión y nombre del adobe (garwí: 5x 50 x 30cm; abbadi: 5x45x30 cm), como la anchura del muro que pasa de dos metros en la base a 25-30 cm. en la coronación. A nivel medio se da una anchura de 60cms. En cada nivel se efectúa un refuerzo de madera de acacia, como si se tratara de un zuncho. Este proceso de crecimiento orgánico permite un secado óptimo de los muros (6meses), y una entrada en carga progresiva...” (Barbeta, 2002).

La Gran Muralla de China, es otro de los ejemplos significativos de construcciones que utilizaron la tierra. La unificación de las antiguas murallas -realizadas en tapia sobre cimientos de piedra- fue ordenada por el Emperador Qin Shi Huang, quien además acomete la tarea de acoplarlas como un nuevo gran tramo. La edificación de la nueva muralla se planteó inicialmente utilizando piedras aparejadas unas sobre otras. Sin embargo, debido a la escasez de éstas en algunas regiones, los ingenieros optaron por construir con la técnica de la tapia, copiando el sistema empleado antiguamente y recubriendo posteriormente los muros con piedras y ladrillos, de manera que se protegiera el alma de tierra y al mismo tiempo se obtenía una imagen de solidez que garantizaba la pervivencia de la estructura defensiva a lo largo del tiempo (Fig.6).



Fig. 7: Basamento Teotihuacán, México.
Fotografía: George Hatcher



Fig. 8: Piedra caliza policromada. Fuente:
Extraída de Strouhal: La vida en el Antiguo
Egipto, 1994.

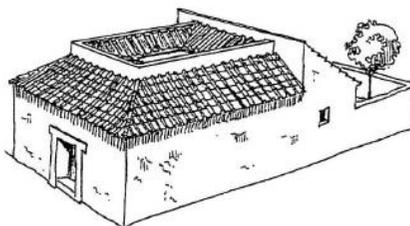


Fig. 9: Casa etrusca hacia el siglo II. Fuente:
Revista de Edificación. N° 15, 1993.

Por otra parte, investigaciones arqueológicas han demostrado que la Pirámide del Sol en Teotihuacán, fue construida mediante un sistema de rellenos de tierra y arena, posteriormente recubiertos con una capa de roca, gravilla y cal hasta que finalmente se decoraban con una mezcla de cal y pigmentos naturales. Todos estos estudios señalan que, desde tiempos remotos, la tierra fue utilizada como material de construcción en casi todas las zonas habitadas del planeta y bajo distintas condiciones climatológicas, comprobando su versatilidad y resistencia (Fig. 7).

Asimismo, alrededor del año 3.000 a.C. se introduce la construcción de adobe, de influencia mesopotámica, en el antiguo Egipto. A partir de entonces, se convirtió en el material más utilizado para la arquitectura habitual: palacios e incluso algunas partes de templos, fueron ejemplos de la utilización de este material. También fue frecuente su uso en muros de ciudades y fortalezas a manera de elemento defensivo, derivando además en su implementación para levantar viviendas, dadas sus cualidades como aislante térmico, permitiendo proteger las construcciones del fuerte sol durante el día y del frío en la noche.

Cabe destacar además, que aunque su principal debilidad era la escasa vulnerabilidad ante la humedad, al ubicarse en un clima tan desértico, no se consideró un inconveniente. Ejemplo de la importancia que tuvo dicho sistema constructivo, son las múltiples representaciones donde se documenta el proceso de elaboración de los adobes (Fig. 8).

De la misma manera, los etruscos construyeron con una combinación de materiales como la piedra, la madera, el adobe y el tapial. Su sistema constructivo más difundido fue por medio del arco de medio punto y columnas, no obstante, son muy conocidas sus viviendas edificadas con cimentación de sillares de grandes dimensiones colocados en seco y muros inicialmente de piedra que posteriormente, dieron paso a hiladas de adobe revestidas con barro. Además, la configuración de las viviendas era, básicamente, de planta rectangular, en uno o dos niveles, distribuidas en torno a un patio central con un *impluvium* en el centro, alrededor del cual se construían las habitaciones: una cámara ocupada por el propietario, tres habitaciones contiguas y en el lado opuesto un pasillo seguido de dos habitaciones más.

Con respecto a este tipo de construcciones en la ciudad de Roma, ya Vitrubio la describía como "*un laberinto de calles y viviendas precarias de varias plantas hechas con ladrillos de barro y la otra mitad de madera, con balcones en voladizo de madera*" (Fig. 9).

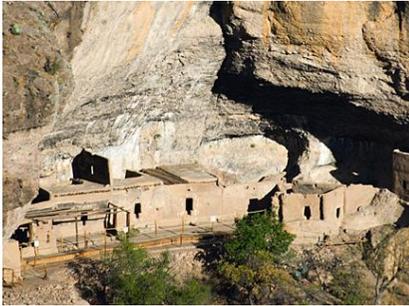


Fig. 10: Cuarenta Casas, México.
Fotografía: Steven Whitebread.



Fig. 11: Ciudad de Chan Chan, Perú.
Fotografía: Scott Newman.



Fig. 12: Ciudad de Chan Chan, Perú.
Fotografía: Scott Newman.

ARQUITECTURA DE TIERRA EN AMÉRICA

La arquitectura de tierra en América surgió en diferentes culturas desde sus más remotos orígenes y fue desarrollada mayormente en las zonas tropicales. A diferencia de los países de África o Asia, donde se desarrollaron viviendas completamente con tierra, en América se construyó -en mayor medida- con sistemas mixtos, debido básicamente a que materiales como la madera eran abundantes. Sin embargo, a pesar de tener condiciones culturales similares, las variables climatológicas marcaron dos tipos de desarrollo constructivo paralelos, para el trópico húmedo se desarrollará a partir de elementos vegetales complementados con tierra, mientras que para el trópico seco la construcción será a partir de tierra complementada con elementos vegetales.

Es así como tenemos ejemplos de zonas áridas como “Cuarenta Casas” en México, construido con potentes muros de adobes elaborados a mano, con accesos o puertas tipo "T", características de la arquitectura prehispánica. Consta de un complejo escalonado con recintos distribuidos para aprovechar el espacio disponible bajo la roca en la que se enclava el asentamiento (Fig.10). Por otra parte, la técnica andina precolombina de “pared de mano” fue otra de las más utilizadas en Latinoamérica para construir murallas, generando estructuras piramidales, que algunas veces se mezclaban o revestían con piedra. Este es un tipo de sistema que se encontró en Chan Chan, capital del reino Chimú en Perú, ciudad localizada a unos 5 km de Trujillo. Consta de calles y avenidas, perfectamente delineadas, depósitos de agua, palacios y barrios de trabajadores, además de poseer una importante red de caminos que la relacionaban con los centros administrativos de las regiones vecinas. Constituye la ciudad precolombina, construida con bloques de tierra, más grande de América Latina con unos 20Km² aproximadamente. Este conjunto además, refleja que existió una fuerte división de clases sociales que ocuparon áreas diferentes y edificios conforme a su nivel económico. Las ciudadelas, estuvieron protegidas por murallas de gran envergadura y constaban de un solo punto de acceso, lo que facilitó el control al mismo tiempo que garantizaba la seguridad dentro de las estructuras (Figs.11 y 12).

Con respecto a su distribución interna, se puede afirmar lo siguiente *“La zona central está formada por un conjunto de 10 recintos amurallados -llamados “ciudadelas”- y otras pirámides solitarias. Este conjunto central, cubre un área de 6 kilómetros cuadrados, aproximadamente. El resto, está formado por una multitud de pequeñas estructuras mal conservadas, veredas, canales, murallas y cementerios”* (UNESCO World Heritage Centre, 2010).



Fig. 13: Maqueta Monumento Nacional Guayabo, Turrialba. Costa Rica.
Fotografía: Olman Hernández Vargas.



Fig. 14: Conjunto Monumento Nacional Guayabo, Turrialba. Costa Rica.
Fotografía: Olman Hernández Vargas.

En Centroamérica los primeros asentamientos de carácter permanente que fueron edificados utilizando tierra, aparecen entre el 500 a.C. y el 600 a.C. Se destacan básicamente, dos tipologías: “la choza cónica” y la estructura ortogonal con cubierta a 2 o 4 aguas. La primera constituyó el tipo más común de asentamiento, consistía en una estructura de planta circular cuya ejecución se realizaba a base de postes de madera que se incrustaban en el suelo a manera de armazón primario y una red de cañas sujetadas por fibras naturales que hacían las funciones de lienzo. Posteriormente se procedía a la colocación de hojas de palma o paja, incluso en algunos casos, se tuvo cuidado de dejar una especie de respiradero-chimenea en lo alto de la choza para la salida del aire caliente y del humo de las brasas que se hallaban dentro de las viviendas. De esta manera, la misma cubierta hacía las funciones de pared y se obtenía un espacio interior que cubría los usos múltiples de una casa, desde cocina, área para comer y espacio para dormir. Estas viviendas cónicas fueron finalmente recubiertas con una mezcla de barro por su parte externa, de manera que se garantizaba la estanqueidad de la estructura. Ejemplo de esta tipología se ha encontrado en la ciudad precolombina de Guayabo, en Costa Rica donde debido a lo perecedero de su estructura no ha subsistido la cubierta, conservándose únicamente los basamentos, el sistema de acueducto y canalización pluvial y las calzadas de piedra (Figs. 13 y 14).

La siguiente tipología desarrollada de planta ortogonal, resultaba más espaciosa, contó con techos a dos o cuatro aguas con pendientes muy pronunciadas y paredes elaboradas con un entramado de cañas y maderas revestidas con barro. Muchas veces estos paramentos se erigieron sobre importantes basamentos de piedra que incluso podían convertirse en grandes zócalos (con respecto a este detalle, puede deducirse que su evolución se debe a aspectos climatológicos). Generalmente, los edificios que respondían a estas características eran habitados por caciques o destinados a culto; además solían contar con una posición privilegiada dentro de la ciudad al colocarse frente a la plaza donde se reunían los miembros de las comunidades para efectuar ceremonias y otras actividades sociales.

Asimismo, la región centroamericana constituye una muestra de edificaciones del trópico húmedo, donde además de la fuerte influencia constructiva -de períodos con ocupación Mesoamericana- se ve enriquecida con la herencia legada por los conquistadores, quienes al ser portadores de un bagaje cultural distinto, introdujeron técnicas nuevas de construcción con tierra, entre los cuales destaca el adobe o la tapia por ejemplo, que revolucionaron la manera de edificar del momento. Desde ese instante, se da un auge en la construcción con



Fig. 15: Vista calles Antigua, Guatemala.
Fotografía: Pedro Szekely.



Fig. 16: Vista calles Antigua, Guatemala.
Fotografía: Pedro Szekely.



Fig. 17: Vista calles Granada, Nicaragua.
Fotografía: Pete Schnell.

barro, el encuentro de diferentes tecnologías origina un eficaz intercambio y para los siglos siguientes fue el impulso que generaría una nueva arquitectura hispanoamericana. Dicha construcción tuvo un profundo desarrollo en zonas rurales y urbanas, en las primeras coexistieron los modelos indígenas, españoles y mestizos, mientras que para los segundos, en los centros urbanos, desarrollaron un carácter más académico. Durante el período colonial fue el sistema constructivo dominante, acompañando de variables propias de una arquitectura vernácula y durante el siglo XIX, continuó marcando el perfil de muchas localidades hasta llegar a alcanzar un alto nivel de sofisticación a fines de este mismo siglo.

En Guatemala por ejemplo, la ciudad de Antigua consta con un 75% de sus viviendas ejecutadas con adobe y tapia. Fue una sede de la Capitanía General de Guatemala y comprendía los actuales países de Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Edificada en el siglo XVI, durante la época de su esplendor fue una de las ciudades coloniales más hermosas e importantes, no obstante, un siglo después sufrió el embate de un terremoto por lo que debió ser reconstruida, sin embargo una vez acometidas las labores de restauración, ejerció una notable influencia estética en buena parte de Centroamérica (Figs. 15 y 16).

Un ejemplo de la importancia de Antigua y sus corrientes constructivas es Granada, en Nicaragua. Ciudad fundada en el siglo XVI, cuenta con la mayor parte de sus construcciones realizadas durante la colonia, utilizando adobe, madera y teja. Fue una de las primeras ciudades que los europeos vieron como su sede en el continente americano, constituyéndose más que en un asentamiento, en una ciudad matriculada en los registros oficiales españoles y un importante puerto comercial durante la etapa colonial. Su organización urbanística surgió según los cánones de la tradición arquitectónica española que incluyó la Plaza Mayor de los Poderes, ubicada en el centro de la ciudad. A partir de este punto se organizaron los edificios de carácter público, el convento de los franciscanos y varias iglesias (Fig. 17).

La extensión del continente americano conlleva la imposibilidad de destacar una única técnica de edificación predominante, ya que dependiendo de la región, orografía, características climatológicas y la materia prima disponible, existen múltiples variables para un mismo sistema constructivo. A pesar de estas particularidades, es factible afirmar que el uso de la tierra en la arquitectura experimentó un evidente enriquecimiento, gracias a la introducción del adobe y a las mejoras resultado de la experiencia y la transferencia de conocimientos adquiridos, muestra de ello son las ciudades que a día de hoy permanecen como el vivo reflejo de este intercambio cultural.

EL EJEMPLO DE COSTA RICA

De la misma manera que el resto de América Latina, en Costa Rica se produce un mestizaje cultural, mismo que se extrapola a la arquitectura en diversos aspectos entre los cuales están los materiales a utilizar, las técnicas aplicadas en la construcción y en la organización del trabajo de la obra. Durante los primeros años del periodo colonial, los españoles se vieron en la necesidad de resolver el problema de la construcción con condicionantes distintas a las que hubiesen pensado hasta el momento: las crudas inclemencias del tiempo y el temor hacia la sumisión de los nativos, quienes aún en estado de rebeldía podían levantar los nuevos poblados. Esto trajo como consecuencia que se dejara un poco de lado el uso de la piedra y la palma como únicos materiales para la edificación de los asentamientos, para dar paso al barro, la paja y la madera, materiales además muy abundantes. Es así como empieza el surgimiento de centros “urbanos” contruidos de tierra, con armazones de madera y techumbre de paja, hasta más adelante, evolucionar en viviendas con teja, ladrillo y madera labrada.

Por otra parte, este mestizaje es el responsable de que hoy en día sea factible encontrar a lo largo de todo el país, desde viviendas de adobe pertenecientes a familias de todos los estratos sociales de la época, hasta iglesias de bahareque y centros históricos cuyos componentes fueron contruidos con basamentos de piedra, muros de adobe y encalados, entre otros. Asimismo, gracias a estas construcciones de épocas no tan remotas, actualmente perviven en el paisaje y en la memoria de sus ciudadanos caracterizando parte de su identidad cultural.

No obstante, en Costa Rica, a pesar de tener una fuerte tradición constructiva, la densidad de edificaciones coloniales que se conservan a día de hoy es escasa si la comparamos con la mayoría de los demás países de Latinoamérica, esto puede deberse a factores variados desde la lejanía geográfica con respecto al centro de poder del imperio colonial en América, la deficiente aplicación de técnicas de construcción, la demolición de obras antiguas para sustituirlas por otras más potentes estéticamente y la destrucción causada por los constantes eventos sísmicos de magnitudes y aceleraciones muy elevadas.

El aislamiento del país cuando formaba parte del imperio centroamericano así como su marginalidad a nivel económico en ese momento, tienen como consecuencia que las obras de infraestructura destinadas para esta región no tuviesen la envergadura ni la mano de obra especializaba de la que sí gozaron otras regiones. Por el contrario, la ejecución de las infraestructuras estuvo a cargo de los mismos propietarios de los terrenos, quienes



Fig. 18: Templo de Quircot, Cartago, Costa Rica. Fotografía: Roberto Segura.



Fig. 19: Templo de Orosi, Cartago, Costa Rica. Fotografía: Olman Hernández Vargas.



Fig. 20: Iglesia El Llano, Alajuela, Costa Rica. Fotografía: Olman Hernández Vargas.

a su vez delegaron sus escasos conocimientos técnicos en las siguientes generaciones y fue de esta manera como se realizó la difusión de prácticas inadecuadas que se evidenciaron cuando la inclemencia de los distintos fenómenos de la naturaleza deterioraron las nuevas edificaciones. Las principales construcciones del período colonial realizadas en el país han sufrido el deterioro constante, incluso la mayoría ha desaparecido, es el caso de grandes templos, conventos o residencias, lo que sin duda contribuye a que los costarricenses no puedan sentirse completamente identificados con este tipo de arquitectura y más aún no se logre hacer de ella un emblema de patrimonio construido. No obstante, destaca que la mayor parte de las edificaciones que se mantienen a día de hoy, son de carácter religioso, por ejemplo el templo de Quircot en Taras de Cartago, levantado en el siglo XVII bajo la administración de los franciscanos; consta de gruesas paredes de adobe, una modesta estructura de madera y una cubierta de teja (Fig. 18).

Por otra parte, la iglesia de Orosi, ubicada también en la provincia de Cartago, fue edificada entre el año de 1743 y 1766 y constituye otra muestra de la arquitectura colonial (Fig. 19). Formó parte de otras 12 ermitas construidas por los misioneros franciscanos en el valle de Orosi. No obstante es el único templo –de esa docena– que subsiste hasta la actualidad. Está fabricado con gruesas paredes de adobe y mantiene un perfil arquitectónico sencillo que le da un aspecto humilde y sobrio. Destaca del conjunto su fachada blanca de forma triangular, que sustenta la cubierta a dos aguas con estructura de madera y cubrición de teja. Finalmente, la iglesia El Llano en Alajuela es otro ejemplo de construcción religiosa ejecutada con tierra, en este caso con el sistema constructivo del bahareque. Consta de basamentos realizados en piedra sobre los que se apoya un entramado de cañas y por último una estructura de madera que da lugar al tejado a dos aguas. La fachada principal de la iglesia, con clara influencia neoclásica, es de construcción posterior a las principales dependencias del templo. Dicha elevación se encuentra revocada con barro y un encalado al que posteriormente, se le ha añadido pintura (Fig. 20).

En el caso de las construcciones residenciales, el escenario es un poco distinto, ya que es relativamente frecuente que se mantengan viviendas de este tipo en conjuntos urbanos. No obstante no pueden catalogarse como de período colonial, sino más bien de épocas posteriores. Poblaciones como Barva de Heredia, Santo Domingo, el centro urbano de Alajuela y Cartago, así como poblados más rurales de las provincias de Guanacaste o Puntarenas, cuentan con edificaciones de tierra cruda -no muy bien conservadas a la fecha- muchas de las cuales han sido en años recientes, declaradas Patrimonio Histórico Arquitectónico por lo que cuentan con protección y precisan restauración y mantenimiento adecuados de manera casi inmediata.



04 COSTA RICA COMO ZONA SÍSMICA

En el mundo existen numerosas áreas propensas a generar movimientos telúricos violentos, las principales de ellas concuerdan con los bordes de las placas tectónicas. Dichas placas conforman la capa superficial de la Tierra, por debajo de ellas existen corrientes de rocas más blandas que las empujan y de su constante acercamiento y distanciamiento se origina la denominada actividad geológica. La interacción de las placas crea tres tipos de límites tectónicos: los convergentes –las placas se acercan unas a otras y originan los sistemas montañosos- los divergentes -se separan entre sí y dan lugar a depresiones y cadenas montañosas submarinas- y los transformantes -se friccionan unas con otras y no generan sistemas montañosos pero suelen ocasionar terremotos- es en estas últimas zonas, donde acontece la mayoría de los movimientos telúricos más violentos, por lo que se consideran áreas más vulnerables (Fig. 21).

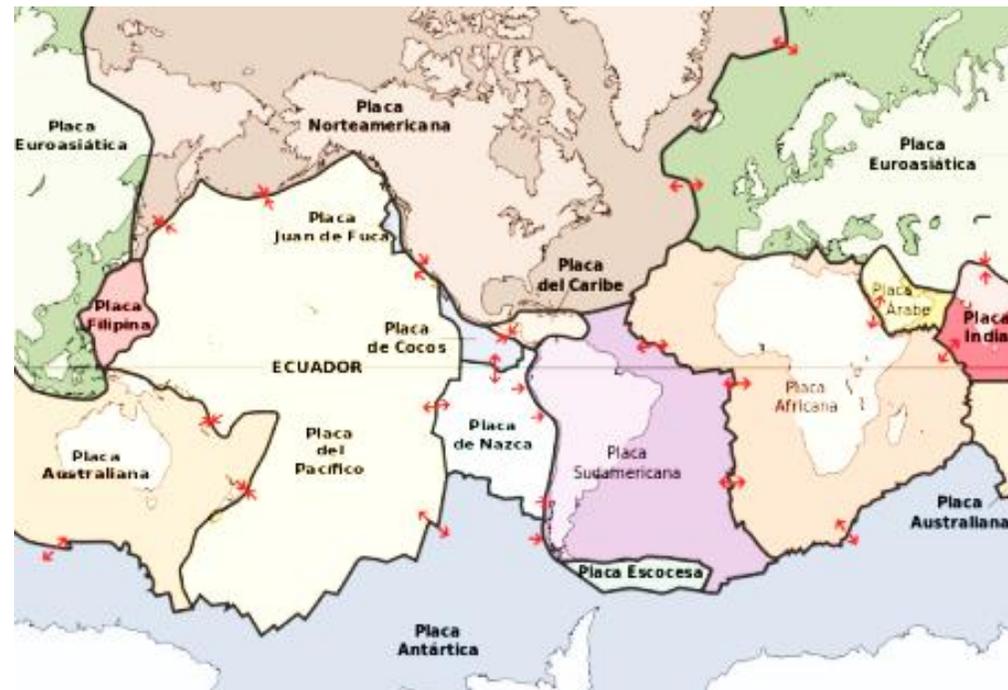


Fig. 21: Mapa de placas tectónicas.
Fuente: www.lpi.tel.uva.es

Asimismo, en correspondencia con la tectónica de placas, existen los denominados “cinturones de fuego”, zonas en los que se concentran las principales áreas de subducción. Básicamente se han establecido 3: el cinturón de Fuego del Pacífico, el cinturón transasiático y el cinturón situado en el centro del Océano Atlántico; se definen así en términos de intensidad -medida por los efectos de los terremotos en el entorno o estructuras- y de sismicidad, definida como la frecuencia con la que ocurren los eventos por área incluyendo la cantidad de energía liberada. El Cinturón de Fuego del Pacífico, abarca las costas desde Chile hasta Canadá, posteriormente, continúa por Rusia, China, Japón, hasta Nueva Zelanda y concentra además, actividad volcánica constante, sobre todo en América Central, que suele estar ligada a los movimientos telúricos (Fig. 22).

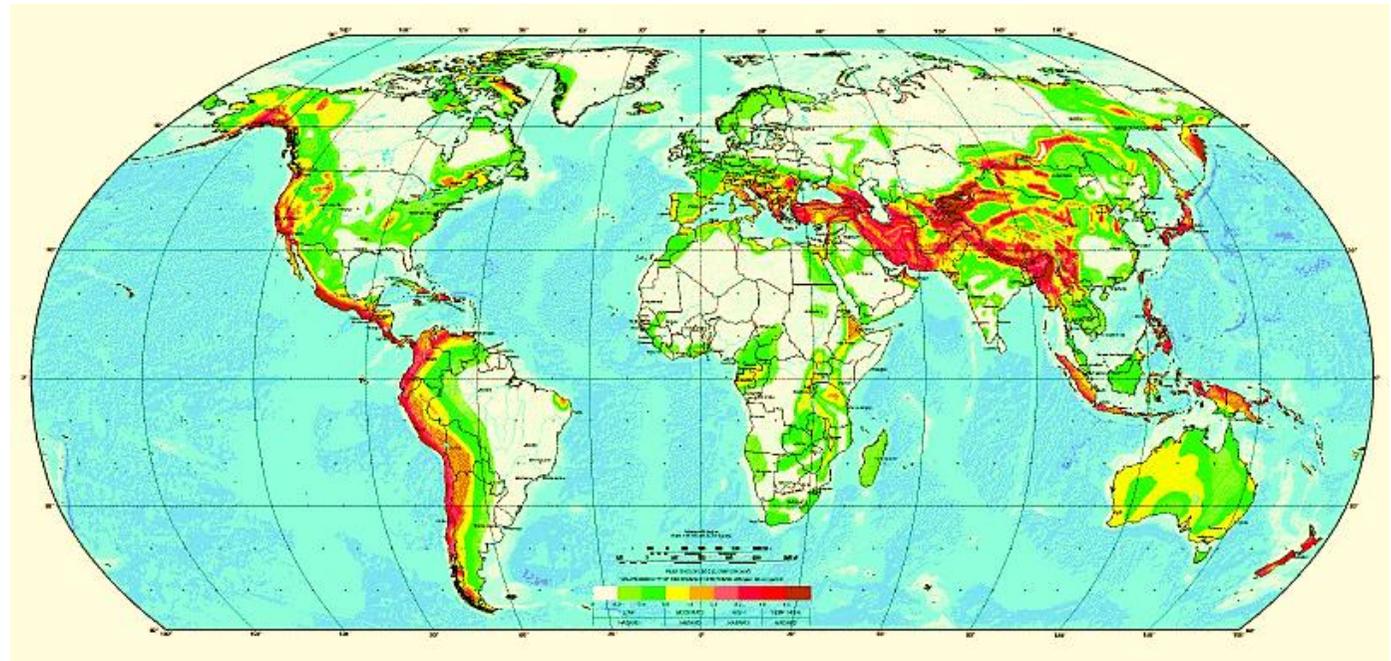


Fig. 22: Mapa Zonas de Mayor Riesgo Sísmico. Fuente: www.lpi.tel.uva.es

En el caso del istmo centroamericano, está conformado por tierras geológicamente jóvenes ubicadas en un margen activo donde convergen dos placas tectónicas, mismas que son las responsables del surgimiento de esta área gracias a los constantes procesos de subducción.



Fig. 23: Mapa de Zonas Sísmicas, Costa Rica. Fuente: www.lis.ucr.ac.cr

Dentro de América Central, Costa Rica se encuentra en la zona de convergencia de la placa Coco y Caribe, hacia el sureste del territorio ambas placas interactúan además, con la de Nazca, que está situada en la región del llamado Golfo Dulce. *“El proceso de subducción hace que la placa Coco se esté hundiendo poco a poco bajo la emergente placa del Caribe. Esta se desliza hacia el este produciendo así el surgimiento paulatino del territorio costarricense, con un surgimiento de 10 mm al año”* (Meza, 1999).

Por otra parte es importante mencionar que el país cuenta con un área total de 51.100 km², delimitado al Este por el mar Caribe y al Oeste por el océano Pacífico y está atravesado –longitudinalmente- por 3 sistemas montañosos: la cordillera volcánica de Guanacaste, la cordillera volcánica Central y la cordillera de Talamanca, todas ellas producto de los procesos telúricos que han facilitado el levantamiento geotectónico del territorio. Además, forma parte del “anillo de fuego del Pacífico”, por lo tanto, la intensa actividad sísmica de diversa magnitud, ha generado daños considerables que han sido una constante en la mayoría de sus estructuras hasta hace algunos años.

Históricamente, la región central de Costa Rica ha estado sísmicamente muy activa con terremotos ocurridos en fallas ubicadas a lo largo de la parte sureste de la cordillera volcánica central y el inicio de la cordillera de Talamanca, además ha habido terremotos de carácter superficial ocurridos en la región del Valle Central principalmente durante la primera mitad del siglo XX. Como consecuencia de intensas observaciones alrededor del tema, se realizó el mapa de zonificación sísmica actual que tendrá repercusiones de diseño que se abordarán más adelante (Fig. 23).

Muchos de los movimientos ocurridos entre el siglo XVII y principios de siglo XX han sido documentados gracias a incipientes estudios sismológicos efectuados a partir de la instalación de péndulos. Desde estas investigaciones, se ha logrado extraer que existe una mayor incidencia de terremotos intraplaca (continental) de carácter superficial, que suelen suceder en las cercanías de los centros de población. Por otra parte existen los eventos producto de un proceso de subducción (interplaca) que normalmente han tenido epicentros en zonas menos pobladas, por ubicarse en áreas costeras.

Tal y como se mencionó anteriormente, la primera ocasión en la que aparece referencia documentada de movimientos sísmicos es en la gobernación de Gregorio de Sandoval, alrededor del siglo XVII, donde se menciona



Fig. 24: Ilustración ciudad San José
Fuente: Frank Leslie's Illustrierte Zeitung, 1889



Fig. 25: Ilustración ciudad San José
Fuente: Frank Leslie's Illustrierte Zeitung, 1889

que fue necesario reparar numerosas iglesias en la actual provincia de Cartago, ya que se encontraban dañadas a causa de temblores; además, se indica que fue necesario reedificar el cabildo de la misma localidad. Posteriormente en protocolos de esta ciudad, hacia el año de 1678, se mencionan algunas ventas de viviendas en estado de deterioro a consecuencia de los movimientos tectónicos, asimismo hacia el año de 1719 el gobernador de dicha provincia, Diego de la Haya, realiza un informe en el que menciona que diferentes temblores arruinaron notables templos y residencias. Los movimientos sísmicos continuaron durante los años siguientes, existen reportes de 1723, 1756, 1781, 1821 y 1822 donde se mencionan numerosas reedificaciones de edificios eclesiásticos y cuantiosos daños en viviendas.

Hacia 1841 se da la primera destrucción de la ciudad de Cartago (anterior capital del país). Sin embargo, las consecuencias del terremoto también afectaron con daños considerables las localidades de Tres Ríos, Curridabat, San Pedro y San José. La destrucción producida contabilizó 4.025 casas inutilizadas, el 99% de ellas de tierra y como resultado del desastre, el Jefe de Estado del momento, toma una serie de medidas referentes a la construcción, que pueden ser consideradas como la primer normativa sismo-resistente que tuvo el país. No obstante en el año de 1851, un fuerte temblor sacude el Valle Central y afecta considerablemente a las provincias de San José, Heredia y Alajuela. De la misma forma que aconteció 10 años antes, la mayoría de las viviendas destruidas eran de adobe y algunas de bahareque (Figs. 24 y 25).

A partir del último tercio del siglo XIX, Costa Rica es víctima de un fuerte y prolongado enjambre sísmico, desencadenado, según investigaciones, por el terremoto de 1888; éste fue el primero gran evento registrado científicamente por los equipos sismográficos del Observatorio Nacional. Cabe destacar además que según referencias de la época, las consecuencias del movimiento en las edificaciones fueron importantes según se extrae debido *“al poco cuidado con que se construyen las casas rurales y aún las de las ciudades, a pesar de las tremendas lecciones y avisos de la naturaleza, recomendando al gobierno ciertas normas para construcciones sismo-resistentes”* (Morales, 1984).

El historial sísmico de Costa Rica continúa ensanchándose con el paso de los años. Se documentan movimientos importantes hacia 1904 cerca de la actual Villa Neily al sureste del país, en la región fronteriza con Panamá. Posteriormente, hacia el 1905, el país es sacudido por un violento temblor en San José. Sin embargo es en el año de 1910, cuando se produce el último evento sísmico con proporción de catástrofe, originado probablemente por fallamiento superficial, que destruye por completo la ciudad de Cartago.

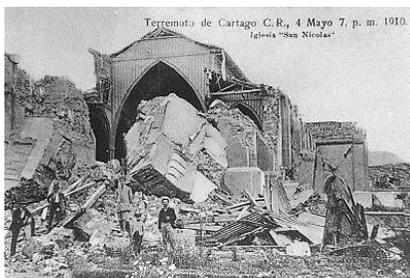


Fig. 26: Construcciones destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica. Fuente: www.aldia.cr



Fig. 27: Vista de construcciones de adobe destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica. Fuente: www.aldia.cr



Fig. 28: Extracto de diario La Nación con el reporte de daños por el terremoto de 1950, Costa Rica. Fuente: www.aldia.cr

Este centro urbano estaba edificado -casi en su totalidad- por construcciones de adobe; la cifra de muertos osciló entre las 400 y las 700 personas (Figs. 26 y 27). A partir de este momento, el presidente de la República en ejercicio, Cleto González Víquez, por decreto prohíbe las construcciones de nueva planta realizadas específicamente con adobe.

Asimismo, durante los años siguientes, la observación y medición de los eventos telúricos evoluciona, por lo que la localización y las magnitudes de los mismos se hacen cada vez de manera más precisa. Es así como se logran registrar los violentos temblores que sacudieron al país entre los años de 1939 y 1941, con magnitudes que oscilaron entre los 6,5 y 7,5.

Con el terremoto de Guanacaste en octubre de 1950 de magnitud 7,75 en la escala de Richter (el mayor registrado a fecha de hoy) se confirma que existen eventos importantes con períodos de retorno de aproximadamente 50 años que pueden provocar, como en este caso, fuertes levantamientos a lo largo de la costa oeste de la península. Según informes de los diarios de la época, hubo importantes daños en la ciudad de Puntarenas, la más grande y cercana al evento; así como averías considerables en las localidades de Nicoya, Esparza y Alajuela, daños menores en San José y Cartago producto de la caída de objetos y agrietamientos. Ejemplo de la intensidad de este terremoto se referencia en la prensa, donde se reporta que se presentaron fuertes deslizamientos, calles agrietadas, colapso de edificios, ruptura de tuberías y caída del tendido eléctrico aéreo, así como un 45% de las casas declaradas como inhabitables, además de graves pérdidas en la iglesia parroquial de Nicoya, datada del periodo colonial (Fig.28).

Después de efectuar el recuento de los daños, las autoridades costarricenses se reafirmaron en la decisión de prohibir el uso de la tierra para la edificación de cualquier tipo de obra, ya que a este momento el deterioro y el desgaste de este tipo de construcciones era más que evidente. Por otra parte, confirman la importancia de la adopción de medidas constructivas apropiadas y responsables, que minimicen al máximo la pérdida de vidas humanas, al mismo tiempo que permitan disminuir el colapso de las estructuras de todo tipo. El terremoto de 1950 y el siguiente acaecido en 1973 en el sector noreste del país, fueron los eventos desencadenantes para que el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos estableciese una comisión que preparara el borrador del "Código Sísmico", el cual fue aprobado en 1974 y que un año después pasaría a ser ley de la República.



Fig. 29: Daños en vías de tráfico después del terremoto de 1991, Limón, Costa Rica. Fuente: www.nacion.com

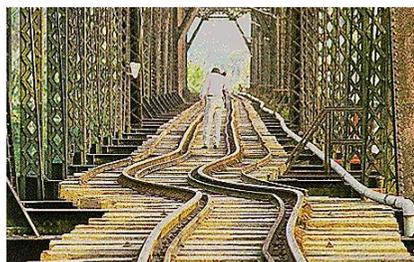


Fig. 30: Daños en vías férreas después del terremoto de 1991, Limón, Costa Rica. Fuente: www.nacion.com

Posteriormente, durante el año de 1983 se presenta una nueva crisis sísmica, con un violento temblor en la región sur, dicho movimiento tuvo su origen por subducción de las placas Coco y Caribe, con la placa Nazca. Solamente un mes después de este hecho y a unos cuantos kilómetros de distancia, otro movimiento telúrico azota el país, con resultados poco favorables para las vulnerables construcciones de adobe presentes en la región.

Después del año 1983, Costa Rica entra en un período de calma a nivel de movimientos de tierra, período que se extiende hasta 1990 cuando se interrumpe con el terremoto de Cóbano (zona noreste del país) con magnitud de 7,0 en escala Richter. Este mismo año acontece otro seísmo de similar intensidad en el valle central (Alajuela) desatando un nuevo enjambre que continúa con pequeños movimientos durante los meses siguientes, hasta desembocar en el terremoto de 7.7 escala Richter cuyo epicentro se localizó en la costa caribeña de la provincia de Limón. Este movimiento fue el segundo más importante registrado en el país hasta ese momento y contabilizó enormes pérdidas a nivel nacional, entre los que destacaron 47 personas fallecidas en Costa Rica y 79 en Panamá, debido a la cercanía del epicentro con el vecino país, además de 4452 viviendas colapsadas. Este acontecimiento produce también un levantamiento de 1,85 m en la línea de costa del Caribe costarricense y la elevación del nivel freático, además de la sismicidad inducida, identificada en una amplia zona de ambos países (Figs. 29 y 30).

Por otra parte, en los años 1994, 1999 y 2004 la costa Pacífico Central fue afectada por seísmos de magnitudes importantes que oscilaron entre los 6,0 y los 6,9 -escala Richter- mientras que en la zona sur del país ocurrieron seísmos entre los años 2002 a 2003 de intensidades similares, no obstante gracias a los procedimientos adecuados y al seguimiento apropiado de las normas sismo-resistentes, no se reportaron víctimas mortales y se redujeron notoriamente los daños en estructuras.

Durante el periodo 2003-2008, se registra una nueva etapa de calma sísmica, registrándose únicamente movimientos leves, además esta etapa es aprovechada para la instalación de equipos de alta tecnología que incluyó la instalación de nuevas redes sismológicas, mapas de elevación digital del fondo oceánico y equipos de magneto telúrica entre otros, que permitiesen un registro más eficaz de los eventos y al mismo tiempo, optimizar el tiempo de respuesta ante eventuales emergencias.



Fig. 31: Deslizamientos ocasionados por el terremoto de 2009, Heredia, Costa Rica. Fuente: www.elfinanciero.cr



Fig. 32: Deslizamientos ocasionados por el terremoto de 2009, Heredia, Costa Rica. Fuente: www.elfinanciero.cr

A inicios de 2009, un nuevo terremoto -propiamente unos 40 km al norte de la ciudad capital- en la provincia de Heredia con magnitud 6,3, afecta la zona norte del valle central y causa grandes problemas sobre todo a nivel de infraestructura vial. *“Este evento causó destrozos tanto por la sacudida sísmica como por los deslizamientos que fueron disparados por la vibración sísmica en una zona de fuertes pendientes constituida por suelos de origen volcánico saturados e inestables”* (RSN, 2009).

La escasa profundidad del movimiento (3,6 km) fue otro factor que favoreció el surgimiento de serios daños en carreteras y caminos principalmente en la zona de Cinchona y Varablanca al norte de Heredia, viviendas y edificaciones con deterioros e importantes deslizamientos. Dichos aludes a su vez se cobraron la vida de 23 personas (Figs. 31 y 32).

Semanas después, el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos realiza un detallado informe de las inspecciones realizadas en las infraestructuras afectadas, dicho informe mantuvo como conclusión que el serio estado de muchas de las edificaciones se originó en una combinación de malas prácticas constructivas, el no cumplimiento de las normativas antisísmicas y los factores geológicos detallados anteriormente. Como consecuencia de esto y como se analizará en capítulos posteriores, la comisión redactora del Código Sísmico 2002, efectúa cambios aún más drásticos en las disposiciones constructivas, endureciendo las normas y estableciendo parámetros más elevados, con el fin de prevenir la pérdida de vidas ante eventuales terremotos.

Posteriormente se reportaron fuertes seísmos en el año 2010, con epicentro en Quepos (6.3 y 6.2 Richter) sin que se reportaran pérdidas importantes. Los años siguientes se presentaron sin reportes de seísmos violentos, sin embargo según los estudios de los investigadores y tal y como se ha demostrado históricamente, los períodos de retorno de los movimientos telúricos fuertes, es relativamente corto (alrededor de 50 años para algunas zonas) por lo que se preveía un potente terremoto para la región del Pacífico Norte.

Aunque este tipo de movimientos es casi imposible de predecir, es viable efectuar estimaciones basándose en el estudio de la periodicidad, dichos estudios para Costa Rica han demostrado tener una eficacia bastante considerable, por lo que unido al endurecimiento de las normas de construcción sismo-resistentes, generaron un importante conjunto de medidas de prevención ante futuros eventos sísmicos.



Fig.33: Daños en iglesia colonial de Nicoya, después de terremoto de 2012, Costa Rica. Fuente: www.nacion.com



Fig. 34: Levantamiento de la corteza terrestre después de terremoto de 2012, Costa Rica. Fuente: www.nacion.com

En setiembre de 2012 y tal y como se tenía previsto, ocurre un fuerte terremoto en la Península de Nicoya con una magnitud de 7,6 grados en la escala sismológica de magnitud de momento. Aunque la ruptura inicial se localizó en el mar, al menos dos rupturas más se localizaron bajo la Península en donde se estima que se produjo un levantamiento de al menos 3 metros. Este seísmo es considerado como el tercer terremoto de mayor magnitud registrado en el país y fue originado por una falla en la zona subducción entre la Placa de Coco y la Placa Caribe. La actividad sísmica afectó un gran número de estructuras de la península de Nicoya, así como también provocó cortes momentáneos en los servicios públicos. Se reportaron pequeños deslizamientos en zonas montañosas así como daños en la zona del epicentro, no obstante no hubo víctimas (Figs. 33 y 34).

Este evento es el último movimiento importante acontecido en el país a día de hoy, sin embargo es importante tener en cuenta que Costa Rica es una nación que por su ubicación en una región tectónicamente muy activa es susceptible de tener actividad sísmica importante en cualquier momento, ya sea asociada al proceso de subducción o a procesos de ruptura localizados. Según investigaciones recientes se han encontrado 77 fallas con actividad sísmica asociada, 36 con orientación noroeste, 25 noreste, 12 norte-sur y 4 este-oeste, lo que no hace factible la utilización de refuerzos localizados o sistemas constructivos orientados únicamente en algunas secciones de los edificios, sino, por el contrario, se debe dirigir hacia un tratamiento de protección-resistencia-ductilidad integral para las construcciones, de manera que se garantice un comportamiento antisísmico en conjunto.

Por esta razón es trascendental que la población esté siempre preparada y que las construcciones se hagan apegadas a las reglamentaciones existentes, desarrolladas a raíz de estudios y según las lecciones aprendidas de la experiencia de muchos años. Tal y como se ha demostrado, el acatamiento de las normativas tiene un gran impacto en la reducción de los daños y sobre todo en la prevención de las muertes que pueden ocasionar futuros terremotos en el país.



CARTERA DE GOBERNACIÓN

Nº 10.—San José, 12 de setiembre de 1910.—Examinado el Reglamento de Construcciones Urbanas emitido por la Municipalidad de Cartago, en sesión de 29 de agosto anterior, y que á la letra dice:

CAPÍTULO I

Licencias para edificar

Artículo 1º.—Toda persona que intente construir en la ciudad deberá forzosamente sujetarse á los planos autorizados por la Municipalidad, en cuanto á altura y nivelación.

El interesado, antes de comenzar su construcción, deberá ocurrir á la Gobernación de la Provincia y solicitar que el Ingeniero Municipal se constituya en el lugar, y aunque, por medio de estacas, tanto la línea que ha de tenerse como extremo del ancho de la calle, como el nivel que habrá de servir de guía al propietario para levantar el edificio.

La línea extrema de la calle deberá solicitarse, no sólo cuando se intente construir en ella, sino también cuando simplemente se trate de hacer una tapia ó cerrar una cerca que den frente á la vía pública.

Artículo 2º.—El que se proponga construir ó reconstruir en la ciudad deberá además presentar á la Gobernación los planos de planta, elevación y cortes longitudinal y transversal del edificio proyectado. La escala de los planos será la de dos centímetros por metro.

Si no se tuvieren planos en forma, el interesado deberá presentar una descripción tan minuciosa como sea posible, del edificio que se intente construir.

La Gobernación, oyendo al Ingeniero Municipal, concederá ó denegará en el término de ocho días, el permiso de edificar, según que se respeten ó no las reglas que contiene el presente reglamento, y que se consulten las conveniencias de la higiene y seguridad de los edificios.

Fig. 35: Extracto del Decreto Presidencial, 1910.

Fuente: www.codigosismico.or.cr

05 NORMATIVA SISMO-RESISTENTE

Después del terremoto que devastó el centro urbano de la ciudad de Cartago, en el año de 1841 cuando ésta era la capital del país, se promulgan una serie de condiciones acerca de las tipologías constructivas a manera de “medidas de emergencia”, que aunque no tuviesen carácter obligatorio, se difundieron con el objetivo de minimizar los efectos de los posibles movimientos sísmicos a partir de entonces, tratando en la medida de lo posible, de evitar las pérdidas humanas. Sin embargo, dichas recomendaciones no fueron acatadas apropiadamente por los ciudadanos, ya fuese por razones económicas o bien por el simple desconocimiento de las buenas prácticas constructivas y su repercusión inmediata en caso de terremotos.

Es en el año de 1910 después del temblor que arrasara nuevamente la ciudad capital, cuando se decretan medidas constructivas de acatamiento inmediato, con el fin de reconstruir el centro urbano, así como abordar las labores de restauración en las otras comunidades afectadas por el seísmo. Básicamente, el reglamento se enmarcaba dentro de las limitaciones a los materiales habituales en ese momento, tales como el adobe, bahareque, ladrillo, calicanto, madera y metal; además incluía regulaciones para los edificios residenciales, públicos o de cualquier otra índole y sus componentes: canales, aceras, desagües, hornos y baños (Fig. 35). Destacan por ejemplo, las medidas referentes al uso de la tierra en las construcciones:

“Art. 14: No se permitirá en ninguna clase de construcciones, dentro de la ciudad, el empleo de adobes, calicanto ó piedra. Esta prohibición se hace extensiva a los otros distritos del cantón” (Decreto Presidencial, 1910).

Por otra parte, con respecto a materiales como el ladrillo, se menciona lo siguiente:

“Art. 9: No se permitirá construir con ladrillo, en la forma comúnmente usada en el país, salvo que se trate de tapia, de cerramiento de solares, de baños ó de hornos de panadería, siempre que observen las prescripciones que adelante se consignan ó que se trate de zócalos, pilas de lavadero, pilastras para sostener marcos de madera u otras construcciones bajas, que no excedan de un metro de altura” (Decreto Presidencial, 1910).

Y a continuación añade: *“No se permitirá tampoco, en ninguno de los edificios, el techar con tejas de barro, pizarra o cemento ó cualquier otra de material pesado”* (Decreto Presidencial, 1910).

Con este decreto se refuerza la necesidad de no añadir pesos importantes en la parte superior de las casas por el temor a los desprendimientos y a los aplastamientos. Además pretende erradicar el uso del adobe debido a su deficiente comportamiento antisísmico, evidenciado en el colapso de las edificaciones de la ciudad a ese momento.

En cuanto a construcciones de bahareque, el reglamento aunque las acepta, incluso en edificaciones de 2 niveles, impone algunas condiciones entre las que destacan las siguientes:

“Art. 22: Los edificios de bahareque del tipo común o popular, se sujetarán a las siguientes reglas:

- a. Los horcones serán de guachipelín, madero negro, u otra madera resistente y que soporte bien la humedad. La cebolla o base se enterrará, por lo menos un metro, y alrededor de ella se pondrá una capa de barro de olla u otra sustancia impermeable.*
- b. Si no se emplearan horcones de una sola pieza, la base se enterrará, por lo menos un metro en la forma dicha antes, y el empalme con la parte superior del horcón, se hará de modo que quede fuera de la tierra y a quince centímetros por lo menos, del nivel del suelo. El empalme ha de protegerse con alquitrán y se atornillará con tornillos de tuerca que pasen de un lado a otro, abrazando las dos partes del horcón (...)*
- d. Las paredes de bahareque no podrán tener más de veinte centímetros de espesor, incluidos los repellos.*
- e. Para el relleno del bahareque puede emplearse caña blanca (...) o reglas de madera resistente y sana. Como material de relleno, puede emplearse barro mezclado con pitilla o cerdas y dentro del barro pedazos de teja o ladrillo que estén nuevos” (Decreto Presidencial, 1910).*

Finalmente, este decreto en uno de sus artículos transitorios, mencionaba que las construcciones provisionales que no cumplieran las condiciones descritas, serían demolidas dentro del término de 1 año desde su promulgación, apartado que efectivamente se acató. Estas disposiciones continuaron rigiendo las nuevas construcciones en el país durante las siguientes 4 décadas, a falta de una normativa extensa que regulara en profundidad el tema sismo-resistente.



Fig. 36: Mapa de zonificación. Código Sísmico de Costa Rica CSCR-74, 1974
Fuente: www.codigosismico.or.cr

Como consecuencia del vacío en aspectos de construcción antisísmica, hacia los años 60 y principios de los 70, en Costa Rica, los profesionales dedicados al diseño y construcción tomaron como libro de cabecera el "Libro azul" (Blue Book) editado -en 1959 por la Asociación de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC)- como referencia para el diseño sismo-resistente. Dicho libro tenía como objetivo establecer las directrices para el proyecto estructural, de manera que se intentara la mitigación al máximo, de las consecuencias que los terremotos causaban a las construcciones, al mismo tiempo que proporcionara a los ingenieros la información y herramientas actualizadas para mejorar sus conocimientos en el tema. Hasta ese momento, los estudios que se realizaban consistían en algunos análisis elásticos a las estructuras, trabajando con fuerzas laterales proporcionales al peso propio.

Posteriormente, ante la necesidad de establecer una regulación detallada y adaptada a las particularidades del territorio costarricense, la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica y el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos, acordaron en 1973, unificar esfuerzos para la redacción y puesta en práctica de un código sísmico propio diseñado específicamente para las condiciones del país. La creación del código se le encargó a una comisión formada por un grupo de ingenieros estructurales, los cuales publicaron en 1974, el primer Código Sísmico de Costa Rica (Fig. 36).

Este primer código con carácter de ley, establecía la importancia de que toda estructura y cada una de sus partes estuviesen diseñadas y construidas de manera que resistiesen seísmos menores sin daños, seísmos moderados con algún daño no-estructural, así como seísmos de gran intensidad sin colapso. Se establecieron parámetros para las sollicitaciones sísmicas, además de procurar la buena concepción estructural y establecer recomendaciones en cuanto a simetría, distribución uniforme de masas, rigideces de elementos, selección cuidadosa de los materiales y la elección de métodos constructivos adecuados.

Por otra parte, exigía aplicar las fuerzas sísmicas horizontales en las dos direcciones principales de la estructura o en sus direcciones ortogonales más desfavorables, adjuntando a un mapa de zonificación sísmica plano para la totalidad del país, con los requerimientos iguales para todo el territorio e incorporaba aspectos como el diseño por capacidad, consideraciones de ductilidad y control de desplazamientos.

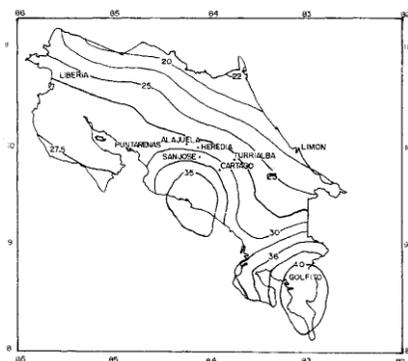


Fig. 37: Mapa de zonificación. Código Sismico de Costa Rica CSCR-86, 1986
Fuente: www.codigosismico.or.cr



FIGURA 2.1. Zonificación sísmica

Fig. 38: Mapa de zonificación. Código Sismico de Costa Rica CSCR-2002
Fuente: www.codigosismico.or.cr

Casi 10 años después de la primera versión, en 1986 se aprueba el segundo Código Sismico (CSCR-86). Este documento tomó en cuenta el primer estudio de riesgo sísmico del país, elaborado por la Universidad de Stanford. Además, durante la década de los 80 se tuvieron experiencias importantes debido a los fuertes terremotos de la zona sur con incidencia directa en el documento, incorporando mapas de isoaceleraciones de acuerdo a la sismicidad, criterios de riesgo sísmico, períodos de retorno, normas generales para el uso de sistemas prefabricados y un aspecto muy importante que hasta ahora no había sido tomado en cuenta, correspondiente a las remodelaciones de edificaciones ya existentes. Finalmente, estableció especificaciones de diseño para diferentes materiales estructurales tales como el acero, el concreto, la mampostería y las estructuras de madera principalmente (Fig. 37).

La investigación y los conocimientos científicos en materia de sismología y resistencia de materiales no quedaron en los términos de la normativa del año 86, por el contrario, se continuaron los estudios y en el año 2002, se concluye un nuevo Código Sismico (CSCR-2002) que tomó en consideración los terremotos más importantes ocurridos entre los años de 1990 y 1991, además de los nuevos estudios de amenaza sísmica realizados en el país y los resultados de avanzadas investigaciones en los sistemas y materiales estructurales utilizados en ese momento. Esta nueva normativa incorporó una clasificación estructural detallada, caracterización de los sistemas de acuerdo a la ductilidad de los elementos y los componentes estructurales, la revisión y actualización de las especificaciones de diseño para cada uno de los materiales, métodos alternos de análisis, requisitos para los elementos no estructurales, herramientas para el diagnóstico y adecuación sísmica de edificaciones existentes y un nuevo mapa de zonificación de riesgo sísmico más estricto que en las anteriores ediciones (Fig. 38).

Con la puesta en vigencia de este nuevo código, se puso de manifiesto la trascendencia y la responsabilidad que los profesionales en el sector de la construcción asumen al diseñar los edificios; precisamente el endurecimiento de los requisitos trajo como consecuencia que incluso empresas encargadas de la fabricación de sistemas constructivos, efectuaran mejoras a sus productos, no obstante –como sucede en muchas ocasiones- también trajo el descontento de profesionales y propietarios, quienes reclamando motivos económicos, se opusieron al cumplimiento de los requisitos, mismos que al ser de carácter obligatorio, posteriormente tuvieron que comprometerse a acometer.

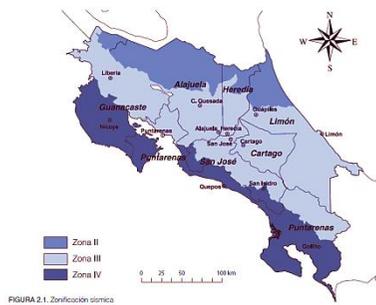


Fig. 39: Mapa de zonificación. Código Sísmico de Costa Rica CSCR-2010
Fuente: www.codigosismico.or.cr

En el año 2011 se publica la cuarta versión del Código Sísmico, siguiendo la misma estructura que su versión anterior, no obstante incluye diversas actualizaciones en todos los capítulos. Algunos de los cambios que se pueden destacar fueron la modificación del mapa de zonificación sísmica para tomar en cuenta la nueva información sobre la sismicidad (con motivo de nuevos temblores importantes), la modificación de las consideraciones y valores de los parámetros que determinan el cálculo del coeficiente sísmico, la actualización de los requisitos de diseño para cada uno de los materiales estructurales, principalmente para madera y acero, una revisión de las condiciones requeridas para realizar diseño simplificado de vivienda, así como modificaciones en detalles constructivos para estructuras de mampostería y prefabricadas de concreto.

El objetivo primordial a destacar para la elaboración de la versión de 2010, fue *“garantizar la vida de los usuarios de los edificios, que éstos mantengan su integridad estructural y protejan los bienes que alberguen, conforme a objetivos de desempeño previamente definidos”* (CSCR, 2010).

Además, a partir del 2010 y después del violento terremoto de 2009, se hace especial hincapié en resaltar la importancia de la regularidad en el diseño de las estructuras, la necesidad de cumplir con algunos detalles en la disposición del acero de refuerzo y de reconocer la atención que se le debe dar al correcto diseño y construcción de los elementos no estructurales. En este mismo sentido, en el año 2012 se publica el más reciente Código Sísmico -versión 2012- que entre otros factores destaca:

“En nuestro país, el sismo de Cinchona de enero de 2009, a pesar de afectar una zona poco poblada, enseñó de manera clara las consecuencias de realizar obras sin la consideración de los conceptos básicos del diseño y de la práctica constructiva que pretende este código seguir promoviendo” (CSCR, 2012).

Por otra parte, la organización de la normativa mantiene las mismas secciones y capítulos de su antecesor, pero modificando el contenido de los mismos en algunos aspectos, por ejemplo, incluye la prohibición de construir sistemas estructurales frágiles (adobe y bahareque), una nueva modificación en el mapa de zonificación sísmica, donde algunos distritos de la zona norte fueron clasificados dentro de la zona III y gran parte del Pacífico Central, dentro de la zona IV (Fig. 39).

Además, se modificaron algunos de los factores de importancia para las edificaciones y para los sistemas y componentes no estructurales, criterios de regularidad, cambios en el cálculo de fuerzas, la consideración de las fuerzas verticales debidas al efecto de la sacudida sísmica, se incluyeron cambios de detalles en nudos y muros de mampostería, el capítulo de cimentaciones involucra nuevas disposiciones para cimentaciones profundas y sobre cimentaciones para vivienda y se adhiere un nuevo apartado que hace referencia específica a las edificaciones históricas y monumentos. En este sentido es la primera vez que se incorporan detalles para el tratamiento de este tipo de construcciones.

A propósito de este carácter patrimonial e histórico, el código refiere lo siguiente:

“Art. 15.6.1. Se consideran edificaciones históricas y monumentos aquellos que tienen un valor cultural o histórico u otras condiciones formales que deben ser conservadas, lo cual puede generar limitaciones cuando su estructura debe ser intervenida. Algunas pueden haber sido declaradas como parte del patrimonio arquitectónico del país y muchas veces están construidas con materiales que no son de uso común actualmente, como el ladrillo de barro, adobe, bahareque relleno, bahareque francés y piedra, entre otros” (CSCR, 2012).

No obstante más adelante menciona:

“Es necesario investigar el posible deterioro de los materiales que forman parte de la estructura y los daños que puedan tener los elementos (...). Se deben valorar las características de los materiales, su resistencia y la posibilidad de que tengan capacidad de deformarse más allá del límite elástico sin pérdida sensible de su resistencia. Cuando el sistema estructural sea clasificado como frágil, ya sea porque los materiales no sean dúctiles o por otra razón, se debe recomendar una adecuación sísmica.

La prohibición de utilizar materiales como el adobe, bahareque u otros (...) puede no ser aplicada cuando se trate de una obra de restauración en una edificación histórica o monumento, siempre que se alcancen los objetivos de ductilidad global intrínseca (...) Además de cumplir con los objetivos, se debe considerar que se busca no sólo mejorar el desempeño de la estructura ante sismos, sino prolongar la vida útil de la edificación, por lo que también debe tomarse en cuenta la reparación o restauración de elementos no estructurales (...) Cuando se trate de obras que no son habitables, como algunos monumentos, una adecuación sísmica se considera aceptable si mejora su desempeño y prolonga su vida útil. Si la falla de esa obra pone en riesgo la vida de personas o la seguridad de alguna edificación, se debe cumplir con la adecuación” (CSCR, 2012).

Con estas aclaraciones, se deja la posibilidad de la rehabilitación de este tipo de construcciones utilizando los materiales que conforman su mismo sistema. Es importante destacar que hasta ese momento, al no existir la opción de restaurar adecuadamente, la mayoría de las edificaciones de sistemas frágiles (adobe, bahareque básicamente) habían sido demolidas, reduciendo aún más el patrimonio histórico y promoviendo la imagen de peligrosidad-vulnerabilidad que se asocia con estos sistemas constructivos.

Asimismo, otro aspecto que se menciona en este último código es que el diseño sismo-resistente contempla desplazamientos y deformaciones internas, como efecto de la acción sísmica, por lo tanto se toleran deformaciones que excedan el rango elástico de los materiales, siempre que se tomen las medidas necesarias para evitar pérdidas sensibles en la resistencia que puedan afectar la integridad y estabilidad de la estructura, así como la capacidad de resistir cargas como sistema.

Finalmente, para construcciones de nueva planta, se añade que *“por la naturaleza aleatoria y cíclica de las solicitaciones sísmicas (...) se prohíbe el uso estructural de materiales y sistemas constructivos como el adobe, el tapial, el bahareque relleno y la mampostería sin refuerzo en los sistemas sismorresistentes de todas las edificaciones y obras afines a ser construidas en el territorio de la República de Costa Rica”* (CSCR, 2012).

Ante todas estas especificaciones, se pretende señalar que los objetivos de este tipo de reglamentos son la protección de la vida humana, la reducción de los daños materiales y la minimización del impacto social y económico ante los terremotos, sin embargo las labores de restauración pueden continuar en su lucha por lograr una adecuada adaptación sísmica de las edificaciones en general y muy particularmente de las patrimoniales.

Con este último código, no se concluye la investigación en materia sísmica, sino por el contrario, las labores continúan tal y como ha sucedido anteriormente, de manera que el perfeccionamiento de los sistemas conlleve nuevas actualizaciones y contribuya aún más en el cumplimiento de los términos anteriormente descritos.



06 ARQUITECTURA DE TIERRA TRADICIONAL

El uso de la tierra como material de construcción en América Latina, tuvo dos orígenes distintos: el indígena y el español. En el primer caso se utilizó más como material para el relleno de los paramentos constituidos además por troncos de madera o de caña. En el segundo caso, se fabricaron bloques de barro que mezclaban con otros componentes de fibras vegetales e incluso con estiércol, esta técnica revolucionaria fue la del adobe. Ambos sistemas constructivos desarrollados de manera incluso simultánea en la época colonial y en años posteriores, conformaron la tipología de la arquitectura mestiza.

Las edificaciones de tierra tuvieron una gran difusión a lo largo y ancho del continente americano y específicamente en Costa Rica, fueron de un dominio casi absoluto, posiblemente gracias a la facilidad de construcción, la economía y la disponibilidad de los materiales. Además, permitió beneficiarse de las condiciones climáticas que se creaban al interior de las construcciones al mantener temperaturas agradables, característica muy valorada para ciertas regiones con variables climatológicas particulares.

A finales del siglo XVI, la mayor parte de las construcciones residenciales del país eran de adobe y bahareque, no obstante, según relatos de la época se afirma que muchas de ellas quedaron en estado de ruina con paredes “rotas y deshechas” como consecuencia de constantes movimientos sísmicos. Desde este punto se destaca también que, aunque las paredes levantadas con estos materiales resultaban masivas, pesadas e incluso poco flexibles, más que la propia tierra, influía la técnica empleada en la construcción, ya que en la mayoría de los casos, las edificaciones que combinaban ambos sistemas, permanecían en pie y presentaban menor daño. Sin embargo, no solamente los movimientos telúricos fueron los responsables del deterioro, a este factor se añade además, la falta de mantenimiento, las lluvias torrenciales y la carencia de recubrimientos de cal, lo que generaba fisuraciones, erosión y disgregaciones.

A pesar de los múltiples reportes de edificios en mal estado según lo dicho anteriormente, se continuó con la construcción con tierra, expandiéndose además a edificar conventos, ermitas e iglesias, sin embargo también se fue depurando la técnica y el acabado que se daba a las construcciones como aplicación de las lecciones



Fig. 40: Iglesia de la Inmaculada Concepción, Heredia, Costa Rica. 1908. Fotografía: Manuel Gómez M.

derivadas del aprendizaje y de la experiencia que se iba teniendo conforme se avanzaba en el tiempo. De esta manera, empezó -por ejemplo- a convertirse en medida casi obligatoria, el recubrimiento de los paramentos; en este sentido se destaca *“Consta que en 1725 el gobernador don Diego de la Haya Fernández mandó levantar de su propio peculio el altozano de la Iglesia de los Ángeles, “de piedra y barro revocado en cal”. En 1726 ordenó empañetar y blanquear el Cabildo, sus portales y la cárcel. El albañil y tres ayudantes indígenas tardaron quince días en realizar el empañetado, en cual ocuparon doce fanegas de cal”* (Fonseca, 1998).

ARQUITECTURA RELIGIOSA

Adicionalmente, la arquitectura mestiza en Costa Rica combinó la tierra de sus paredes, con el uso de la piedra para la creación de zócalos, de esta forma se eliminaba el contacto con el terreno, los problemas de humedad y de pérdida del material por la erosión. Esta tipología híbrida se empleó fundamentalmente en construcciones cuyas dimensiones eran mayores, es por esta razón que hasta la fecha puede encontrarse aplicada en las edificaciones religiosas. Por otra parte, este sistema requirió la utilización de zanjas para realizar los cimientos, los cuales estaban conformados por muros de piedras grandes y otras más pequeñas colocadas de tal forma que la cara más irregular se disponía al interior, sobre ellas se vertía mortero de cal y solían tener una profundidad que oscilaba entre uno y dos metros. Posteriormente sobre la superficie regularizada se colocaban los bloques de adobe a base de hiladas longitudinales; en las aberturas de puertas y ventanas se instalaban dinteles de madera o ladrillo, hasta finalmente, colocar un revoco de cal y arena a manera de acabado y de protección de los paramentos. Ejemplo de este tipo de arquitectura es la que se encuentra en la Iglesia de la Inmaculada Concepción en la ciudad de Heredia (Fig. 40).

Otro de los elementos que evolucionaron con el paso del tiempo fueron las cubiertas, ya que hasta hacía pocos años éstas eran elaboradas con elementos vegetales: caña y hojas de palma principalmente y ya para el siglo XVII los edificios empezaron a cubrirse con tejas, material propio también de la herencia española en el territorio costarricense. En este sentido destaca además que, a pesar de la evolución, las construcciones de tierra que se cubrían con teja fueron en la mayoría de los casos los edificios más importantes de las ciudades, tales como los cabildos, las iglesias y las casas de los mestizos y españoles más adinerados, mientras que en las poblaciones indígenas, las cubiertas continuaron siendo vegetales hasta finales del siglo XVII aproximadamente.

Otro caso representativo de esta tipología lo constituye la Iglesia de Orosi en Cartago, edificada alrededor del año de 1756, es un ejemplo de cómo la arquitectura religiosa cumplía varias funciones: de doctrina, donde estaba además de la iglesia un convento, y de pueblo de visita, para que se alojaran los religiosos de manera esporádica. Este templo está construido en su mayoría con adobe, sin embargo para su cimentación se emplearon pilotes de madera, posee una cubierta de teja sobre estructura de madera y su fachada es de mampostería de piedra con algunas partes en ladrillo, además, todos los paramentos están revocados con cal y hacia el exterior destaca lo austero de su decoración. Asimismo, este complejo tiene un convento elaborado con los mismos materiales que la edificación principal y un pequeño jardín al lado de la iglesia (Fig. 41).

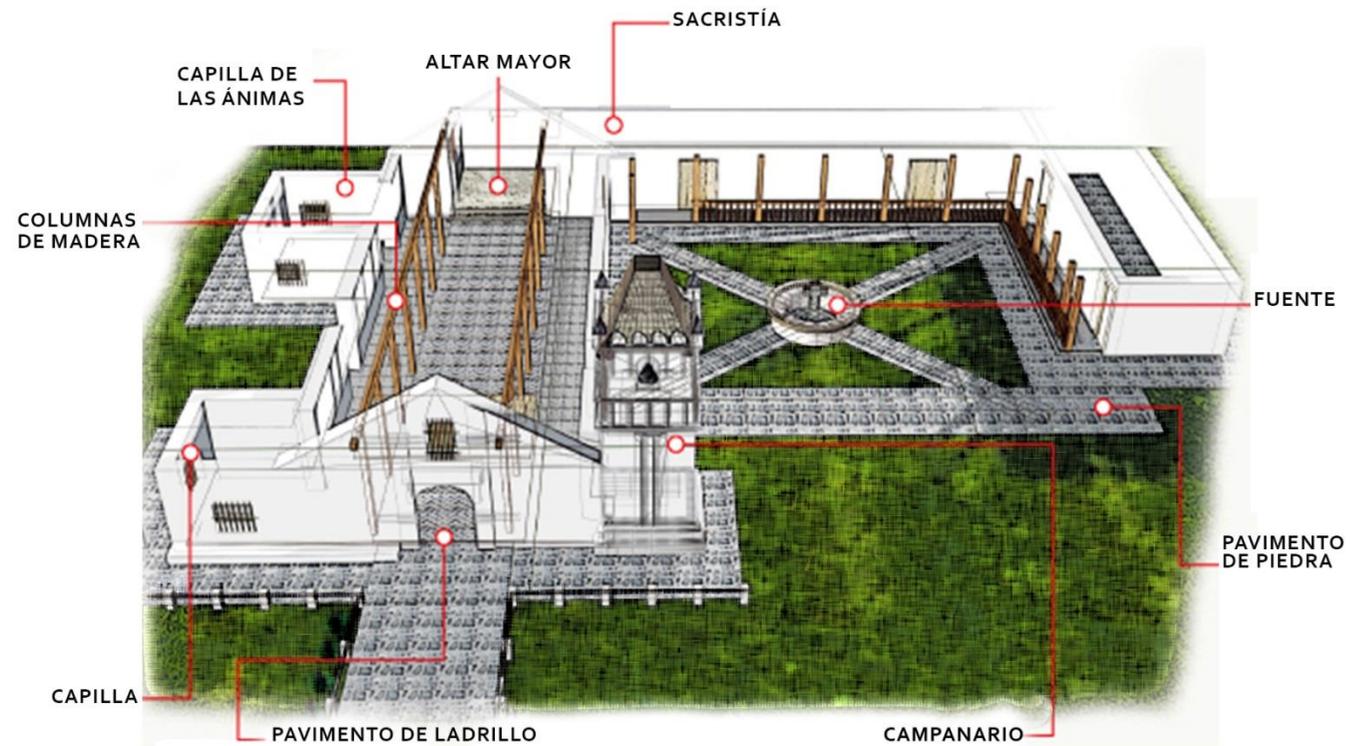


Fig. 41: Distribución del complejo religioso de la Iglesia de Orosi, Cartago, Costa Rica. Fuente: www.aldia.cr

ARQUITECTURA CIVIL

No obstante, además de los edificios de carácter religioso, se desarrollaron numerosas obras de índole administrativo, gubernamental y comercial que incorporaron a su vez, las múltiples variables constructivas mencionadas en cuanto a la utilización de la tierra. Muestra de ello lo constituyeron los cabildos, levantados a partir del siglo XVII como respuesta al deterioro que sufrían la mayoría de estas construcciones. Cumplían funciones importantes en cuanto a la manera de regir el orden público, por ejemplo servían para realización de reuniones de las autoridades locales, se organizaban juntas de vecinos y fueron el primer lugar para la reclusión de los que transgredían las leyes del momento.

En el caso de las ciudades más importantes del país, los cabildos se realizaron invirtiendo los ingresos que percibían por los tributos indígenas. Se dotaron de oficinas para el ayuntamiento, contaduría, sala de armas, oficina para el gobernador y cárcel, todo realizado utilizando como materia prima, el adobe para los muros, las tejas en la cubierta, madera para las carpinterías y la cal para los revocos principalmente. Por otra parte, los asentamientos espontáneos surgidos en el Valle Central no tenían derecho de contar con un cabildo, debido básicamente, a su escasa densidad poblacional y a su ubicación menos estratégica, sin embargo, muchas de estas localidades, se dispusieron a edificarlos siguiendo la misma tipología que los construidos en las zonas urbanas.

Finalmente, es trascendental la difusión que alcanzaron las nuevas formas arquitectónicas y las modernizadas técnicas en la creación del nuevo perfil de las ciudades costarricenses. Las viviendas del período colonial, aunque presentaron diferencias entre las edificadas en suelo urbano y las ubicadas en zonas rurales –tal y como se ha mencionado con anterioridad- conformaron el eje principal sobre el que se asienta a día de hoy, la identidad constructiva del país. Las primeras casas erigidas en las ciudades fueron de adobe o de bahareque, con cubierta de teja, puertas, ventanas y suelo de madera. Como norma general, dichas construcciones solían abarcar en la medida de lo posible, la totalidad de las parcelas, mientras que se colocaron alejadas de las carreteras, hacia el centro o el fondo del solar, en el caso de las viviendas rurales que contaban con terrenos más amplios. Asimismo, en ambas edificaciones, se presentaron características singulares en lo referente a su distribución interior, destacando la existencia de cocinas separadas del conjunto residencial. Además, dichas variables se acentúan en la elección de algunos materiales, tales como en el uso de las tejas y los suelos de madera en las casas de ciudad, que constataban con las cubiertas de paja y los pisos de tierra apisonada de las viviendas rurales.

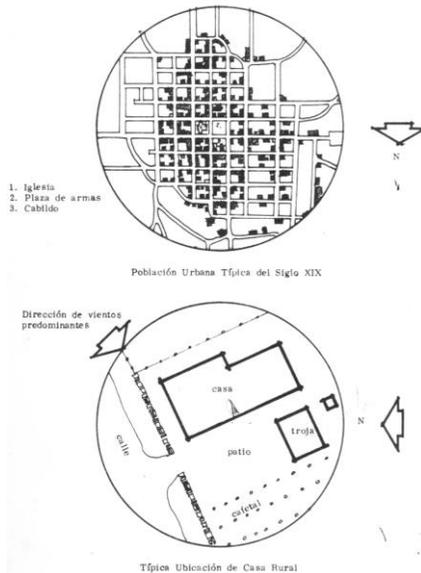


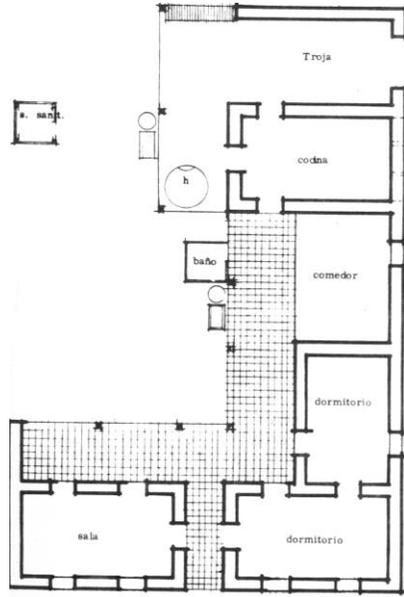
Fig. 42: Esquema urbano típico, Cartago. Costa Rica. Autor: Manuel Moas.

Al respecto de lo mencionado anteriormente se destaca *“las casas consisten en un piso bajo únicamente cuyas paredes están hechas de adobes o de una arcilla que parece tierra que mezclan con césped picado o bagazo de caña de azúcar, haciéndola pisar por bueyes para que estos ingredientes se amalgamen bien... Las puertas, las ventanas y los techos son de cedro y éstos con tejas...”* (Hale, 1825 citado en Moas, 1996).

Asimismo, a principios del siglo XIX, la vivienda urbana se edificó sobre la acera, donde se asentaron sus gruesos y encalados muros, se caracterizaron por su simplicidad en el diseño, una puerta de entrada y algunas ventanas laterales. A finales de este mismo siglo, el adobe fue cediendo terreno al bahareque, ya que poseía más elasticidad y la estructura se mantenía en mejor estado luego de los movimientos sísmicos. Otra de las ventajas que hizo a muchos habitantes decantarse por este sistema, fue que permitía disminuir el espesor de los paramentos verticales y aumentar su altura.

En relación con estas tipologías se menciona lo siguiente *“En los primeros años del siglo XIX se usaba en gran cantidad de construcciones como material esencial, barro endurecido mezclado con ramillas secas, y colocado en cañas cuyas extremidades se clavaban en las vigas del techo. Se asegura que estas paredes de bahareque tienen cierta elasticidad, corren menos peligro de ser derribadas por los temblores. Los techos están cubiertos de toscas y pesadas tejas para la protección contra los fuertes aguaceros... Hasta los tamaños de los diferentes aposentos eran similares en la mayoría de las viviendas. Esto es fácil atribuírselo al frecuentísimo uso de la vara como medida de longitud la cual posiblemente dictó la mayoría de los tamaños de las maderas a pesar de que estas no se aserraban en aserraderos como hoy en día”* (Moritz Wagner, 1856, citado en Moas, 1996).

Por otra parte, casi todos los poblados comenzaron a desarrollar un planeamiento urbano típico de las ciudades más desarrolladas, con una configuración similar: plaza de armas, o plaza mayor al centro, con la iglesia al costado Este de la plaza y el cabildo al Norte o al Sur, donde todas las orientaciones de las calles iban en dirección Norte-Sur y Este-Oeste, formando cuadrantes de 100 varas de lado. Por lo general, las casas de habitación se ubicaban a razón de cuatro por manzana, una en cada esquina, con un acceso principal que conducía generalmente el patio interno. En contraposición a este esquema, en las diferentes zonas rurales no presentaban la fachada principal hacia la calle, o al camino, sino que estaban colocadas en forma perpendicular a ella, separadas por un pretil o muro bajo, hecho de piedras (Fig. 42).



LA CASA URBANA

- | | |
|---------------|--------------|
| 1. ACCESO | 7. TROJA |
| 2. SALA | 8. CORREDOR |
| 3. ZAGUÁN | 9. HORNO |
| 4. DORMITORIO | 10. LAVADERO |
| 5. COMEDOR | 11. LETRINA |
| 6. COCINA | 12. PATIO |

Fig. 43: Esquema casa urbana típica.
Autor: Manuel Gutiérrez.

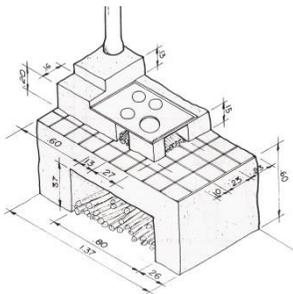
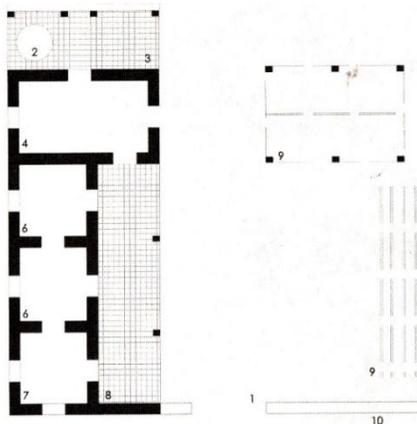


Fig. 44: Cocina típica de casa de adobe.
Autor: Manuel Gutiérrez.

De acuerdo con las condiciones económicas de los propietarios, las viviendas diferían además, en dimensiones y estuvieron equipadas por mobiliario generalmente de madera, incluso en algunos casos, las residencias contaron con oratorio, con puertas y ventanas que continuaron siendo de tablones de madera, ya que para la época, el vidrio era prácticamente inexistente. El interior de la vivienda urbana se caracterizó por la existencia de diversos aposentos para salón y dormitorios, cuyo número dependía además del tamaño y de las condiciones económicas de las familias. Hacia la segunda mitad del siglo XIX, las casas incorporaron además el zaguán, que funcionaba como elemento de circulación que servía a los dormitorios ubicados en ambos costados.

Para esta época, la casa urbana presentó generalmente forma de "L", gracias a su ubicación en una esquina del terreno; con una puerta de acceso que daba hacia la calle principal y que comunicaba al núcleo principal de habitaciones y una lateral que daba hacia la troja o lugar para las bestias. A pesar de que el tamaño de las viviendas varía por obvias razones, se puede deducir que estaban moduladas a razón de cuatro varas; el tamaño de la madera que se obtenía en la época. Además, el orden de los aposentos era siempre el mismo, el primero lo ocupaban como sala de estar y los restantes de dormitorios, éstos tenían todos un tamaño similar y se comunicaban a través de las mismas habitaciones. Igualmente, en las construcciones más antiguas, la cocina estaba separada de la casa por temor a los incendios, no obstante, en las más recientes edificaciones, ésta era colocada al final de la misma (Figs. 43 y 44).

Por otra parte, la casa rural en este mismo período evolucionó con una distribución interior un poco diferente, pues no daba a los moradores la sensación de enclaustramiento que proporcionaba el patio interno, sino que presentaba un desarrollo lineal perpendicular a la línea del camino, extendiéndose a lo largo, según sus necesidades; a su vez también remataba en una troja. Una característica singular fue la presencia de amplios corredores a ambos lados de las habitaciones, con lo cual se conseguía una gran amplitud de aleros, mejorando la calidad de la sombra y favoreciendo el mantenimiento de la vivienda, ya que alejaba de sus muros, la caída de las pluviales. En la casa rural no se incluía el comedor ya que la cocina cumplía esa necesidad y era seguida de un corredor para el horno, la leña y el espacio para lavar la ropa. Las fachadas de las casas presentaron pocas diferencias, mantenían una uniformidad en las proporciones, distribución y volumen. Separada de la casa estaba la troja, una estructura de columnas de madera cubierta de tejas, que fue utilizada para guardar los granos, implementos agrícolas y la carreta; además, la utilizaban como establo.



LA CASA RURAL

- | | |
|-------------------|---------------|
| 1. ACCESO | 6. DORMITORIO |
| 2. HORNO | 7. SALA |
| 3. TRASCORRAL | 8. CORREDOR |
| 4. COCINA-COMEDOR | 9. HUERTO |
| 5. TROJA | 10. CAMINO |

Fig. 45: Esquema casa rural típica.
 Autor: Manuel Gutiérrez.



Fig. 46: Acceso casa rural típica.
 Fotografía: Fernando González.

Entre la casa y la troja había un pequeño solar destinado a secar la ropa y granos y para el cultivo de flores, plantas medicinales u otras siembras de productos cotidianos (Figs. 45 y 46).

En términos generales, la arquitectura costarricense de la colonia, siguió los mismos lineamientos que los encontrados en el resto del continente americano, no obstante contó con algunas características que la particularizaron, derivando en lo que puede llamarse arquitectura mestiza. Se construyó un tipo de edificación austera, de tierra, de adobe, de bahareque, de entramados y teja, apegada a la concepción de una ciudad nueva regida por pocos pero claros lineamientos urbanísticos, sin antejardines pero con amplios corredores y con esquemas de patios internos en la medida de lo posible. Este tipo de construcciones conforman la identidad de sus habitantes, extendida a lo largo y ancho del territorio colonizando campo y ciudad, una tradición constructiva que se mantiene agónicamente a día de hoy, a manera conmemorativa más que funcional mayoritariamente.

Los antepasados centroamericanos fueron conscientes de los riesgos sísmicos que conllevaban las construcciones de tierra y tomaron algunas precauciones, como la realización de muros bien cimentados vinculados con sus techumbres, la incorporación de paramentos gruesos, creación de mínimas aberturas de vanos, construcción de edificaciones en un solo nivel, incorporación de soportes de madera con relleno de tierra y mantenimiento permanente en la medida de lo posible, entre otros. Lamentablemente, estas buenas prácticas se han ido olvidando, lo que ha tenido como consecuencia importantes inconvenientes en la conservación de este patrimonio.

Ante un patrimonio tan vasto como el estudiado, son trascendentales los adelantos científicos y tecnológicos que permiten la preservación de esta arquitectura patrimonial, demostrando que existen soluciones absolutamente factibles y seguras, incluso en un territorio de alta sismicidad como el costarricense, de esta manera se implementaría la cultura de la restauración más que la de sustitución, contribuyendo al mismo tiempo, a que esta identidad perviva en la memoria de los habitantes y también en la conformación de sus perfiles urbanos.



07 ARQUITECTURA DE ADOBE Y BAHAREQUE



Fig. 47: Mapa geográfico de Costa Rica donde destacan las regiones donde se construyó con adobe. Fuente: www.ict.go.cr

A pesar de que existen alrededor del mundo más de una decena de tipologías de construcción con tierra, en la región centroamericana y más específicamente en el territorio costarricense, se desarrollaron básicamente dos técnicas con este material: la construcción con adobe y con bahareque. Ambos sistemas tuvieron una amplia difusión en el país y -tal y como se ha mencionado en capítulos anteriores- fueron los responsables de la creación de la imagen urbana y rural gracias a que permitieron levantar edificaciones tanto de tipo residencial, como institucionales, religiosas y comunales.

EL ADOBE

En Costa Rica el adobe comenzó a utilizarse después de la llegada de los españoles, no obstante tuvo su apogeo durante los siglos XVIII y XIX, desarrollándose principalmente en el Valle Central y el Pacífico Norte, como consecuencia de diversos factores, entre los que destaca la influencia que tuvo la conquista en estas regiones, la desestructuración de las sociedades aborígenes y la relativa estabilidad climatológica en cuanto a precipitaciones más moderadas. Asimismo, el Pacífico Sur, las Llanuras del Norte y la costa atlántica del país, fueron regiones que para la misma época se encontraron prácticamente deshabitadas (Fig. 47).

El proceso para realizar los adobes era laborioso y requería de tiempo suficiente para llevar a cabo cada una de las etapas hasta la puesta en obra del material, los bloques se elaboraban colocando el barro humedecido (hasta un estado plástico) en moldes de madera, posteriormente, pasados unos días y una vez contraídos por el secado, la etapa siguiente consistía en retirar los moldes y dejar secar los bloques al aire libre entre quince días y un mes sin la acción directa del sol. No obstante, para la ejecución de los adobes, la mezcla debía cumplir características específicas para alcanzar y mantener sus propiedades físicas y mecánicas, por ejemplo, la tierra a utilizar para la elaboración de los bloques debía ser arcillosa y pasar por un procedimiento muchas veces lento, en el cual se le añadían otros materiales como fibras vegetales, cal, agua y algunas veces arena. Dicho proceso de agregar otros productos a la tierra como principal materia prima, encuentra variables dependiendo del país, sin embargo pueden enmarcarse básicamente en material vegetal, aunque en Costa Rica, los añadidos son particulares tal y como se verá a continuación.



Fig. 48: Proceso de realización de la mezcla de tierra y agregados. Fuente: habitatydesarrollo.wordpress.com



Fig. 49: Bloque recién desmoldado. Fuente: www.siacotchile2013.cl

Con respecto a la composición de esta mezcla, es interesante destacar lo que manifestaron algunos de los propios constructores de las viviendas tradicionales *“hacíamos una paila en la tierra por lo menos de un metro y medio de hondo y unos seis metros de diámetro... después se llenaba hasta la mitad de agua; recogíamos boñiga verde... y se le echaba veinte latas de boñiga... cortábamos zacate y lo picábamos bien, se le agregaban seis sacos de zacate picado, se le agregaba media cajuela de cal y veinte latas de tierra colorada desmoronada... después se tapaba por cuatro días. A los cuatro días se buscaban unas paletas largas de madera para revolver y la masa hervía de la fermentación... se metían 3 o 4 hombres dentro, cada uno con 2 palos como bastones a revolver, traían más tierra desmenuzada y se la echaban ahí para que le diera el punto”* (Zárate, 1995, citado en González, 1997).

Se enfatiza de este particular procedimiento, la cantidad de productos con los que se buscaba el estado óptimo de la mezcla, cuya composición dista mucho de lo que suele pensarse para la elaboración de los bloques de adobe, incluso es interesante el detalle que se tenía en cuanto a los tiempos de reposo del material, el cuidado de su fermentación y la forma de manipulación hasta conseguir el estado adecuado para su manipulación (Fig. 48).

Otra práctica fundamental era la elaboración de los adobes, ya que la mezcla debía ser uniforme en textura y composición para prevenir que durante el secado se produjeran fisuraciones o contracciones diferentes en un mismo elemento o entre ellos, además que dichas diferencias a su vez conllevaban propiedades distintas en el comportamiento de los bloques. La mezcla era vertida en moldes de madera limpios y humedecidos, los cuales en algunas ocasiones también estaban recubiertos con arena para facilitar el desmoldarse posteriormente. La superficie superior del bloque se afinaba con una especie de paleta de madera y se eliminaba el excedente de material; posteriormente, se tapaban los moldes con hojas, cuidando que por las mañanas se retiraran para permitir la aireación y por la tarde se volvían a cubrir. Este procedimiento se hacía de esta manera para evitar que en caso de lluvia, los adobes se mojaran y absorbieran agua. Finalmente, tras 4 días de realizar este proceso, eran desmoldados y se estibaban en un lugar cubierto (Fig. 49).

Los adobes a su vez se sometían a una revisión antes de su colocación en obra, según lo corroboran los relatos de campesinos *“Cuando ese adobe estaba seco, había un bolillo grueso de madera para golpearlos y probar si estaban bien templados. En algunos la mezcla no estaba bien compactada, entonces se reventaban; los despedazaban y los volvían a echar en la paila otra vuelta porque no estaban bien procesados”* (Zárate, 1995, citado en González, 1997).

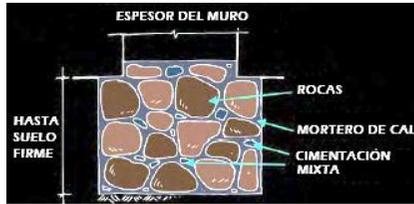


Fig. 50: Descripción de cimiento típico de vivienda. Autor: Manuel Moas Madrigal.



Fig. 51: Detalle de cimiento en vivienda. Escazú, San José. Costa Rica. Fotografía: Fernando González.



Fig. 52: Detalle de cimiento en vivienda. Escazú, San José. Costa Rica. Fotografía: Fernando González.

Por otra parte, el tamaño de los adobes era otra de las características importantes del sistema, éstos solían tener dimensiones variables, en la mayor parte de los casos, que respondían a la tradición, a los criterios constructivos y muchas veces a temas prácticos, de manera que es factible encontrar a día de hoy, variaciones entre los 0.30m y los 0.40 m de longitud, 0.15 m y 0.20 m de anchura y entre 0.07 m y 0.10 m de altura. Sin embargo, en algunas investigaciones se estima que pudieron seguir una proporción aproximada de 1: ½: ¼ para la longitud, la anchura y la altura respectivamente. Además, pueden encontrarse referencias históricas al tamaño de los bloques “... Luego hacen ladrillos de dos pies de largo por unas doce pulgadas de ancho y cuatro o cinco de grueso, que ponen a secarse al sol y duran setenta u ochenta años cuando están bien hechos...” (Hale, 1825, citado en Moas, 1996). Esto indica que existieron diversos tamaños según cada constructor o zona, no obstante se procuró en todos los casos, que sus dimensiones no se excedieran demasiado impidiendo la fácil manipulación de los elementos.

La puesta en obra del adobe consistía en un proceso arduo y detallado que iniciaba con la cimentación, esta constaba de vigas corridas conformando un entramado bajo los muros perimetrales del inmueble. Generalmente su espesor dependía de la altura de las viviendas o de la profundidad del suelo firme y solían tener forma prismática al igual que el muro, pero recredido. Toda la cimentación se elaboraba por medio de piedras angulosas —en muchos casos de origen volcánico- o cantos rodados procedentes de ríos, aunque en la mayoría de los casos, se contaba con una combinación de ambos tipos ya que mejoraba la traba entre los elementos y dejaba menos espacios vacíos. Finalmente, estas vigas que conformaban la cimentación se rellenaban con morteros de cal o materiales arenosos (Figs. 50 a 52).

No obstante, la cimentación con piedras no fue una práctica habitual en la totalidad de las construcciones de adobe, por el contrario, existió otro tipo de técnica que fue adoptada en el caso de edificaciones más pequeñas o de propietarios pertenecientes a las clases sociales menos poderosas. Para estas obras se realizaba un vaciado del terreno cuya profundidad coincidía con la altura de un bloque de tierra, se colocaba el primer adobe de manera que su cara superior coincidiera con el nivel del terreno y sobre éste, se iniciaba la construcción de los muros perimetrales. Dicha información se constata en la siguiente referencia:

“A la hora de comenzar a construir se trazaba un cuadrado supongamos de 10 por 20 metros, con 4 estacas en las esquinas y se ponían cuerdas de cabuya. Entonces se hacía un zanja del hondo del adobe. El primer adobe quedaba a ras de suelo y ahí seguían para arriba poniéndolos entrecruzados” (Zárate, 1995 citado en González, 1997).

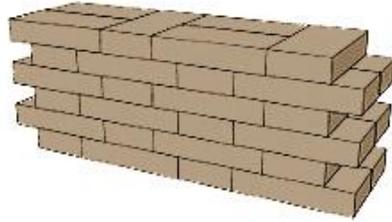


Fig. 53: Aparejo a tizón y a soga. Fuente: Diccionario Visual de Términos Arquitectónicos.

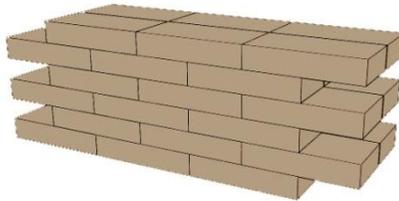


Fig. 54: Aparejo a soga. Fuente: Diccionario Visual de Términos Arquitectónicos.

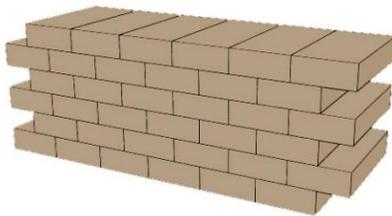


Fig. 55: Aparejo a tizón. Fuente: Diccionario Visual de Términos Arquitectónicos.

Una vez finalizada la cimentación, se procedía a la realización de los muros, para lo cual, los adobes se mojaban previamente en una mezcla de barro y agua que hacía las funciones de mortero y se iban colocando entrelazados. En este sentido se pueden encontrar diversos tipos de aparejo, siendo el más común el aparejo a tizón y a soga donde se alternaban las piezas, lado largo-lado corto, en una misma hilada. Con este tipo de colocación, se obtenían muros de 0.20 m de anchura aproximadamente (Fig. 53).

Otro de los aparejos utilizados en la construcción de los muros de adobe era el aparejo a soga, en el cual se colocaban las piezas de manera que el lado más largo fuese paralelo a la pared (Fig. 54). Con este tipo de distribución se obtenían muros de un ancho similar al anterior, pero requería mayor cantidad de bloques, ya que para cada hilada se disponía de una hoja al interior y otra exterior. Asimismo, se elaboraron además paredes con aparejo a tizón, en el cual se colocaban los bloques de forma que su lado largo fuese perpendicular al muro. Este tipo de colocación requirió de mayor cantidad de adobes y posiblemente es por esta razón, que es el aparejo menos común de los que se utilizaran en general (Fig. 55).

Normalmente, los muros de adobe no exhibieron aberturas considerables ni mucho menos cuantiosas, ya que se consideraba que se vulneraba su estabilidad; por el contrario, las paredes eran grandes bloques de tierra que una vez terminadas se enlucían, no obstante cuando era necesaria la apertura de algún vano, ya fuese de ventana o de puerta, se reforzaban los paramentos con la colocación de dinteles de madera empotrados en el muro. Dependiendo del ancho del tabique, dichos dinteles se conformaban de 1 o 2 piezas de madera que una vez fijadas en su sitio, daban paso la instalación de la marquería con elementos de menor dimensión. Para la colocación de esta carpintería, las piezas tenían incorporados unos fragmentos con forma de cuña que se insertaban en los laterales del muro. Por último, se colocaban 2 contraventanas y una reja o una puerta de madera sólida, según el destino del buque, ya que como se destacó anteriormente, el uso del vidrio para las ventanas es de época muy posterior. A continuación, se describe el sistema de carpinterías utilizadas:

“Las puertas de las mejores casas están ornamentadas con una estría hecha por medio de un escoplo, porque carecen de cepillos de bocel. La puerta del pobre es de una estructura más humilde y original. Consiste en un tablón sencillo de dos pulgadas de espesor que tiene una pulgada y media más de ancho que el buque de la puerta. Esta parte sobrante es redonda... y gira en unas espigas que hacen las veces de bisagras. Las ventanas son... una reja de barrotes torneados colocada en un marco con una, dos o tres hileras de travesaños” (Hale, 1825, citado en Moas, 1996).

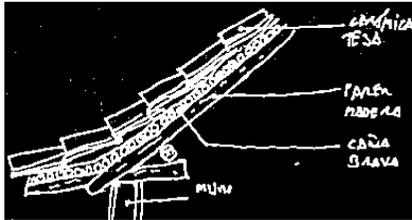


Fig. 56: Esquema de la composición de la cubierta.



Fig. 57: Detalle de cubierta de teja, Casona Santa Rosa, Guanacaste. Costa Rica. Fotografía: Silvia Aguilar.

Otro tema importante en la construcción con adobe, era el refuerzo de las esquinas de los muros y su encuentro con la estructura de la cubierta, ya que éstos eran los puntos que solían presentar mayor cantidad de patologías derivadas de la mala ejecución constructiva, la falta de traba de las paredes, deformaciones y fisuras por movimientos de la estructura, que más adelante con la implementación de tejas para la cubrición de los edificios, añade otra variable que a nivel de ejecución y diseño constructivo acarreo nuevas limitaciones.

Para reforzar las esquinas que se consideraban más débiles en las estructuras de adobe, se recurrió a colocar a plomo, unas piezas de madera a manera de columnas embebidas en el suelo sobre las que se instalaron piezas transversales que hacían las funciones de zuncho, dichos elementos debían ser los que repartieran las cargas de la cubierta e impidieran que apoyos puntuales recayeran sobre las paredes. Esta solución fue muy utilizada a lo largo y ancho del país, ya que además de eliminar las patologías derivadas de la concentración de cargas importantes, no afectaba la imagen del edificio al exterior, al instalar las piezas de madera en la parte interna de los aposentos. Al respecto se destaca *“En las esquinas se ponían 2 horcones grandes de guachipelín o roble labrado a pura hacha, que se enterraban hasta dos metros de hondo, bien rectecitos. Después, arriba montaban lo que le decían la “vigüeta cuadrada”, hacían un cabacote a las piezas y metían un pin de madera de “coquito” o de “murta”, maderas macizas especiales para eso”* (Zárate, 1995, citado en González, 1997).

Una vez realizadas las paredes e instalada la estructura perimetral para soportar la cubierta, se procedía a la ejecución de esta última, que a pesar de presentar distintas variables en su forma, a nivel general mostraba un predominio de elementos de madera rolliza o aserrada. Para la realización de las cerchas se instalaban los tirantes, inmediatamente después se colocaban los pares y la viga de cumbre; a continuación sobre éstos se situaban las correas y rastreles o también llamadas *“alfajillas”* y luego, un entramado de cañas atadas entre sí por fibras vegetales que finalmente, servirían de lienzo a la instalación de las tejas que se mantenían en su sitio por su propio peso y por el ángulo de inclinación de las pendientes, ya que no contaron con ningún elemento de fijación (Figs. 56 y 57).

Por otra parte, es importante recordar que el adobe al ser un material de construcción de bajo coste y de fácil accesibilidad fue elaborado localmente por los mismos propietarios de los terrenos, es por esto que la mayor parte de las edificaciones que podemos encontrar a día de hoy, son generalmente autoconstruidas.



Fig. 58: Casona en Guanacaste, principios del siglo XX. Ejemplo de casa rural. Fotografía propiedad del Museo Juan Santamaría, Alajuela. Costa Rica.



Fig. 59: Ejemplo de casa urbana, San Joaquín de Flores, Heredia. Costa Rica. Fotografía: Tribu Global.



Fig. 60: Vivienda de adobe, Desamparados, Alajuela. Costa Rica. Fotografía: Juan Sibaja.

Asimismo, la disposición interna de las edificaciones corrió por cuenta de los propietarios, aunque se pueden encontrar disposiciones generales difundidas localmente, por ejemplo, la distribución de las plantas en las viviendas. Por lo general, la dimensión a lo ancho comprendía un dormitorio y un corredor paralelo a éste, que en las zonas urbanas era el elemento distribuidor de los espacios, ya que las áreas habitables volcaban los vanos de puertas y ventanas, hacia él y en el área rural, se orientaban más hacia el espacio colindante con las propiedades vecinas (Figs. 58 y 59).

Finalmente, para dar acabado a las construcciones, el adobe se enlucía con una especie de mortero que tuvo diversas preparaciones, pero que básicamente consistía en una mezcla de barro y paja que diera un acabado fino a los muros y que recubriese por completo los bloques; una vez colocada esta pasta, se procedía a encalar las paredes. Este proceso cumplía las labores de conservación, ya que protegía los adobes de la intemperie impidiendo su pronta degradación por agentes atmosféricos, además dotaba a los edificios de un acabado pulcro que beneficiaba la imagen de las ciudades y al mismo tiempo, tenía funciones higiénicas, ya que impedía que los insectos se adentraran en las paredes y desencadenaran enfermedades.

El color fue otro aspecto que se generalizó a lo largo y ancho del territorio costarricense, con predominio del blanco para viviendas y edificios públicos, principalmente, aunque en el caso de las primeras, se combinó con el azul para el zócalo, por motivos sobre todo prácticos, ya que se consideró que a nivel de imagen, los colores claros se ensuciaban rápidamente en épocas de lluvia y afeaban el aspecto de las edificaciones (Fig. 60). No obstante, a pesar de que se utilizaban éstos pigmentos mayoritariamente, también se presentaron variables como el tono rosa *“la pintura de antes era la cal, todos los años se encalaban las casas. Hacían una con añilina azul y otra rosada con semilla de aguacate, además de la blanca. Se le añadía agua de tuna o de cabuya para que pegara. Traían la tuna y la hacían picadillo y así que soltaba bastante baba, echaban esa agua en la cal y la batían para pintar”* (Zárate, 1995, citado en González, 1997).

Por último, es importante mencionar el confort térmico que ofrecen este tipo de construcciones, resultado de una serie de factores cuyo eje principal está en las propiedades del adobe como material de construcción, permitiendo conservar naturalmente temperaturas frescas en los días calurosos y protección al frío y la humedad para temporadas de lluvia.



Fig. 61: Casona de adobe, Escazú, San José. Costa Rica. Fotografía: Fernando González.

Con respecto a este último tema, el cambio de temperatura que se da entre la parte externa y la interna de una construcción de adobe corresponde a un diferencial térmico producido por el almacenar y transferir la temperatura ambiental. La energía solar incidente sobre el exterior de una pared de adobe es devuelta al ambiente en un determinado porcentaje mientras otra es absorbida por el material transmitiéndose al interior de la edificación. Igualmente, este mismo efecto se presenta durante la noche donde el frío exterior empieza por ser absorbido por la cara externa del muro y se desplaza lentamente hacia el interior. Un ejemplo de dicho gradiente térmico se describe a continuación:

“...dentro de una casa de adobe en Nicoya durante una calurosa tarde de abril podemos sentir frescor, y, asimismo, en una fría noche de diciembre en una casa de adobe en San Gerardo de Dota logramos sentir calidez” (Céspedes, 2006).

Finalmente, es necesario recalcar que las edificaciones de adobe fueron evolucionando en cuanto a mejoras constructivas con el objetivo de hacer frente a las patologías que más las afectaban. Es así como aparecen posteriormente, elementos como las canalizaciones para las aguas pluviales, realizadas en piedra de río (Fig. 48). Dichos componentes se ubicaron al lado de los corredores perimetrales y constaban de 2 hileras paralelas, cuya ejecución se realizaba por etapas. La primera consistió en confeccionar una especie de acera en piedra bola, colocando los cantos de una manera homogénea sobre el terreno inmediato a los muros, la dimensión de dicho elemento oscilaba entre los 0.50 m y los 0.80 m aproximadamente. Una vez finalizada esta primera hilera, se procedía a realizar un canal intermedio, vaciando el terreno a una profundidad de 0.10 m y 0.30 m de ancho. Posteriormente se ejecutaba la segunda hilera, cuya dimensión sería de unos 0.30m (Fig. 61).

La incorporación de estas canalizaciones, al tiempo que alejaban el agua de las paredes, contribuía a la filtración de la misma. Además, constituye un sistema muy difundido sobre todo en las edificaciones del Valle Central, donde el efecto de la humedad solía ser uno de los principales focos de problemas constructivos. Asimismo, la incorporación de esta mejora tipológica, favoreció el mantenimiento de los inmuebles, conservando por mayor tiempo y en mejor estado, el encalado de los paramentos y por consiguiente, todos los beneficios que éste aportaba a los muros.

EL BAHAREQUE



Fig. 62: Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia. Costa Rica.



Fig. 63: Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia. Costa Rica.

Tal y como se ha analizado anteriormente, en los diferentes poblados aborígenes de Costa Rica, buena parte de las construcciones correspondieron con un esquema de palenques o cabañas de forma cónica, con una estructura principal constituida por un entramado y una cubierta de tejidos y hojas. A su vez, las principales construcciones dedicadas a los personajes más importantes como los caciques o destinados a centros ceremoniales, fueron levantadas sobre mesetas de tierra y piedras lo que les proporcionó la imagen de jerarquía dentro de los poblados. Asimismo, existieron claras manifestaciones de arquitectura en piedra y adobe, no obstante, según lo han determinado múltiples investigaciones, antes de la llegada de los españoles, dichas manifestaciones constructivas se complementaron con la puesta en obra de la técnica del bahareque (Fig. 62).

Constructivamente, es posible identificar una serie de diferencias con otro tipo de obras realizadas utilizando la tierra como materia prima. Dichas divergencias se encuentran, fundamentalmente, en la utilización de algunos materiales de refuerzo en la estructura de las paredes y la disposición, constitución y comportamiento de los muros. Además, dependiendo del contexto histórico-social dentro del cual se desarrolla la edificación es posible comprender otras variables de esta técnica, por ejemplo, en Argentina, tierra ganadera, se dio la utilización del cuero de animal como elemento de atado de la estructura portante, mientras que en Venezuela, por su ubicación geográfica, la variable la constituyó el uso del coco como fibra adherida a la mezcla de relleno.

Técnicamente, el bahareque se puede definir como una estructura de madera, caña o bambú, con un relleno de tierra mezclada con fibras vegetales. Incluso, algunos investigadores lo determinan como *“armazón de madera o cañas, colocadas generalmente, ya sea horizontal-vertical o diagonal-diagonal formando una estructura independiente. Es decir, el barro no adquiere más fortaleza, que la de soportar su propio peso”* (Bolaños, 2000). En términos generales, el bahareque consta de una estructura primaria, generalmente de madera, que se levanta sobre un basamento de piedra. Esta estructura se completa con la instalación de un entramado de caña que – posteriormente- se rellena con una mezcla de tierra arcillosa y fibras vegetales secas (Fig. 63). Constituye un sistema con una mayor resistencia a los movimientos sísmicos, al mismo tiempo que permite la construcción de las paredes por etapas y facilita el crecimiento de los edificios, ya que por su flexibilidad constructiva es factible adosar tabiques posteriores a la construcción de las paredes y la eliminación de tramos existentes si fuese necesario.



Fig. 64: Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia. Costa Rica.

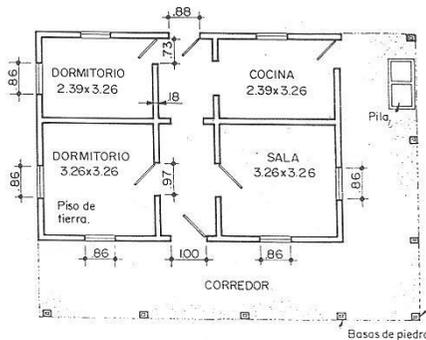


Fig. 65: Vivienda de bahareque. Santa Bárbara, Heredia. Costa Rica. Fuente: Manuel Moas Madrigal.

Aproximadamente a mediados del siglo XIX, en el Valle Central se dio un auge hacia la construcción en bahareque gracias a las múltiples ventajas que éste ofrecía, entre las que estuvieron la disminución del espesor de las paredes, la posibilidad de crecer en altura y la mayor resistencia ante movimientos telúricos, lo que hizo factible el desarrollo de nuevos tipos de edificios y la implementación de distintos estilos arquitectónicos cuya influencia provenía de otras ciudades centroamericanas artísticamente más desarrolladas. Además, permitía dotar a las construcciones de un acabado más uniforme, por lo que se aplicó casi de inmediato en las viviendas (Fig. 64).

No obstante, el desarrollo de las edificaciones de adobe no se detuvo con el resurgir del bahareque, sino por el contrario, se vio en éste último una técnica que permitía establecer incluso un sistema de simbiosis, ya que al ser versátil, realizaron adaptaciones donde se vinculaban ambas técnicas en un mismo edificio. Asimismo, el desarrollo obtenido con el uso del adobe benefició las obras levantadas con bahareque, ya que los avances alcanzados con el intercambio cultural y el perfeccionamiento en materia de acabados, hizo que la arquitectura mestiza repuntara en las ciudades, tanto en tamaño como en calidad. Este hecho se constata en lo aplomado y el acabado de las paredes, la exactitud en las dimensiones y en el trazado de planta, buques de puertas y ventanas. Por ejemplo, las viviendas de bahareque se beneficiaron también del uso de las tejas, los pisos de baldosas de barro y de una mejorada técnica en la carpintería de puertas y ventanas de madera, incluso de elementos como columnas torneadas y aleros con calados. Tampoco presentaron diferencia en cuanto a la morfología de las casas, ya que emplearon el mismo tipo de distribución en planta que las viviendas de adobe: un pasillo central con habitaciones a ambos lados o un patio central y habitaciones perimetrales (Fig. 65).

El proceso de construcción con bahareque fue un poco más complejo que la puesta en obra del adobe, no obstante pudo resultar menos laborioso o incluso más rápido, al prescindir del uso de moldes y del tiempo que conlleva el secado de los bloques hasta que finalmente eran aptos para su utilización.

El primer paso lo constituía la realización de los cimientos. Para esto se delimitaba el tamaño de la edificación y se efectuaba un trazado sobre el terreno por medio de la colocación de piezas de madera a manera de “guías” en las esquinas y por medio de cuerdas se demarcaba el perímetro. Seguidamente se preparaban zanjas de 0.30m de profundidad por 0.25m o 0.30m de ancho aproximadamente, dependiendo de la firmeza del terreno y de la envergadura de la obra, previendo que siempre fuesen más anchas que el muro en al menos 0.075m.

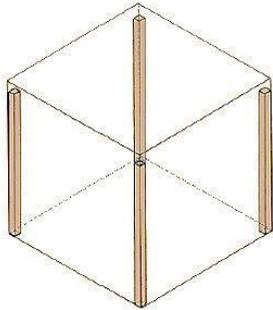


Fig. 66: Esquema estructura primaria. Fuente: CRATerre, 2002.

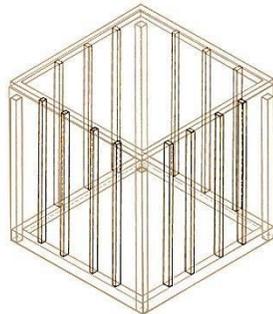


Fig. 67: Esquema estructura secundaria. Fuente: CRATerre, 2002.

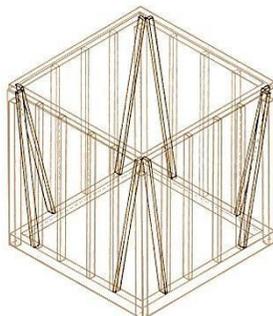


Fig. 68: Esquema colocación de refuerzos diagonales. Fuente: CRATerre, 2002.

Sobre estas zanjias a manera de vigas perimetrales, se colocaban las piedras. Esta fase, al igual que en las edificaciones de adobe, contó con la combinación de dos tipos de rocas: las angulosas de procedencia volcánica y los cantos rodados de río. La mezcla de ambas, facilitaba la traba de los elementos y disminuía los espacios vacíos dentro de la cimentación. Posteriormente, se completaba la fundación con el vertido de un mortero de cal.

Algunas veces antes del relleno de mortero, se colocaban las columnas de madera principales –básicamente las que conformaban los vértices de la casa- de manera que una vez realizado el relleno, los arranques de la estructura quedaban embebidos en la mezcla y después del fraguado, conformaban un único sistema. Esta solución no siempre resultó la más adecuada, ya que en muchas ocasiones trajo consigo patologías importantes debidas a la falta de aireación y la humedad, que combinadas hicieron a la madera, vulnerable al ataque de xilófagos que al destruir su sección resistente, acarrearón el colapso de las estructuras.

En el caso de que se realizaran los cimientos de forma independiente, una vez fraguados, se procedía a la ejecución de la estructura primaria de los muros (Fig. 66). Para esto se elegían maderas resistentes como el “guachipelín” y el “madero negro” con una sección de entre los 0.10 m y los 0.20 m si era aserrada, aunque también se colocaron maderas rollizas, sobre todo en las construcciones rurales. Dichas columnas se fijaban a la base por medio de clavos y se colocaban tantos elementos verticales como fuese requerido, aunque podría decirse que la distancia habitual entre ellos osciló de los 0.80 m y 1.00 m aproximadamente, sin embargo este distanciamiento se establecía al dividir la longitud total de las paredes en tramos iguales, bajo un claro criterio de modulación (Fig. 67).

El siguiente paso consistió en la colocación de los refuerzos diagonales, los cuales se ubicaron en los tramos correspondientes a las esquinas e inmediatamente a los lados de los buques de puertas y ventanas. Estos refuerzos se hacían con madera del mismo tipo que la estructura primaria, aunque de menor dimensión. La instalación de estas piezas contribuía a la estabilidad de la estructura, facilitando el trabajo conjunto de ésta ante movimientos sísmicos y favoreciendo la transmisión equilibrada de las cargas (Fig. 68). Para finalizar la instalación de la estructura de madera, el paso siguiente fue la coronación de todo el sistema por medio de la colocación de una pieza a manera de zuncho perimetral. La fijación de este elemento se realizaba por medio de clavos y la sección más comúnmente utilizada era la de 0.20 m X 0.20 m aproximadamente, aunque -al igual que con las columnas principales- también se utilizó madera rolliza en algunas regiones del país.

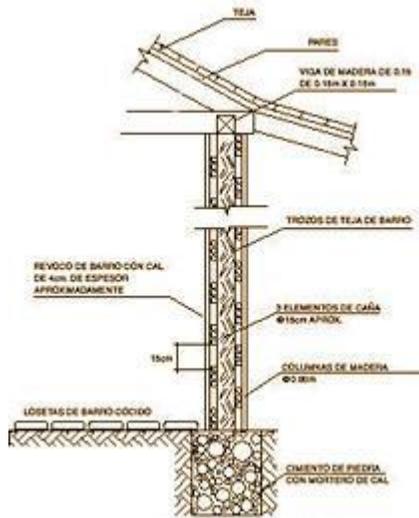


Fig. 69: Sección constructiva vivienda de bahareque Santa Bárbara, Heredia, Costa Rica.



Fig. 70: Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia, Costa Rica.

A continuación, se realizaba la estructura de la cubierta. Para ello se definía previamente la forma de ésta a 2 o 4 aguas, sin embargo lo más común fue la presencia de techos a 2 vertientes, posiblemente por economía, ya que presentaron menos demanda de material. Además, en las zonas urbanas ofrecía menos inconvenientes ya que al tener propiedades colindantes permitía la evacuación de pluviales hacia el frente y el fondo de la propiedad. Para la ejecución de la techumbre se optó igualmente por la madera (rolliza o aserrada) en secciones similares a la de la estructura primaria de los muros. Se realizaron cerchas para todo tipo de edificaciones ya fuese las de mayor dimensión o para las residenciales, ya que, tal y como se mencionó anteriormente, para finales del siglo XIX, se abandona la cubrición con paja y se implementa el uso de la teja. Dichas cerchas se colocaban con una distancia aproximada de entre 1.00m y 1.50m y manejaron pendientes cercanas al de 30% para facilitar la correcta y rápida evacuación de las pluviales, evitando el estancamiento y posterior filtración (Fig. 69).

El proceso de realización de las cerchas, fue exactamente el mismo que en las edificaciones de adobe: una vez instalados los tirantes, se procedía con los pares y la viga de cumbrera, sobre estos elementos se situaban las correas y finalmente, un entramado de cañas que precedía la colocación de las tejas que tampoco fueron fijadas mediante ningún mecanismo y que se instalaron una vez terminados los muros.

El siguiente paso consistió en la realización del entramado de caña de las paredes, para ello se hacían conjuntos de 3 elementos separados aproximadamente 0.15 m del siguiente conjunto (Fig. 70). Antiguamente se utilizaron también piezas de madera de 0.025 m x 0.05 m, aunque se pueden encontrar adaptaciones con bambú en sección completa o en fragmentos de media sección. Un detalle a mencionar es que los constructores solían cortar las cañas “en menguante o creciente y no debía estar tierna” ya que se consideraba que era menos propensa al ataque de insectos. Una vez seleccionada, la almacenaban en lugares secos. La denominada “caña india” por su delgadez fue utilizada solamente para tramos de pared más pequeños, por suponerse que no contaba con la resistencia requerida. Tal y como se mencionó anteriormente, la realización de estos entramados siguió un procedimiento importante que se describe a continuación:

“... se debían intercalar las cabezas y las puntas de las cañas de manera que no queden juntas. La estructura de caña se coloca horizontalmente a ambos lados de la estructura de madera, empezando de abajo hacia arriba hasta la viga. Las cañas a ambos lados de la pared no deben ir en la misma línea, sino intercaladas...” (Moas, 1998).

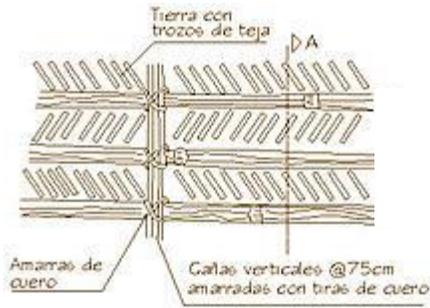


Fig. 71: Detalle muro de bahareque.
Fuente: Planos Restauración Antigua Escuela Moya, Heredia. Costa Rica.

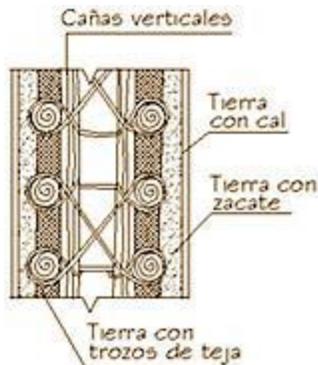


Fig. 72: Detalle muro de bahareque.
Fuente: Planos Restauración Antigua Escuela Moya, Heredia. Costa Rica.



Fig. 73: Muro de bahareque vivienda.
Heredia. Costa Rica.

La preparación del barro era uno de los procedimientos más importantes en la técnica del bahareque. El proceso empleaba un 40% de tierra orgánica –definida como aquella que se compone sólo de materia vegetal, libre de químicos y que al menos en los últimos 3 años no ha sido cultivada- y un 60% de tierra arcillosa. Se hacía en el sitio una fosa de hasta 0.90m de profundidad y de 6m x 4m de longitud; en ella, se vertían ambas cantidades de tierra. Seguidamente, se mezclaban y se procedía a mojarlas bien con agua limpia.

Una vez estuviese la mezcla en un estado plástico, se batía con los pies al menos durante una hora en un procedimiento que era repetido diariamente durante 6 semanas, hasta que la mezcla adquiriera un aspecto viscoso. Además, para conseguir dicho estado, en algunas ocasiones se solía añadir alguna cantidad de estiércol. Este proceso de descomposición del barro buscaba homogeneizar las partículas del mismo para que adquirieran condiciones óptimas de adherencia, facilitando su posterior puesta en obra. Asimismo, se cuidaba que el foso con el material estuviese siempre cubierto, de manera que se evitaran filtraciones de agua de lluvia que alteraran las condiciones requeridas.

El día estimado para el llenado de las paredes, el barro se volvía a mezclar con los pies y se le agregaban fibras vegetales como el césped seco en trozos, hojas de pino o de ciprés o el bagazo (corteza) de la caña de azúcar, de forma tal que la mezcla tuviese mejor constitución. Además, a la estructura primaria de madera se le colocaban algunos clavos -curvados ligeramente- para evitar el deslizamiento del barro una vez depositado.

El llenado interno de los muros se iniciaba de abajo hacia arriba y por una de las caras de la pared, mientras del lado opuesto, se debía ir presionando el barro para expulsarle el aire, hasta dejar la caña descubierta en ambas caras. Transcurridas unas 2 horas se insertaban en la mezcla trozos de teja o tiestos, en ambos lados de la pared y con cierta inclinación: una hilera se colocaba hacia un lado y la siguiente hacia el otro, de manera que ayudara a sostener el barro (Figs. 71 a 73).

Por último, se dejaban los paramentos durante algunas semanas para que se diera la pérdida gradual del agua absorbida por la mezcla, este proceso se extendía por 3 semanas aproximadamente, dependiendo de la época del año. Además, durante este tiempo se generaban fisuraciones en el barro debidas a la contracción del material que posteriormente serían subsanadas con el revoco.



Fig. 74: Muro de bahareque vivienda. Heredia. Costa Rica.



Fig. 75: Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia. Costa Rica.

Una vez había transcurrido el tiempo de secado y los paramentos estaban libres de humedad se preparaba el barro restante agregándole una cantidad mayor de agua y de césped seco hasta conseguir una textura más líquida. Se revocaba lanzando el barro con la mano y con fuerza para que penetrara en las fisuras de la pared y lograra colmatarlas. Además, este procedimiento se realizaba de abajo hacia arriba con las manos hasta que se diera un acabado liso y homogéneo. Finalmente se afinaba con una herramienta de madera similar a una plancha. Al término de este primer revoco, la pared debía tener una textura con acabado fino, sin irregularidades. Posteriormente, se dejaba por al menos 4 días y una vez el muro se encontraba bien seco, se aplicaba una segunda capa de revoco. Para ello era necesario preparar una nueva mezcla que solía contener 3 partes de estiércol fresco y 1 parte del mismo barro utilizado para hacer las paredes. La contextura de esta mezcla debía ser espesa. Este barro se afinaba al pasarlo por una especie de membrana –dejando los restos más gruesos en ella- y por último, se colocaba manualmente. La textura deseada podía lograrse también, al filtrar la pasta utilizando sacos de tela (Fig. 74).

Aparte, se preparaba una mezcla de agua y trozos de tuna (cactus de grandes hojas gruesas que segregan sustancias viscosas) dejándola asentarse durante una semana hasta formar un líquido espeso. Separadamente se tamizaba cal y se disolvía en agua dándole el mismo tiempo de reposo que a la primera mezcla. Posteriormente se combinaban ambas y se tamizaban de nuevo. Una vez finalizados estos procedimientos y cuando los paramentos estaban completamente secos, se aplicaba la mezcla a manera de pintura. Si al secar esta disolución se deseaba un acabado más blanco se agregaba, un líquido obtenido al hervir agua con hojas de una planta llamada “azul de mata”. La mezcla final debía pasarse por un nuevo tamiz para luego encalar de nuevo las paredes, de arriba hacia abajo. Una vez secos los paramentos, solían pintarse agregando a la composición anterior, óxido de hierro hidratado (ocre) hasta darle una tonalidad en amarillo, azul o rosa (Fig. 75).

La técnica del bahareque es clasificada por lo general como un sistema constructivo artesanal al ser utilizado por personas sin ningún tipo de especialización en términos constructivos, sin embargo constituyó un sistema viable con gran difusión a lo largo del territorio costarricense, permitiendo la evolución en nuevos estilos arquitectónicos y adaptándose a las necesidades de los pobladores del momento. Pueden encontrarse similitudes con otras técnicas de edificación en tierra, no obstante se confirmó como un sistema independiente, versátil y capaz de cumplir con los estándares utilizados en la época, ejemplos de ello se mantienen en pie a día de hoy y corroboran su resistencia y estabilidad a lo largo del tiempo.



08 PATOLOGÍAS ARQUITECTURA DE TIERRA

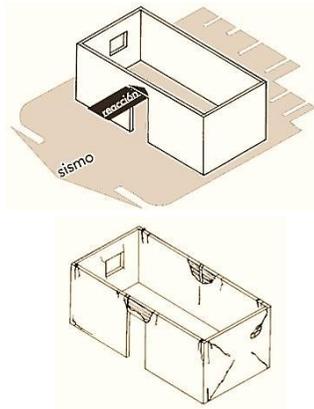


Fig. 76: Efecto de las fuerzas horizontales en la edificación.
Fuente: CRATerre, 2002.

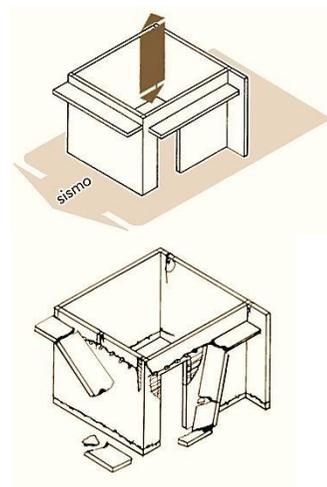


Fig. 77: Efecto de las fuerzas verticales en la edificación.
Fuente: CRATerre, 2002.

A pesar de los grandes beneficios acústicos, térmicos y económicos derivados de la construcción con tierra, como cualquier otro sistema constructivo, presenta algunas desventajas dependiendo de la zona geográfica, condiciones geológicas e incluso climatológicas donde se emplazan, siendo las más importantes las que se refieren a su comportamiento estructural.

La vulnerabilidad de las edificaciones de adobe y bahareque –por ejemplo- ante los movimientos sísmicos, ha acarreado severas consecuencias para el sistema, llegando incluso a vetarse su utilización en países con riesgo telúrico alto. La escasa respuesta de estas construcciones a dichos movimientos, hace que los daños estructurales que se presentan sean severos llegando incluso al colapso de las estructuras, acarreado pérdidas invaluable de vidas humanas y severas consecuencias materiales.

Las construcciones de tierra poseen una muy baja resistencia a tracción, debido a esta característica, las fuerzas sísmicas originan en ellas, desde fisuras, hasta importantes grietas que posteriormente dan lugar a la ruina; aunque en algunos casos, las edificaciones han resistido el embate de movimientos durante un determinado período de tiempo, basta un solo evento telúrico para llevarlas directamente al colapso. Esta es una de las razones por las que particularmente este tipo de arquitectura, presenta mayor deterioro en comparación con otras construcciones de la misma época edificadas con materiales distintos.

En el momento en que una edificación de tierra es sacudida por un seísmo, es sometida a fuerzas horizontales producto de las vibraciones del suelo, acarreado esfuerzos de flexión en los muros. El balanceo, las deformaciones, el derrumbamiento, las cizalladuras, los desprendimientos y deslizamientos son algunos de los problemas producto de estas sollicitaciones (Fig. 76).

Por otra parte, las fuerzas verticales que se originan en un terremoto también deben tomarse en consideración, ya que afectan directa y negativamente, a todos los elementos constructivos masivos o pesados o aquellos que se encuentran adosados a la estructura principal y tienen en ella su único apoyo (voladizos, balcones, salientes). Por ejemplo, este tipo fuerzas ocasionan oscilaciones, deformaciones, desprendimientos o colapsos en arcos, columnas, estructuras de cubiertas, escaleras adosadas a muros, entre otros (Fig. 77).

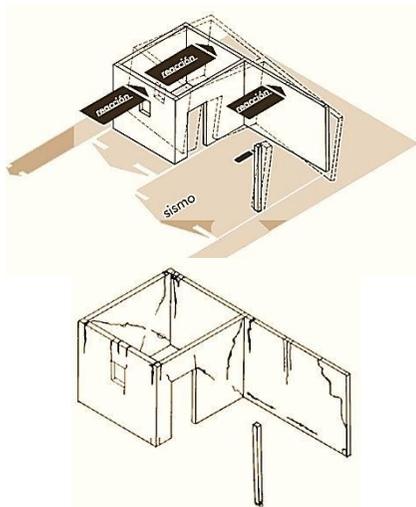


Fig. 78: Efecto de las fuerzas de torsión en la edificación. Fuente: CRATerre, 2002.

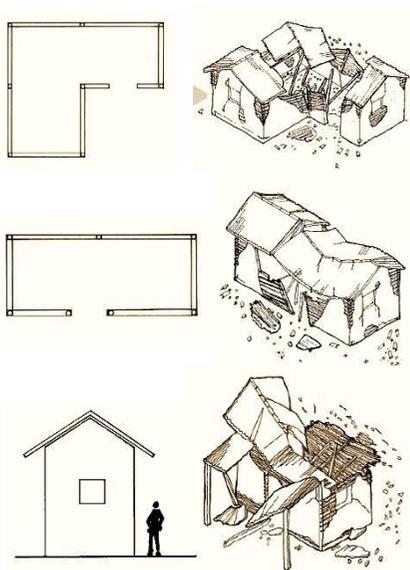


Fig. 79: Efecto de las fuerzas de sismo. Fuente: CRATerre, 2002.

Asimismo, es importante destacar que *“el escaso comportamiento antisísmico de las construcciones de adobe, se debe en buena medida, a la masividad e importante peso de sus muros, ya que durante fuertes movimientos telúricos, desarrollan niveles elevados de fuerza sísmica, que son incapaces de resistir”* (Carranzas, 2002).

Finalmente existen las fuerzas de torsión, éstas se originan de la combinación de los movimientos horizontales del terreno y las fuerzas verticales (Fig. 78). Las consecuencias pueden resultar muy importantes sobre todo en las construcciones con distribuciones en planta muy irregulares: *“... por ejemplo una vivienda de forma irregular donde no coincida su centro de gravedad con su centro de rigidez estará más expuesta a daños”* (Carranzas, 2002).

En Costa Rica como en otros países con altos índices de sismicidad, las edificaciones ejecutadas con tierra, al ser más propensas a sufrir daños severos en su constitución, ponen en evidencia la necesidad de conocer de forma correcta y concreta, las alteraciones que se presentan habitualmente después de un movimiento telúrico. Según el Getty Conservation Institute, existen básicamente al menos seis patologías en este tipo de construcciones capaces de afectar directamente su desempeño estructural. Estas anomalías pueden incluso verse complementadas con situaciones patológicas ligadas a otro tipo de responsable, como por ejemplo, la humedad, los agentes biológicos, el mantenimiento deficiente o el mismo terreno sobre el que se asientan las estructuras.

Por otra parte, según su forma en planta, regularidad en la distribución de la estructura y la altura de los pisos, las edificaciones pueden verse afectadas de manera distinta según los materiales empleados. Tal y como se ha reiterado anteriormente, estas disposiciones en conjunto con la utilización de la tierra, hacen aún más vulnerables a este tipo de construcciones. En el caso de edificios con muros de distintos espesores, éstos se comportarán de maneras diferentes, facilitando el colapso de la estructura. Los paramentos excesivamente largos sin apoyos intermedios o sin traba en los puntos más débiles como las esquinas, también merman su resistencia ante un seísmo, por lo que pueden caer en una ruina inminente. Además, otro de los aspectos que perjudica un adecuado comportamiento antisísmico son los muros altos y de pequeño espesor, ya que suelen presentar más oscilación y por consiguiente, una menor resistencia ante fuerzas perpendiculares (Fig. 79). Medidas sencillas como el evitar la construcción de edificaciones con formas irregulares, estructuras de cubierta sin apoyos adecuados o con un excesivo peso, construcciones en terrenos con pendientes pronunciadas, la creación de grandes buques en los muros o deficiencias en la traba de éstos, pueden colaborar con un mejor desempeño de las estructuras ante futuros eventos telúricos.

GRIETAS O ABERTURAS LONGITUDINALES

Como primera patología evidente después de un sismo tenemos las grietas o aberturas longitudinales. Éstas pueden afectar a elementos constructivos como muros, columnas o vigas y pueden ser estructurales o no dependiendo del tipo de componente dañado. Las grietas pueden ser pasantes -cuando afectan completamente la sección en un elemento estructural- o no pasantes –cuando su afección es únicamente en un sector del espesor del componente. En el primer caso se pueden identificar dado que son evidentes en ambos lados de los muros, es decir lo seccionan totalmente, mientras que en el segundo caso, suelen observarse sólo por una cara. Constituyen una patología habitual en las edificaciones de tierra sometidas a esfuerzos de sismo, tal y como se destaca en la siguiente referencia:

“Es casi seguro que se generen grietas durante eventos sísmicos de gran magnitud, pues los esfuerzos que estos eventos generan en los muros muy probablemente excederán la capacidad de tracción del adobe como material. Al desarrollarse estas grietas, las características de respuesta dinámica de la estructura sufren cambios drásticos: la frecuencia de vibración fundamental disminuye de manera dramática y la magnitud de los desplazamientos de muro o segmentos de muro, pueden aumentar hasta en dos o tres órdenes de magnitud. El movimiento a lo largo de las grietas cobra importancia al cruzarse las distintas grietas, formando segmentos independientes de muro...” (Dowling, 2011).

Las grietas generalmente se forman en áreas donde existe una alta concentración de esfuerzos, principalmente se encuentran en las esquinas de los buques de puertas y ventanas, los encuentros de muros perpendiculares y hacia la base de los paramentos. Las grietas verticales o diagonales en la intersección de muros, corresponden generalmente, a una combinación de esfuerzos de flexión y tracción. En el caso de paredes excesivamente largas, los movimientos fuera del plano de éstas, suelen ocasionar aberturas horizontales muy próximas a la base de los muros. Las cargas de gravedad relacionadas con el propio peso de las paredes y con la carga de la cubierta, mayormente de teja, intervienen considerablemente en la extensión y grosor de estas grietas. Además, tal y como se verá más adelante en este apartado, las aberturas longitudinales en los vanos suelen responder a fuerzas de flexión fuera del plano o a cortantes en los muros. A raíz de estos enunciados, es importante destacar que a pesar de que se engloban en un mismo apartado, las grietas no son iguales ni suceden siempre por el mismo motivo, por el contrario, el origen de esta patología y la ubicación en la que se encuentra, hacen posible clasificarlas como se verá a continuación.



Fig. 80: Vivienda de adobe, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica.
Fotografía: Manuel Meléndez Garita.

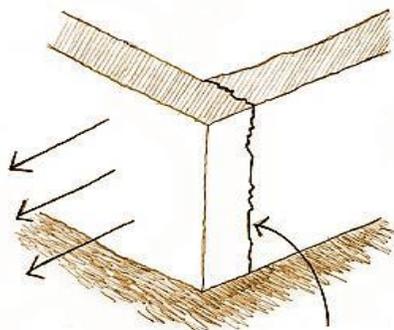


Fig. 81: Grieta en esquina. Fuente:
www.fundacionaltiplano.cl



Fig. 82: Grieta en esquina. Fuente:
Corporación Desarrollo Tecnológico.

A. Grietas en esquinas de muros

Dentro de las grietas más frecuentes en las construcciones de tierra están las verticales que se producen en las esquinas. Esta patología refleja esfuerzos de flexión y tracción fuera del plano de los muros, ya fuese por movimientos sísmicos o por el propio peso de la cubierta. Es más habitual en las edificaciones de adobe, ya que el fallo muchas veces se corresponde con una traba inadecuada, mientras que en el bahareque al existir estructuras de madera y caña atadas entre sí, dificulta aunque no imposibilita estos movimientos (Fig. 80).

Este tipo de agrietamiento en las esquinas de las construcciones de tierra, responde a una concentración de esfuerzos en la intersección de los muros perpendiculares. Los movimientos de flexión y tracción fuera del plano de dichos muros, facilitan la aparición de estas lesiones verticales en los puntos de interacción con los muros perpendiculares. Asimismo, existe inestabilidad en las esquinas como consecuencia de que ninguno de las dos paredes tiene restringido su movimiento, contando con la posibilidad de colapsar hacia afuera de la edificación.

En el caso de las construcciones de bahareque, al someterse a sollicitaciones mecánicas, los muros se separan en su extremo superior y se comportan de forma independiente, provocando una desvinculación de la parte alta del muro con la viga de madera (zuncho). Este tipo de daño puede ser particularmente severo cuando se presentan grietas verticales pasantes, favoreciendo el colapso de la esquina íntegramente.

Por otra parte, la existencia de una cubierta inclinada de tejas que apoya directamente sobre los muros de adobe o bahareque, puede generar empujes por parte de la componente horizontal de estos esfuerzos. Al sobrepasar estas cargas los empujes capaces de ser absorbidos por las paredes, se origina una separación entre uno y otro elemento, manifestándose en una grieta prolongada que parte desde el extremo superior de la pared y se desarrolla hacia abajo de la fábrica de tierra, además, esta especie de hendidura que nace desde la parte superior disminuye su espesor conforme desciende por la pared (Figs. 81 y 82).

Esta patología se ve favorecida por un deficiente amarre estructural entre los muros, por la discontinuidad del aparejo o por el empleo de material de menor calidad en las medianeras del edificio con respecto al utilizado para las fachadas principales. Además, la identificación de una separación importante entre ambos paramentos, puede claramente manifestarse -con posterioridad- en un desplome del muro.

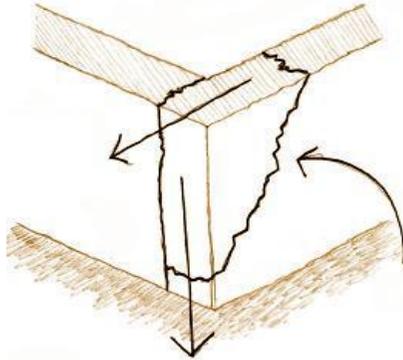


Fig. 83: Grietas por desgarre. Fuente: www.fundacionaltiplano.cl

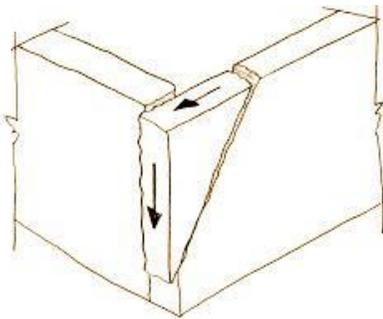


Fig. 84: Grietas por desgarre. Fuente: Getty Conservation Institute.

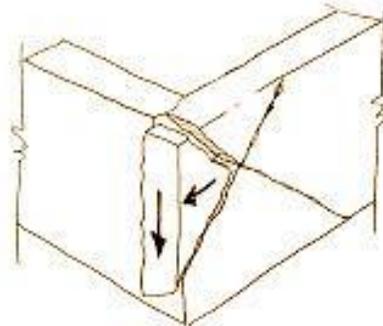


Fig. 85: Grietas por desgarre. Fuente: Getty Conservation Institute.

B. Grietas por desgarre de las esquinas

Otro tipo de abertura longitudinal son las grietas diagonales producidas por desgarre en las esquinas. Normalmente son originadas por cortante en el plano de los muros. Tienen su punto inicial hacia la parte superior de los paramentos desarrollándose hacia el vértice inferior. Se acompañan de las grietas verticales y generalmente -al igual que éstas- suelen ser comunes en construcciones de adobe. Las que se producen raramente en las edificaciones de bahareque suelen ser no pasantes, afectando únicamente los revocos de barro con desprendimientos de este material, quedando al descubierto la estructura del entramado.

El mecanismo por el cual aparecen estas grietas es básicamente el producto de fuerzas de corte aplicadas sobre el plano de la pared, las cuales dan como resultado aberturas diagonales cuyo arranque se ubica en la parte superior de un muro, sobre todo cuando el zuncho de coronación es de un material diferente a las paredes, por ejemplo en el adobe. Este tipo de grieta ocasiona que parte del muro se deslice lateralmente y hacia abajo durante movimientos sísmicos prolongados (Fig. 83).

Una conjunción de grietas verticales -como las descritas anteriormente- y diagonales, puede tener como consecuencia muros de adobe con lesiones severas, incluso algunas piezas producidas por esta fragmentación del paramento pueden tener tendencia a colapsar. Las hendiduras en diagonal en áreas vulnerables de la edificación como lo son las esquinas, facilitan el desplazamiento hacia afuera de las secciones separadas del muro. En el caso de que además de las grietas en vertical y su combinación con las diagonales se presentaran deficiencias en la cimentación por la mala calidad de ésta o por agentes atmosféricos (humedad por ejemplo) que la hayan ido degradando a lo largo del tiempo, los muros inevitablemente sufrirían el desplome.

Un ejemplo claro de estos desplazamientos y fallos en los paramentos se puede observar en las figuras 84 y 85 donde se muestra la forma en que una combinación de grietas de corte y de grietas de flexión puede tener como resultado el colapso de la esquina. Es importante destacar además que este tipo de patología es difícil resolución por medio de técnicas poco invasivas, hasta llegar incluso a requerir su reposición completa.

Por otra parte, el espesor de los muros es muy importante en el comportamiento de una edificación de tierra. Los muros delgados de adobe particularmente, pueden convertirse en inestables tras la aparición inicial de grietas. No obstante, una construcción con paramentos más gruesos puede continuar conservando un margen de estabilidad aún después del surgimiento de las primeras grietas.

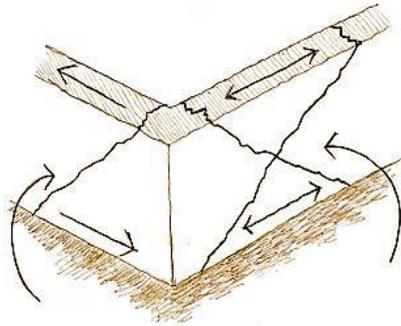


Fig. 86: Grietas por cortante. Fuente: www.fundacionaltiplano.cl

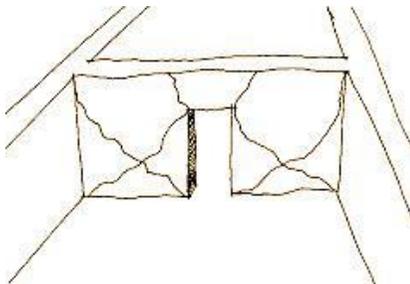


Fig. 87: Grietas por cortante. Fuente: Getty Conservation Institute.

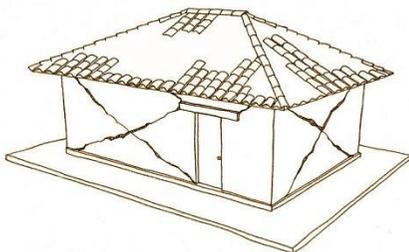


Fig. 88: Grietas por cortante. Fuente: Corporación Desarrollo Tecnológico.

C. Grietas por cortante

Son el resultado de la acción de fuerzas cortantes en el plano de los muros y de esfuerzos a tracción en un ángulo de 45 grados aproximadamente, en relación con la horizontal. Estas deformaciones que sufren los paramentos al ser sometidos a sollicitaciones mecánicas en el sentido de su largo, se caracterizan por presentar forma de “X” (Fig. 86). La forma en que se fracciona el muro se debe a que la secuencia de movimientos del suelo genera fuerzas de corte que actúan de manera alternada en una dirección y en su opuesta. Dichos esfuerzos por lo general, responden a una combinación de movimientos sísmicos. Además es frecuente que se presenten en muros o en segmentos de muro localizados entre buques de puertas o ventanas (Fig. 87).

No obstante, este tipo de aberturas se manifiestan de diferentes formas, por ejemplo pueden extenderse a partir de la base hasta el borde superior de las paredes o desarrollarse desde un extremo del muro hacia la esquina superior contraria o finalmente, entrecruzarse con otra grieta diagonal (Fig. 88).

“La gravedad de las grietas en el plano se juzga por el grado de desplazamiento que se presenta entre segmentos o bloques adyacentes del muro cuando termina la vibración sísmica. Una estructura puede sufrir daños severos cuando se presenta un desfase horizontal en el plano en combinación con un desplazamiento vertical; es decir, cuando el patrón de grietas sigue una línea diagonal más directa y no forma un patrón “de escalera” a lo largo de las uniones del mortero. Las fisuras de corte diagonal pueden ocasionar graves daños durante movimientos de suelo prolongados, porque la gravedad opera constantemente en combinación con las fuerzas sísmicas agravando el daño” (Dowling, 2011).

Estas grietas son las responsables de la mayor parte de las disgregaciones y derrumbamiento de las paredes en las edificaciones de adobe, dada su escasa resistencia ante este tipo de movimientos. Además, esta patología ha acarreado un importante número de pérdidas humanas por aplastamiento, como consecuencia del desplome de los pesados muros. De la misma forma que con las grietas por desgarre, son poco agresivas en las edificaciones de bahareque dada la configuración estructural anteriormente estudiada de este sistema.

Para su identificación en muros de adobe, las grietas suelen desplegarse a través del mortero de barro por resultar el punto más débil de la estructura y es más frecuente cuando estas uniones son de espesores superiores a 0.015 m. En edificaciones de bahareque, muchas veces estas hendiduras se manifiestan como una especie de hendidura ligera dejada por la estructura del entramado sin que resulte daño estructural.

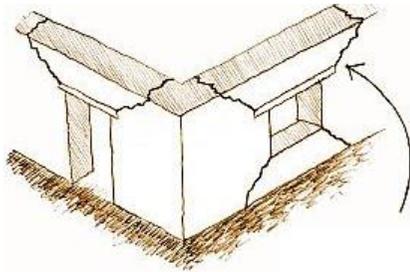


Fig. 89: Grietas en buques. Fuente: www.fundacionaltiplano.cl

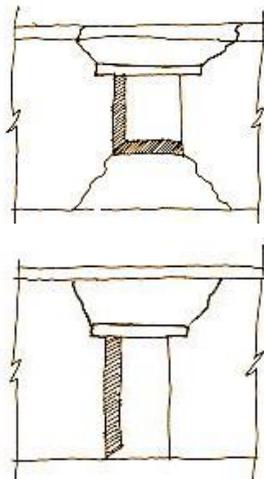


Fig. 90: Grietas en buques. Fuente: Getty Conservation Institute.

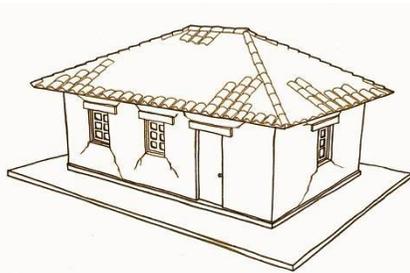


Fig. 91: Grietas en buques. Fuente: Corporación Desarrollo Tecnológico.

D. Grietas en buques de puertas y ventanas

Otra de las grietas que se producen en las construcciones de tierra son las que se localizan en los buques de puertas y ventanas. Se identifican fácilmente porque parten de los vértices superiores de los vanos y se desarrollan diagonalmente hacia el extremo superior de los muros. Se consideran la patología más frecuente de este tipo de edificaciones posiblemente, por ser puntos más vulnerables ante terremotos, asentamientos de la cimentación o a las deformaciones ocasionadas por agentes climatológicos. Por ejemplo, la absorción continuada de agua en la base de los muros, puede posteriormente, generar fisuraciones. Además, las grietas en los buques se deben mayormente a una concentración de esfuerzos muy elevada (Fig. 89).

Asimismo, posterior a un movimiento tectónico, también pueden localizarse grietas desde los vértices inferiores de las ventanas extendiéndose hacia el suelo con un crecimiento inclinado. Este tipo de grietas son las más frecuentes en las edificaciones de adobe, su origen se encuentra en la alta concentración de esfuerzos en el área de los dinteles y como consecuencia de un comportamiento mecánico distinto entre la fábrica de tierra y la madera utilizada para realizar el buque. Este tipo de incompatibilidad en cuanto a comportamiento estructural se ve intensificado cuando existe una cubierta de teja, ya que las cargas que deben distribuirse son mucho mayores (Figs. 90 y 91).

La presencia de esta patología en las aberturas de puertas o ventanas, no es siempre evidencia de daños estructurales. Comúnmente las áreas alrededor de los vanos actúan como una especie de barrera impidiendo que las grietas se conviertan en importantes desfases. No obstante, en algunos casos, dichas aberturas conforman segmentos sin ningún tipo de unión entre sí localizados sobre los buques. Dichos fragmentos pueden tener la capacidad de disgregarse y representar algún tipo de peligro para la seguridad.

Otro punto importante es que la aparición de grietas únicamente en la sección inferior de los muros de una edificación de adobe o bahareque, puede ser signo de una menor resistencia de estos elementos, al mismo tiempo que podría evidenciar problemas de humedad excesiva.

Sin embargo, es importante destacar que una edificación de barro –adobe o bahareque- debe sufrir desplazamientos considerables y modificaciones profundas en sus características estructurales, antes de transformarse en una edificación inestable o insegura.

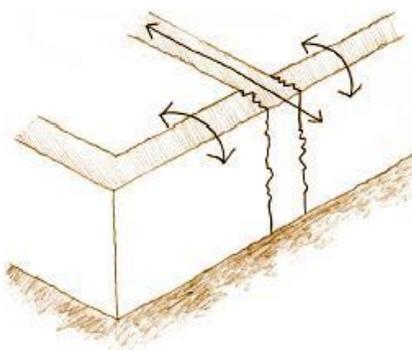


Fig. 92: Grietas intersección de muros.
Fuente: www.fundacionaltiplano.cl

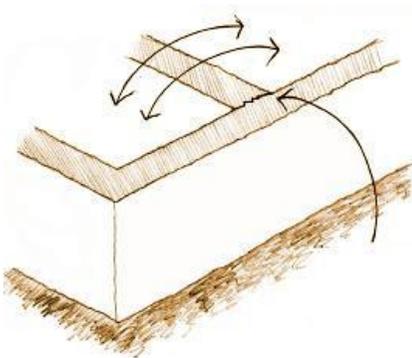


Fig. 93: Grietas intersección de muros.
Fuente: www.fundacionaltiplano.cl

E. Grietas en muros perpendiculares

Por otra parte, entre las aberturas más comúnmente encontradas están las que se dan en la intersección entre muros perpendiculares. La causa de dichas grietas radica fundamentalmente, en la falta de traba o en que la ejecutada es insuficiente. Al ocurrir un movimiento ya sea de sismo o de asentamiento, se produce un esfuerzo fuera del plano del muro exterior, de esta forma, las paredes fallan en su punto débil: la unión entre ambas fábricas, aunque visualmente se perciban como una unidad, mecánicamente se comportan como elementos separados con una direccionalidad distinta. Como consecuencia de este comportamiento diferenciado, se originan aberturas longitudinales de piso a techo, evidenciando la separación existente entre las fábricas (Fig. 92).

No obstante, los esfuerzos pueden presentarse fuera del plano del muro interior. Como consecuencia de este movimiento, se origina una ruptura en la unión de éste con la pared exterior. La grieta en este caso se presenta en ambas caras interiores con un desarrollo vertical desde la parte superior del muro, hasta su encuentro con el suelo (grieta pasante). Tal y como se mencionó anteriormente, los efectos de estos movimientos son altamente destructivos principalmente por problemas derivados de la deficiente o inexistente traba de los bloques de adobe que al verse sometidos a esfuerzos importantes oscilan, hasta que finalmente ceden (Fig. 93).

La estructura del techo solían empotrarla en resquicios hechos en la parte superior de los muros o se instalaba apoyada sobre los mismos sin ningún sistema para repartir las cargas uniformemente; este método facilitaba los desplomes del muro al agotar su resistencia. De esta forma, las paredes de adobe se deslizaban hacia afuera y este desplome podría llevar al colapso del muro y la cubierta. Este tipo de patología es probablemente, una de las más graves que pueden ocurrir en una construcción durante o después de un movimiento sísmico, ya que representa un enorme riesgo para la integridad física de los habitantes. Por ejemplo, un muro de 0.5 m. de canto con un desplome de alrededor de un 5% de su espesor, tiene pocas probabilidades de colapsar, no obstante si el desplome fuese de 0.15 m –un 30% de su espesor- sería extremadamente vulnerable al vuelco en caso de otro evento telúrico o incluso ante vibraciones del suelo que en otras circunstancias se hubiesen catalogado como despreciables.

Por otra parte, es importante destacar que tanto las fuerzas horizontales como de torsión, ocasionan en las paredes comportamientos que varían dependiendo de la masa, altura y peso. Es esta una de las razones por las cuales, las edificaciones de adobe contaron con un solo nivel, mientras que las de bahareque alcanzaron los 2.

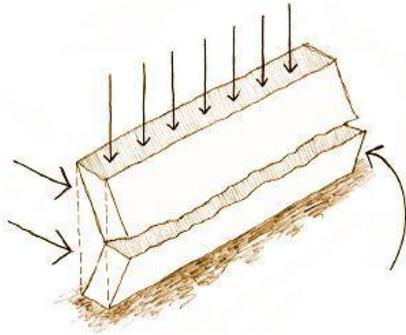


Fig. 94: Grietas por flexión. Fuente: www.fundacionaltiplano.cl

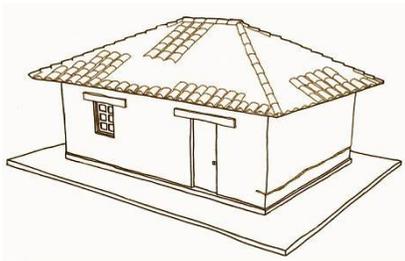


Fig. 95: Grietas por flexión. Fuente: Corporación Desarrollo Tecnológico.

F. Grietas por flexión

Finalmente, están las grietas de flexión que suelen presentarse cerca de la base de los muros. Se caracterizan por su horizontalidad y se identifican como una línea en la parte baja de la pared, la cual se despliega en forma paralela al suelo o cimiento. Este tipo de agrietamiento por flexión fuera del plano constituye uno de los primeros tipos de aberturas longitudinales que identifican en las construcciones de adobe durante o después de un movimiento sísmico.

Dentro de los responsables del origen de esta patología está la falta de arriostamiento o de apoyo de los paramentos y la presencia de muros libres con una longitud excesiva. No obstante, este problema además puede constituir una manifestación de un desprendimiento de material por capilaridad. El material de las paredes puede absorber agua al estar compuestos los muros de tierra con una cantidad importante de arcillas, éstas se hinchan duplicando su volumen, saturándose y disgregándose en parte hasta finalmente dar lugar a la grieta. En el caso del adobe, esta abertura en la pared se presenta como una leve fisura, similar a las que se presentan con el cuarteado, sin embargo, al observarla con detenimiento, se desprende y pone de manifiesto la profundidad y la intensidad del daño (Fig. 94).

Si las grietas que se presentan se extienden a lo largo de todo el muro, pueden resultar de gran importancia a nivel estructural, ya que como consecuencia puede existir una separación entre el paramento y su base o cimiento (Fig. 95). Asimismo, suelen acompañarse de aberturas verticales en los extremos de las paredes, y tal y como se ha mencionado anteriormente, uno de sus orígenes además se corresponde a agentes climatológicos, principalmente por humedad. Es importante su detección oportuna, ya que ante nuevos esfuerzos horizontales, puede llevar al colapso de la estructura.

Por otra parte, las paredes muy largas o independientes, son las más vulnerables al vuelco, ya que no constan con soportes verticales o arriostres a lo largo de su extensión. En el caso de existir un daño de flexión, colapsan con facilidad. Finalmente, cabe mencionar que la mayoría de las construcciones históricas de adobe o bahareque, no suelen ser propensas a sufrir de esta patología en zonas superiores al primer cuarto de la altura de las paredes, ya que sus muros cuentan con un espesor importante, por lo que presentan una esbeltez pequeña.



Fig. 96: Cuarteamiento en pared de bahareque, Zapote, San José. Costa Rica. Fotografía: Manuel Meléndez Garita.



Fig. 97: Cuarteamiento en pared de bahareque, El Llano, Alajuela. Costa Rica. Fotografía: Olman Hernández Vargas.

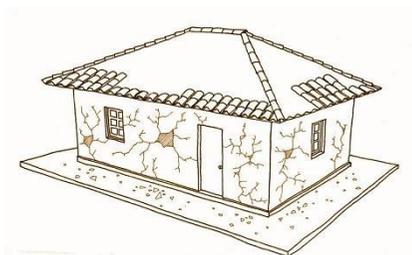


Fig. 98: Cuarteamiento de revestimiento. Fuente: Corporación Desarrollo Tecnológico.

CUARTEADO DEL REVESTIMIENTO

El cuarteamiento consiste en pequeñas fisuraciones que afectan únicamente a la superficie del muro o al acabado de un elemento constructivo. Aunque su apariencia en principio puede resultar muy similar a la de las grietas, su origen y desarrollo son diferentes, incluso a pesar de que puedan considerarse la antesala para la aparición de éstas últimas. Por el contrario, en algunas ocasiones pueden resultar un indicio para la determinación de la presencia de grietas de carácter estructural bajo los revocos (Fig. 96).

Estas fisuras son comunes en edificaciones de adobe y de bahareque y su origen suele deberse a efectos de retracción del mortero utilizado para afinar las paredes o cambios drásticos de temperatura durante el secado del mismo. Además se asocia con falta de mantenimiento de las estructuras, ya que como se ha mencionado reiteradamente, las construcciones de tierra solían encalarse cada año, para disminuir las pérdidas del material de revoco, evitar la penetración de insectos y mantener el carácter limpio y la imagen pulcra dentro del perfil urbano. La composición del mortero de revoco tenía una dosificación basada en la mezcla utilizada para la realización de las paredes más el aglutinante conformado por la mezcla de agua y la sustancia viscosa resultante de la planta tipo cactus (la tuna). Los constructores eran conocedores de esta dosificación y realizaban mantenimientos periódicos, sin embargo ante la presencia de movimientos vibratorios o de cargas horizontales en conjunto con el comportamiento estructural distinto entre la madera, las cañas y el barro, se facilitó la pérdida de la adherencia a la estructura, fisurándose la capa exterior del revoco en direcciones múltiples (Fig. 97 y 98).

Es común que se presente un elevado nivel de agrietamiento en los revestimientos, producto de las sollicitaciones mecánicas, el paso del tiempo o el escaso de mantenimiento, no obstante, los agentes climáticos como la acción del viento y el asoleamiento pueden magnificar el efecto de retracción, ya que provocan una mayor desecación del mortero, disminuyendo su volumen. Es importante reconocer las causas de esta fisuración, ya que puede ser indicio de daños relacionados con la humedad.

En términos generales, no conlleva una patología de reparación inmediata al no comprometer la estabilidad del edificio, sin embargo puede ocasionar el desprendimiento de algunas partes del revoco, dejando expuesta la fábrica de adobe o la estructura del entramado del bahareque, induciendo al edificio a comportamientos higrotérmicos distintos. Asimismo, solventar esta patología de forma oportuna evitará su extensión hacia el revestimiento restante, impidiendo su disgregación y protegiendo la estructura.



Fig. 99: Desprendimiento de revoco en pared de bahareque, Zapote, San José. Costa Rica. Fotografía: Manuel Meléndez Garita.



Fig. 100: Desprendimiento de revoco en pared de adobe, Barva, Heredia. Costa Rica. Fotografía: Manuel Meléndez Garita.



Fig.101: Desprendimiento de revoco en pared bahareque, Heredia, Costa Rica. Fotografía: Manuel Meléndez Garita.

DESPRENDIMIENTO Y CAÍDA DE REVESTIMIENTO

Consiste en la separación por pérdida de adherencia, entre el revoco o acabado del muro y la superficie que le sirve de soporte. Una vez las condiciones de unión entre el muro y el revestimiento se degradan, esta última capa se separa hasta llegar a desprenderse y caer. Suele producirse como consecuencia de lesiones previas o fisuras no reparadas que tras algún tiempo de permanecer expuestas, facilitan la entrada de humedad, aire e incluso algunos agentes biológicos, agravando aún más la disgregación del mortero (Fig. 99).

Dentro de las causas principales para la presencia de esta patología están las deformaciones o grietas producto de eventos sísmicos, las tensiones entre el paramento y el revoco como consecuencia de cambios higrotérmicos, la inadecuada dosificación del revestimiento al momento de su aplicación, el excesivo grosor de la capa de revoco, la falta de condiciones de agarre en el soporte, la incompatibilidad entre los materiales o la falta de un mantenimiento adecuado. Habitualmente puede detectarse antes de que ocurra la disgregación ya que el acabado se fragmenta –o cuartea- e incluso se curva hacia afuera hasta que finalmente se desprende.

En algunas investigaciones este desprendimiento es catalogado como un defecto por la falta de adherencia debido a una incorrecta preparación del revoco o una aplicación insuficiente sobre la superficie del muro. Sin embargo, la presencia constante o excesiva de humedad, la incompatibilidad entre materiales o la exposición a agentes ambientales entre los que se destacan los fuertes vientos, la contaminación atmosférica o los cambios bruscos de temperatura, son también responsables de esta patología (Fig. 100).

Con respecto al desprendimiento del revestimiento por incompatibilidad de material, es común cuando se realizan reparaciones o sustituciones de éste, utilizando por ejemplo, morteros de cemento en lugar de restituciones con la mezcla de barro, ya que se cierran los poros de los muros y se impide la circulación de la humedad, generando una degradación progresiva y difícilmente identificable hasta que los desprendimientos se producen.

Además, estos desconchados pueden ser un fenómeno de degradación y agotamiento de los materiales utilizados. En las edificaciones de carácter tradicional realizadas con tierra, suelen ser frecuentes sobre todo en las ejecutadas con adobe y bahareque, sin embargo, también pueden presentarse en los elementos de dintel o marqueterías de madera que han sido igualmente, revocados con el mortero de las paredes (Fig. 101).

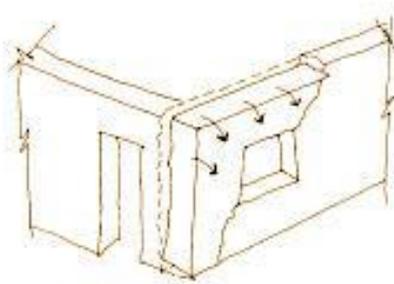


Fig.102: Desplome parcial del muro.
Fuente: Getty Conservation Institute.

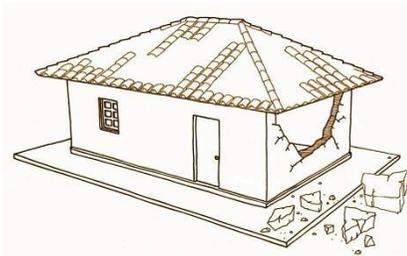


Fig.103: Desplome parcial del muro.
Fuente: Corporación Desarrollo Tecnológico.

DESPLOME Y DISGREGACIÓN PARCIAL DE MUROS

El desplome de un muro consiste básicamente en una pérdida de la verticalidad debido a un movimiento de rotación que se da desde el propio asentamiento de la pared hacia su parte superior. Las fuerzas de rotación que afectan a las paredes son, en muchas ocasiones, consecuencia de movimientos sísmicos. Por otra parte, estos desplomes pueden presentarse también en edificaciones de dos niveles y la rotación del muro en estos casos puede ser parcial únicamente identificándose en el primer nivel. Asimismo, el origen de esta patología puede estar en empujes de la cubierta y la falta de refuerzos de las paredes en su dirección perpendicular.

No obstante, es importante destacar que algunas partes de las edificaciones de tierra pueden encontrarse inestables después de la formación de grietas, principalmente, aquellas que aparecen muy próximas a las esquinas o que segmentan por completo los buques, facilitando su desplome por encontrarse desvinculadas de la estructura (Fig. 102). Además, posterior a un desplome de un muro pueden generarse desplazamientos y deformaciones en otros elementos estructurales de cubierta, por ejemplo, o de entrepisos

En conjunto con el desplome de los muros, muchas veces se da la patología de la disgregación parcial de éstos. Sucede como producto de la separación de los paramentos ante sollicitaciones mecánicas y puede corresponderse con desprendimientos de material en un área específica de un muro, incluso, en algunos casos es posible apreciar una especie de perforaciones del ancho total de las paredes. Asimismo, estas disgregaciones parciales de los muros de una edificación, pueden llegar a afectar considerablemente su tercio superior, comprometiendo la estructura de la cubierta (Fig. 103).

Por otra parte, el interior de las paredes al producirse una disgregación, queda expuesto a condiciones ambientales que pueden acrecentar el deterioro, facilitando la acumulación de humedad en el alma del muro y por consiguiente, una serie de patologías relacionadas.

Además, la disgregación puede ocurrir en cualquier parte de las paredes, siendo las más vulnerables las que presentan mayor longitud o con refuerzos transversales insuficientes, creándose importantes grietas inclinadas que mermarán la capacidad portante de la estructura y comprometerán la seguridad de la edificación.

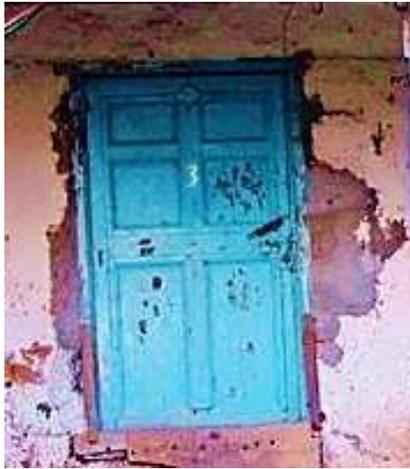


Fig.104: Reparaciones con mortero de cemento en vivienda de bahareque, Zapote, San José, Costa Rica.
Fotografía: Manuel Meléndez Garita.



Fig.105: Vivienda de adobe revestida con mortero de cemento, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica.
Fotografía: Manuel Meléndez Garita.

PRESENCIA DE ELEMENTOS/MATERIALES INCOMPATIBLES CON EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

La presencia de los nuevos materiales de construcción en reparaciones o remodelaciones de la arquitectura de tierra, entre los que destacan el hormigón armado en zunchos, ladrillos de arcilla cocida, acero y revestimientos con morteros de cemento, afectan el valor patrimonial de la construcción y presentan incompatibilidad. Estas alteraciones pueden perjudicar el aspecto estético, sin embargo el comportamiento estructural puede verse seriamente comprometido (Fig. 104).

El principal problema que representan estas intrusiones está en la incompatibilidad de los materiales tanto en su materialidad como en su sistema constructivo y estructural. La coexistencia entre materiales de procedencia diferente, con características disímiles genera un comportamiento desigual del conjunto, acarreando patologías. Un ejemplo de esto son los casos en que elementos de la ornamentación como las pinturas murales, se cubren con pinturas sintéticas o con capas de yeso, generándose un daño importante de difícil y costosa reparación.

Por otra parte, es común encontrar reparaciones realizadas en elementos estructurales que constructivamente, funcionan de formas distintas, incluso llevando a comportamientos poco solidarios entre éstos y el material original. De estas diferencias estructurales, nacen, posteriormente, fisuraciones, roturas, disgregaciones y desplazamientos, entre otros.

En el caso de las restituciones con morteros de cemento, el comportamiento es absolutamente distinto al de la tierra, provocando importantes secuelas en los muros (Fig. 105). Básicamente el cemento al constituir un material rígido es incompatible con la plasticidad del mortero de barro utilizado para los revocos, de esta diferencia de características, surgen fisuras, grietas y pérdidas de material. Además, al sellar los poros de las paredes, el cemento elimina la transpirabilidad, generando condensación al interior de los paramentos y por consiguiente la aparición de sales y eflorescencias. Además, si las sales cristalizan en los muros, originan criptoeflorescencias que atacarán la fábrica hasta conseguir la pérdida del material. El agua retenida en el mortero se mantiene a lo interno del muro y desencadena humedades en la estructura del mismo, principalmente en las construcciones de bahareque, por contar con el entramado de madera y caña.

Estas patologías son de identificación difícil, ya que al exterior no son apreciables hasta que las sales precipitan o se produce directamente la disgregación de los paramentos.



Fig. 106: Construcciones destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica.
Fuente: www.aldia.cr



Fig. 107: Construcciones destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica.
Fuente: www.aldia.cr



Fig. 108: Construcciones destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica.
Fuente: www.aldia.cr

COLAPSO

Se define como la deformación o destrucción total o parcial de muros, cubierta u otro elemento estructural como consecuencia de la intervención de una fuerza o movimiento. Dichas fuerzas pueden por lo general, provenir de eventos sísmicos, asentamientos de la cimentación o simplemente producirse el colapso por la fatiga de los materiales que conforman su estructura. En cualquiera de los casos, el daño que sufre la edificación es capaz de comprometer sus elementos estructurales que en las construcciones de adobe y bahareque eran, fundamentalmente, de tierra y madera (Figs. 106 y 107).

Comúnmente cuando se produce la destrucción total de una edificación, los muros se agrietan y se abren hacia afuera, dando lugar a que las cubiertas realizadas en su mayoría con teja, fallen y caigan hacia el interior. Asimismo, puede ocurrir el colapso del tejado en forma parcial, por encontrarse mal apoyado sobre los muros o que éstos presenten alguna deficiencia en su diseño, una mala estructuración o que fuesen previamente atacados por alguna patología que no se resolviese oportunamente (Fig. 108).

Además, una vez que la estructura de la cubierta falla hacia el interior, se produce una rotura en la parte superior de los muros portantes. Este sistema de falla ocurre más habitualmente en edificaciones que presentan cubiertas excesivamente pesadas, estructuralmente mal diseñadas o con cierto nivel de deterioro por un mantenimiento inexistente.

Al mismo tiempo, en la mayor parte del territorio costarricense, debido a los altos índices de precipitaciones (2300 mm anuales en el Valle Central) y tal y como se ha analizado con anterioridad, era común que las viviendas se construyesen con cubiertas a dos vertientes, hecho que habitualmente conllevaba la continuación de los muros extremos o medianeras, hasta el nivel del tejado. Estos muros contaron entonces con una altura muy superior a los otros correspondientes a las fachadas principal y posterior, haciéndolos mucho más vulnerables a los movimientos o fuerzas horizontales o de torsión y por consiguiente más propensos al colapso fuera de su plano. Aunque en algunos casos contaron con refuerzos, generalmente la cubierta de las edificaciones se apoyaba sobre ellos. El colapso en estas áreas solía ocurrir al agrietarse horizontalmente en su nivel inferior y desplomarse o por consiguiente, producto del agrietamiento en la parte superior de las esquinas de conexión con las paredes transversales, al tener mayor masa que éstas últimas.



09 RESTAURAR ARQUITECTURA TRADICIONAL

A lo largo de muchas décadas se ha identificado a la tierra como el material de construcción de las clases sociales menos favorecidas, incluso como una materia prima exclusiva de países en vías de desarrollo. Esta mal enfocada tipificación, ha acarreado serias consecuencias en el ámbito del patrimonio, ya que las generaciones de personas cada vez se han sentido menos identificadas con ciertos tipos de construcciones y han perdido el apego hacia sus costumbres innatas, hacia su arquitectura tradicional y hacia la imagen urbana de sus ciudades históricas.

Desde hace siglos, la humanidad ha puesto de manifiesto su asombrosa capacidad para edificar con los materiales más sencillos que poseía a su alcance, siendo la tierra, sin lugar a dudas, la más extendida para construir desde viviendas muy básicas hasta palacios, templos y urbes. Asimismo, en contextos y territorios muy diversos, este material de construcción continúa vigente, evidenciado por alrededor de un tercio de la población mundial, que habita edificaciones de adobe, de bahareque y de tapia, entre otras técnicas. Sencilla u ostentosa, esta arquitectura está presente en la mayor parte del mundo, demostrando el saber hacer de nuestros antepasados y la versatilidad y pervivencia en el tiempo que poseen estas edificaciones. No obstante, a pesar de que existe una incipiente revalorización de parte de algunos profesionales y del público en general, la arquitectura de tierra continúa representando poco para algunos otros que, lejos de admirarla o preservarla, la objetan, destruyen, e incluso vetan su utilización amparados en nuevas medidas de construcción.

Las técnicas tradicionales han ido reemplazándose por materiales más modernos y tecnológicamente mejorados, acarreado consecuencias para las intervenciones en el patrimonio arquitectónico, ya que comúnmente han contribuido a dificultar la elección adecuada de los materiales, las técnicas y los criterios a considerar en una restauración. Además, en los últimos años, algunas de las medidas que se han tomado en materia de conservación o intervención se han basado en la utilización de una especie de recetario de tratamientos para dar solución a determinadas patologías.

Las consecuencias de estas malas prácticas, han sido perjudiciales para los bienes patrimoniales, ya que han dejado de personalizarse las soluciones para cada uno de los problemas de una construcción, empleando medidas poco óptimas y muchas veces por medio de materiales incompatibles, incrementado el daño en la arquitectura histórica tradicional.



Fig. 109: Casona de adobe demolida en 2010, San Joaquín de Flores, Heredia, Costa Rica. Fuente: www.nacion.com

La tierra como material posee valores importantes que han sido apreciados por las poblaciones durante siglos, su accesibilidad, la capacidad para adaptarse y reciclarse así como sus condiciones bioclimáticas. Comprender los puntos fuertes y débiles de la tierra ha llevado a los constructores a una noción apropiada que han aplicado a los edificios, impulsándolos a realizar mejoras en la morfología de los mismos como medidas de protección, por ejemplo la incorporación de corredores para limitar la incidencia directa de la lluvia, la colocación de zunchos de reparto en madera sobre los muros de adobe y la limitación de las aperturas para evitar mermar su resistencia, son algunas de esas mejoras.

Por lo tanto, al igual que lo comprendieron nuestros antepasados, es trascendental incidir en la importancia que tiene la elección adecuada de los tratamientos de restauración por medio del conocimiento exhaustivo de la tierra como material y de los sistemas constructivos que se han desarrollado en torno a ella, la estructura constructiva, decorativa y sus acabados.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, existen diferentes causas y agentes de alteración que actúan en un edificio de adobe o bahareque. Las causas van desde la acción climatológica, los contaminantes atmosféricos, asentamientos del edificio, los cambios de temperatura, hasta la acción ocasional o periódica como la presencia de sales, los seísmos, agentes biológicos, inundaciones, incendios, incluso las acciones vandálicas. En este sentido Costa Rica no es el mejor ejemplo de conservación, ya que por razones diversas que van desde la falta de conocimientos técnicos apropiados, la carencia de una arquitectura monumental o mano de obra especializada en su construcción, la incidencia continuada de terremotos y el desinterés generalizado hacia el patrimonio, han contribuido a sustituir las construcciones históricas de tierra, por nuevos núcleos urbanos, dando paso a centros comerciales, residencias de concreto armado e incluso carreteras (Fig. 109).

A pesar de que la gran mayoría de las casas declaradas patrimonio por el Ministerio de Cultura costarricense son propiedad de descendientes de los propietarios originales, algunas han sufrido modificaciones severas para ajustarse a los estándares modernos; dichas alteraciones han contribuido a desestimar, en buena parte, el valor histórico y estético de éstas. Además, la desvalorización del patrimonio ha estimulado la concepción de que dichas edificaciones han cumplido su vida útil y es necesario sustituirlas. Conjuntamente con estas intenciones, desde hace varios años -por motivos de seguridad principalmente- se ha dejado de aplicar y de edificar con las técnicas de adobe y bahareque, escenario que estimula la falta de mantenimiento de las edificaciones y acentúa las intervenciones inadecuadas.



Fig. 110: Casona de adobe revocada con mortero de cemento, Liberia, Guanacaste, Costa Rica. Fotografía: Manuel Meléndez Garita.



Fig. 111: Casona de adobe revocada con mortero de cemento, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. Fotografía: Erick Díaz.

No obstante, como parte de un proceso de conservación del patrimonio arquitectónico, existen algunas intervenciones puntuales que han surgido de esta necesidad, planteando la recuperación de los oficios tradicionales de la construcción con tierra y de esta manera, conseguir la conservación no solamente de la arquitectura sino, también, de la tradición constructiva, haciendo hincapié en que la mejor manera para hacer perdurar estas construcciones, es con base en un mantenimiento continuado y adecuado.

Por otra parte, a pesar de que a día de hoy las técnicas para la restauración de las construcciones en adobe y bahareque han ido evolucionando, en Costa Rica se han realizado intervenciones severas en los edificios excusadas en la seguridad de los habitantes. Tal y como se ha mencionado en capítulos anteriores, los diferentes códigos sísmicos establecidos con carácter de ley desde los años setenta, han logrado una disminución en el número de víctimas y en el recuento de los daños materiales como consecuencia de los terremotos; sin embargo han contribuido a acrecentar la creencia popular de que estas edificaciones tradicionales son legítimas trampas ante este tipo de eventos, facilitando e incluso fomentando su sustitución o contribuyendo con la generación de intervenciones con materiales poco adecuados para las edificaciones de tierra.

A pesar de que las reparaciones o adecuaciones deberían elaborarse tomando como consideración las características de los materiales originales, han existido implantaciones utilizando morteros de cemento, zunchos de hormigón armado, cosidos con varillas de acero, que además de contribuir a la ruina de los edificios por sus incompatibilidades materiales y mecánicas, cambian por completo la imagen y el carácter que tienen este tipo de construcciones. La intromisión de estos materiales ha venido de la mano de las recomendaciones erróneas de los nuevos constructores, de la experimentación autodidacta o incluso de asociar la rigidez de las estructuras de concreto como medio para valorar su resistencia frente a construcciones tan dispares como las de tierra (Figs.110 y 111).

Frecuentemente, las combinaciones de adobe y bahareque con materiales rígidos a lo largo del continente americano, se han ido desarrollando a partir de los años 40 principalmente, reforzando el uso del hormigón armado y el ladrillo para intervenciones estructurales o modificaciones arquitectónicas como consecuencia de los daños que los movimientos sísmicos dejaban en las edificaciones. No obstante, terremotos posteriores, han demostrado que la interacción entre estos materiales, produce nuevas fisuras en la zona de contacto entre ambos y muy especialmente cuando se trata de muros con una anchura considerable, acelerando el colapso de las estructuras.

La gran vulnerabilidad de todas las tipologías de tierra a los movimientos telúricos como se ha comentado anteriormente, está basada principalmente en su baja resistencia a tracción, la mala calidad del material utilizado para los paramentos o para el mortero, los errores de la puesta en obra, la falta de traba entre las partes y la ausencia de elementos de amarre que no logran conformar la unidad estructural de la obra.

A todas estas características se añade el excesivo peso de la cubierta de tejas que genera una sobrecarga en los paramentos. Dicha carga es transmitida a los muros de manera incorrecta, debido a dos razones principales: la primera por la inexistencia de zunchos de reparto, transformándose en cargas puntuales sobre los muros y la segunda, por una mala configuración de la estructura de cubierta compuesta generalmente por maderas de poca prestación estructural y de dimensiones insuficientes. Todo esto en conjunto con un diseño poco adecuado de las cerchas que sostienen la cubierta, crearon estructuras excesivamente altas, con empujes aún más importantes sobre los muros.

Asimismo, otro de los principales errores en cuanto a la utilización del hormigón al realizar labores de restauración en este tipo de arquitectura se destaca seguidamente:

“... Lo más común es que cuando una estructura de tierra se deteriora, el encargado de la construcción decida que la solución para darle más solidez, es incorporar materiales a los que está acostumbrado como hierros, hormigones, cales y cementos (...)” (Solano, 2010, citado en Universidad Nacional de Costa Rica, 2011).

Y más adelante se añade lo siguiente:

“Cuando un revoque de barro se cae por efectos de capilaridad, es común ver como se incorpora un mortero de cal y arena reforzado con cemento. En el primer momento da una superficie unificada y la aparente solución al problema. Pero al poco tiempo la capa de mortero caerá como un cascarón, arrastrando con ella otra parte de embarrado y algunos centímetros de la mampostería de tierra. Además, el sistema de equilibrio del agua que sube y se evapora, tiene aquí un agente distorsionante con una nueva zona de salida de humedad y, por ende, de cristalización de sales. Entonces aparte del desprendimiento del nuevo mortero, por encima de él se producirá unos 30 cm de disgregación (...)” (Solano, 2010, citado en Universidad Nacional de Costa Rica, 2011).



Fig. 112: Casona de adobe revocada con mortero de cemento, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. Fotografía: Manuel Meléndez Garita.



Fig. 113: Daños en edificaciones con diafragma rígido y acero liso. L'Aquila, Italia, 2009. Fuente: Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Antisísmica.

Los revocos de cemento son también muy frecuentes en las construcciones antiguas ya que visual y popularmente, parecen ofrecer mayor resistencia y durabilidad ante las situaciones climatológicas o agentes biológicos, en comparación con las condiciones que el revestimiento de barro y cal aparentemente no ofrece. Sin embargo, se ha demostrado en múltiples investigaciones, que el cemento afecta la capacidad natural de la tierra para liberar la humedad absorbida del suelo, generando una retención al interior de los muros que puede derivar en presencia de sales, como eflorescencias o criptoeflorescencias que una vez desarrolladas ocasionan graves daños en los muros, mermando la materia y por consiguiente la capacidad estructural, hasta el colapso del edificio (Fig. 112).

Asimismo, es frecuente ver construcciones de adobe o bahareque a las que se ha reforzado utilizando columnas y zunchos de hormigón. Las diferencias entre el comportamiento mecánico de este material y el de la tierra, al mismo tiempo que las incompatibilidades entre sí, hacen que este tipo de refuerzo no sea recomendable. Es importante destacar en este sentido, que en construcciones patrimoniales y según las Cartas de Restauración Internacionales, las adecuaciones deben regirse por los principios de mínima intervención y de reversibilidad, por lo que ambas situaciones no son respetadas con la adición del hormigón en las restauraciones.

Por otra parte, la adición de columnas o zunchos de hormigón armado, así como losas y entrepisos dentro de las edificaciones de adobe o bahareque ocasiona importantes problemas en cuanto al comportamiento antisísmico de éstas. En países donde la tendencia a la construcción en vertical ha sido muy fuerte, se han incorporado sistemas de entrepisos o cubiertas de tipo diafragma rígido compuesto por mallas metálicas electrosoldadas y vertido de hormigón o bloques de ladrillo y hormigón. La colocación de estas estructuras que se anclan a las viguetas de madera existentes suele ser una de las soluciones más utilizadas actualmente.

Este refuerzo se establece como una especie de transformación de las viguetas originales en vigas mixtas y se ha llegado a afirmar que poseen la capacidad de repartir las tensiones de la flexión en todas las direcciones del plano, al mismo tiempo se creía que este sistema incrementaba la rigidez de la edificación. Sin embargo, este tipo de intervenciones ha probado su peligrosidad en movimientos telúricos como los acontecidos en L'Aquila, Italia en 2009 y en la tragedia de San Giuliano di Puglia en 2012, donde el comportamiento desigual entre los muros originales y las nuevas adiciones y la transmisión de empujes diferenciada también en los mismos casos, fueron los responsables de enormes ruinas materiales e incalculables pérdidas en vidas humanas (Fig. 113).

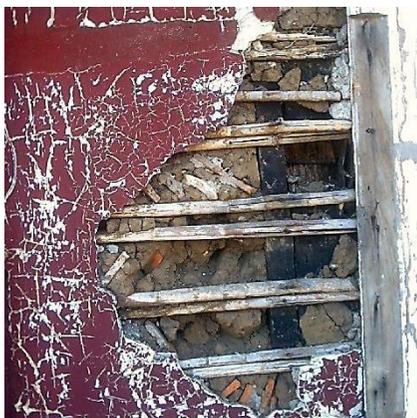


Fig. 114: Casa de bahareque, San Pablo, Heredia, Costa Rica.

En el caso específico de las construcciones de bahareque, este tipo de soluciones también ha sido empleado para los mismos fines que con el adobe, de modo que permitiera absorber los movimientos y los distribuyera de manera efectiva. Los elementos se realizaban igualmente sobre el entramado de madera existente y se pretendía asegurar una conexión efectiva con la nueva losa. Sin embargo, de igual forma corresponde con un material y un sistema absolutamente desigual, con un comportamiento poco solidario, acarreando las mismas consecuencias que en ejemplos anteriores. La conexión entre este diafragma con el muro existente al estar limitada por las características de rigidez, cohesión y perforabilidad de éste último, constituye el punto débil de la solución, ya que los paramentos de tierra son variables y absolutamente impredecibles.

Además, no solamente el hormigón resulta perjudicial con la fábrica de tierra ante movimientos telúricos, sino también el metal de los refuerzos, incluso otros materiales como el ladrillo, al respecto se destaca “... *La introducción de hierros que se oxidan, aumentan su volumen y pierden sus cualidades estructurales. La introducción de pinturas anticorrosivas no siempre es eficaz al igual que el revestimiento con cemento. También cuenta aquí el agregado de ladrillos o materiales cerámicos con mortero de cal (...)*” (Solano, 2010, citado en Universidad Nacional de Costa Rica, 2011).

Desde hace algunos años, las técnicas de construcción tradicionales han continuado su evolución, incluso podría decirse que existió un nuevo apogeo hacia este tipo de construcciones, en el sistema de bahareque, por ejemplo, se introducen algunas reformas, con respecto a la construcción que se utilizó, comúnmente, en la primera mitad del siglo XX. La estructura con relleno de barro, caña y tiestos se modificó para dar paso a piezas aserradas de madera y una serie de grapas metálicas de 19 mm colocadas al tresbolillo hasta la mitad de su profundidad para favorecer la adherencia del revestimiento elaborado con grava y cemento. La estructura se ejecutó con piezas aserradas para producir muros de 0.15 m de espesor con arriostramientos o piezas individuales en esquinas y finales de pared, además de elementos rigidizantes que intentaban conseguir una condición estructural suficientemente estable. La estructura de madera con piezas colocadas cada 0.90 m se pensaba, mejoraba la respuesta de las paredes ante los esfuerzos transversales, constituyendo una unidad continua estructural y suficientemente estable y segura. Incluso, la respuesta estructural de las construcciones de bahareque levantadas durante la primera mitad del siglo XX, a efectos de sismo fue satisfactoria y según los investigadores, este comportamiento se debió en buena medida a la estructura de madera que mantuvo sus condiciones físicas y mecánicas y no a la adición de morteros de cemento que terminaban por desprenderse (Fig. 114).



Fig. 115: Construcción de bahareque con bambú, México. Fuente: tectonicablog.com

La construcción de bahareque en ese momento, contó con paredes 0.15 m de grosor y una altura de piso a techo, es decir, altura completa de pared. No se añadieron elementos adicionales en el área de las cerchas para garantizar las condiciones de aislamiento térmico y acústico, ni para una transmisión de cargas, lo que no evitó que en ciertos momentos se produjeran grietas por sobreesfuerzos de la estructura o por apoyos puntuales sobre las paredes tal y como se analizara en el apartado de patologías. Sin embargo como se ha reiterado, los daños en este tipo de estructuras son considerablemente menores que los que se presentaron en las construcciones de adobe, limitándose muchas veces, a cuarteamientos de revestimiento, desprendimientos de revocos o algunas fisuraciones de reparación relativamente sencilla.

Otra de las variables incorporadas a los sistemas de construcción con tierra, es la utilización de bambú guadua, que aunque, se considera vulnerable al ataque de insectos xilófagos, hongos o fuego, posee gran durabilidad e importantes capacidades mecánicas. Este tipo de sistema tiene su punto más débil en las uniones y en el tratamiento contra la humedad, no obstante al aislar el bambú del suelo y resolver las conexiones apropiadamente, cuenta con un comportamiento eficiente ante los eventos telúricos. Ejemplos de este sistema se ubican en México o Colombia, donde a pesar de los constantes movimientos de tierra, las construcciones de este tipo se han mantenido en buen estado (Fig. 115).

Sin embargo, este sistema constructivo se ha visto aún más modificado por medio de métodos adoptados para aumentar la resistencia de las estructuras ante los terremotos, utilizando nuevamente el hormigón como relleno puntual en ciertas partes de los muros (a manera de pilares). No obstante, entre el hormigón y el bambú no existe buena adherencia, constituyendo uno de los inconvenientes principales. Además, los efectos del secado tienen una influencia importante en la resistencia, al igual que el tamaño del bambú y la colocación y anclaje de los refuerzos. Como resultado, se obtiene que la carga máxima que soporta un elemento de hormigón reforzado con bambú depende de la resistencia a tracción del bambú, de la resistencia a compresión del hormigón y lo que es más importante, de la cohesión entre hormigón y el refuerzo longitudinal. Asimismo, una desventaja importante del bambú como refuerzo es su tendencia, si está ya seco, a absorber una gran cantidad del agua contenida en el hormigón húmedo, lo que tiene como consecuencia la dilatación inicial y la contracción posterior a medida que se da el secado. Este fenómeno provoca la formación de grietas longitudinales en el hormigón, disminuyendo la capacidad de carga de los elementos y la formación de una adherencia deficiente entre el hormigón y el refuerzo. La fisuración es mayor cuando es elevado el porcentaje de refuerzo del bambú, convirtiendo a este sistema en poco eficiente.

Por otra parte, países con elevados índices de sismicidad donde las edificaciones de bahareque han sido ejecutadas utilizando bambú y sus uniones fueron realizadas adecuadamente, pueden considerarse con un comportamiento apropiado ante estos eventos, ya que cuentan con la capacidad para absorber más energía y admitir una flexión mayor antes de que se produzca la rotura. Sin embargo, al mezclar este elemento con el hormigón, se rompe la unidad estructural del edificio, lo que le impide adaptarse a las vibraciones y contorsiones del terreno llevándolo incluso a colapsar.

Menos valorado pero no menos importante es el desprendimiento de los revocos sobre los dinteles que, tal y como fue explicado en el apartado de patologías, genera tras de sí, una serie de problemas asociados con la exposición de las maderas ante los cambios climatológicos. Con respecto a este problema se menciona lo siguiente:

“... El agregado de maderas para dinteles, estructuras, marcos, que tradicionalmente recibieron las arquitecturas térreas, también es causa de deterioro cuando no se ha buscado adherencia entre ambos materiales. Ello puede conseguirse por diversos medios, los más usados son: clavijas, azuelado de la superficie o revestimiento con una estructura de apoyo: sogas, cañitas, arpillera. El no haber realizado ninguno de estos trabajos ha hecho que en varios de nuestros edificios coloniales cayera el revoque que cubría los dinteles, quedando éstos sin revestimiento (...)” (Solano, 2010, citado en Universidad Nacional de Costa Rica, 2011).

Otros factores importantes como la esbeltez de los muros resultan interesantes al momento de evaluar el comportamiento de las edificaciones de tierra ante situaciones de sismo. Los antiguos constructores en adobe tenían en consideración que los muros debían ser anchos para ser estables. Este tema se ha corroborado después de eventos telúricos, llevando a normativas de construcción en las que se recomiendan relaciones estrictas de esbeltez. Las investigaciones acerca de estas relaciones confirman que si la esbeltez es elevada, los edificios de este sistema constructivo requieren refuerzos estructurales que los hagan capaces de soportar los movimientos y las fuerzas. En este sentido, al igual que con el hormigón, muchas estructuras de madera realizadas para trabajar conjuntamente con los muros de tierra se realizan de formas poco adecuadas, perforando excesivamente los paramentos e insertando en ellos elementos de anclaje insuficientes y propensos a la oxidación, incluso se ha llegado a mal recomendar por algunos constructores actuales, la introducción de resinas epoxi para mejorar la unión entre los distintos elementos.

Estas mal llamadas soluciones, han acarreado considerables daños a los edificios, desde la pérdida de material de las paredes, disgregaciones y desprendimientos de revocos, hasta caída de los bloques por rotura posterior a un terremoto, debido a la extrema rigidez del anclaje por encima del movimiento que debe permitir la estructura, esto sin mencionar que dichas intervenciones resultan extremadamente invasivas para los edificios, siendo por lo tanto poco recomendables.

Por otra parte, la integridad estructural y el comportamiento antisísmico de los edificios históricos construidos con tierra, son el resultado de la unión entre los bloques de adobe, entre éstos con el cimiento y con el tejado y en el caso del bahareque, de la integridad estructural de la madera de sus muros y cubierta. Habitualmente este comportamiento se ve afectado por problemas de mantenimiento que reducen significativamente la integridad estructural del edificio, por ejemplo, la falta de conexiones entre pilares y muros, las grietas estructurales preexistentes y no reparadas, la mala calidad del mortero y los daños de la humedad, pueden llevar un edificio al colapso con un movimiento telúrico pequeño en aceleración y magnitud.

Las cimentaciones deficientes que en general presentan falta de anclaje con el terreno, la escasa continuidad, las plantas muy irregulares o alargadas y la inadecuada distribución de muros, especialmente en terrenos ubicados entre medianeras, hacen que las paredes en el sentido transversal de las edificaciones sean escasas, además la gran cantidad de vanos y en algunas oportunidades, de gran tamaño y mal distribuidos, en conjunto con discontinuidad vertical de los muros (especialmente edificios de más de una planta) y la conformación de balcones o voladizos, son otros factores que merman las capacidades estructurales de estos sistemas ante los eventos sísmicos y hacen que las adecuaciones en este tipo de edificaciones se consideren difíciles y costosas económicamente, comparado con el costo de demolerlas y edificar en nueva planta. Además, en algunos casos se ha optado por construir un primer piso utilizando mampostería y sobre éste, un segundo en bahareque. Esto genera grandes cambios de rigidez en la estructura, así como deficiencias en la conexión entre ambos niveles, acarreado patologías estructurales de forma inevitable.

Finalmente, es fundamental que los muros de tierra posean refuerzos verticales que acorten las luces y les ofrezcan estabilidad; ya sea reforzando las divisiones interiores para disminuir la longitud entre refuerzos o disponiendo algún otro tipo de apoyo. Además, la conexión de esta estructura de cubierta con los paramentos es fundamental y debe realizarse por medio de zunchos de reparto sobre los muros portantes. Asimismo, la deficiente profundidad y calidad de los cimientos, el establecimiento de las construcciones sobre terrenos de

mala calidad, una inadecuada disposición de las hiladas o la deficiente o nula traba de los muros, son cuestiones que el diseño antisísmico debe intentar resolver y que habitualmente se han de efectuado de manera poco adecuada. El adecuar las estructuras de tierra lo más óptima y armónicamente posible, sin que se vea alterada su imagen ni resulten intervenciones altamente invasivas en el patrimonio arquitectónico, es el objetivo que debe incorporarse a los proyectos de restauración, haciendo que estas intervenciones establezcan una relación directa con su historia y a su vez respondan adecuadamente según la tipología, ante los movimientos sísmicos.

Es fundamental que las acciones destinadas a la consolidación, adecuación o restauración del patrimonio arquitectónico edificado con tierra, se enfoquen en la resolución, a nivel preventivo, de los aspectos más críticos en cada tipología, intentando mejorar la respuesta de los edificios ante los eventos telúricos que se presentan de forma repetitiva y continuada. La falta de comportamiento conjunto en este tipo de estructuras es de los principales desafíos para una correcta adecuación, ya sea a través de la generación de refuerzos que confinen los elementos, hasta la incorporación de fundas. Las múltiples respuestas que pueden a día de hoy, generarse a partir de estos inconvenientes, resultarán en acciones más pensadas cuyas consecuencias repercutan favorablemente en la imagen y comportamiento de las estructuras de tierra, utilizando ésta como materia prima y al mismo tiempo, manteniendo la calidad y las cualidades similares a las de la estructura original, garantizando la eficaz continuidad entre lo existente y lo intervenido.

A través de los siglos, las edificaciones de tierra han formado parte de sofisticados sistemas de construcción, lo que demuestra la capacidad de los habitantes para desarrollar soluciones o para sobrellevar los embates de la actividad sísmica. No obstante, los conocimientos específicos sobre la manera correcta de mantener y construir edificios de tierra han disminuido o se han contaminado con el tiempo, dejando inmuebles propensos al deterioro o al colapso y más susceptibles a daños posteriores por efecto de los terremotos debido a la intromisión de materiales y técnicas no adecuadas. La preocupación por la seguridad humana, ha sido el impulso para la prohibición de la tierra como un material de construcción, sentenciando a muchos centros históricos o edificaciones aisladas al abandono, llegando incluso a sustituirlas en el paisaje, por construcciones de hormigón, acero o vidrio. Sin embargo, a pesar de que los daños sísmicos son el resultado de los efectos acumulativos de la actividad telúrica, muchas de esas construcciones de adobe y bahareque principalmente, se han resistido a morir, abriendo la puerta hacia el resurgir de la tierra como material al menos en cuanto a la restauración de esta arquitectura. Algunas técnicas actuales desarrolladas en muchos países alrededor del mundo, se presentan hoy como una nueva oportunidad compatible y respetuosa para el rescate de la tradición en las ciudades de tierra.



10 ANÁLISIS, COMPORTAMIENTO Y ESTADO

La arquitectura vernácula en Costa Rica se fue desarrollando en torno a la vida cotidiana según las necesidades de sus habitantes y de la disponibilidad de los materiales. Este tipo de construcciones refleja el pasado de sus pobladores, sus costumbres y en general su forma vida, son a día de hoy un símbolo de identidad del país y el reflejo de su idiosincrasia. No obstante, existe entre los actuales habitantes de las ciudades o áreas rurales, un enorme desconocimiento acerca de su patrimonio arquitectónico, lo que ha generado un marcado desinterés por la conservación y la identificación hacia este tipo de edificaciones, llegando incluso a descalificarlas por encima de los materiales modernos y de los diseños contemporáneos, relegándolas a un segundo plano en materia de preservación.

Sin embargo, a pesar de que este desconocimiento ha contribuido a que muchas de las construcciones de adobe y bahareque, sucumbieran ante el paso del tiempo, desde hace algunos pocos años, en sectores sociales conformados por profesionales de la historia y de la arquitectura principalmente, ha resurgido el interés por rescatar este tipo de arquitectura y traerla de nuevo a la imagen de las ciudades, de manera que retomen el protagonismo que tuvieron en antaño y sean apreciadas por la sociedad actual. La reincorporación de estas construcciones dentro de los núcleos urbanos, contribuiría a fomentar la identificación de sus pobladores, referenciándolas como puntos de encuentro y permanencia dentro de las ciudades.

Por otra parte, la herencia cultural se ha visto mermada por las pérdidas en el patrimonio construido, no obstante, la revitalización en temas de conservación arquitectónica, ha permitido la puesta en valor de algunos centros históricos y el rescate de muchas de las tradiciones, de manera que se ha intentado hacer uso de los edificios como sitios para relacionarse con la cultura. Estas acciones han sido impulsadas sobre todo, desde el Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural como entidad adscrita al Ministerio de Cultura, cuyo objetivo general según lo manifiestan es *“Salvaguardar el acervo histórico cultural plasmado en el patrimonio urbanístico, arquitectónico y en las principales expresiones tradicionales y de la cultura popular con la finalidad de fortalecer nuestra identidad como nación”* (Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio, 2010).

Dentro de las principales iniciativas que se han puesto en marcha en pro de la salvaguarda de las edificaciones históricas en el país, está el certamen anual denominado “Salvemos Nuestro Patrimonio Arquitectónico”, cuya finalidad es *“Contribuir en la preservación del patrimonio construido, propiciando la participación activa de la ciudadanía. Realizando la restauración de un inmueble público o privado seleccionado por esta misma, con lo cual se pretende fomentar el conocimiento y aprecio por los bienes de valor patrimonial en las comunidades”* (Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio, 2010).

Gracias a iniciativas de este tipo, se ha impulsado que los profesionales en la arquitectura, investiguen y realicen propuestas para el rescate de las construcciones históricas y patrimoniales. En este sentido, esta renovación, logra involucrar además de las áreas técnicas, a la ciudadanía, intentando regenerar la visión y el aprecio por las construcciones tradicionales.

Dentro de los inmuebles que a día de hoy se han intervenido, se encuentran algunos ejecutados con las técnicas de adobe y bahareque, considerados los sistemas constructivos más desarrollados por los pobladores de antaño. El hecho de que existan muchas edificaciones de este tipo en el territorio costarricense, evidencia la forma de organización del país hacia mediados del siglo XIX aproximadamente y de allí la importancia de su conservación.

A continuación se presentará un estudio de algunas edificaciones de tierra que han sido restauradas a partir del año 1997 con el inicio del certamen estimulado por el Ministerio de Cultura y algunos otros proyectos que por iniciativas populares o locales, además de otras institucionales, han sido objeto de intervenciones más o menos afortunadas. El estudio se centrará en el estado de los inmuebles previo a los trabajos de restauración, las labores efectuadas, el estado de los edificios una vez finalizadas estas y su situación en la actualidad transcurridos los años y tras enfrentar nuevos movimientos sísmicos importantes.

Se pretende realizar un análisis de las soluciones adoptadas para adecuar los edificios a las reglamentaciones del momento y para atacar las patologías de las cuales fueron víctimas. El estudio no tiene como objetivo realizar críticas poco constructivas sobre las intervenciones, sino por el contrario, hacer énfasis en el desarrollo que han tenido las propuestas de restauración hasta este momento concreto, de manera que en capítulos posteriores, sea posible intentar realizar recomendaciones acerca de cómo abordar este tipo de construcciones en materia de intervenciones arquitectónicas.

LISTADO DE PROYECTOS A ANALIZAR:

● Provincia de Cartago:

- Casona Fausto Calderón, La Unión, Tres Ríos.

● Provincia de San José:

- Casa de la Enseñanza de la Villa Pacacua. Mora.

● Provincia de Guanacaste:

- Casa de la Gobernación.
- Casa Zúñiga Clachar.

● Provincia de Heredia:

- Casona Beneficio Miramonte, Heredia.
- Casa "La Leitona", El Carmen.
- Iglesia de Castilla, Santo Domingo.
- Casa Domingo González, Heredia.

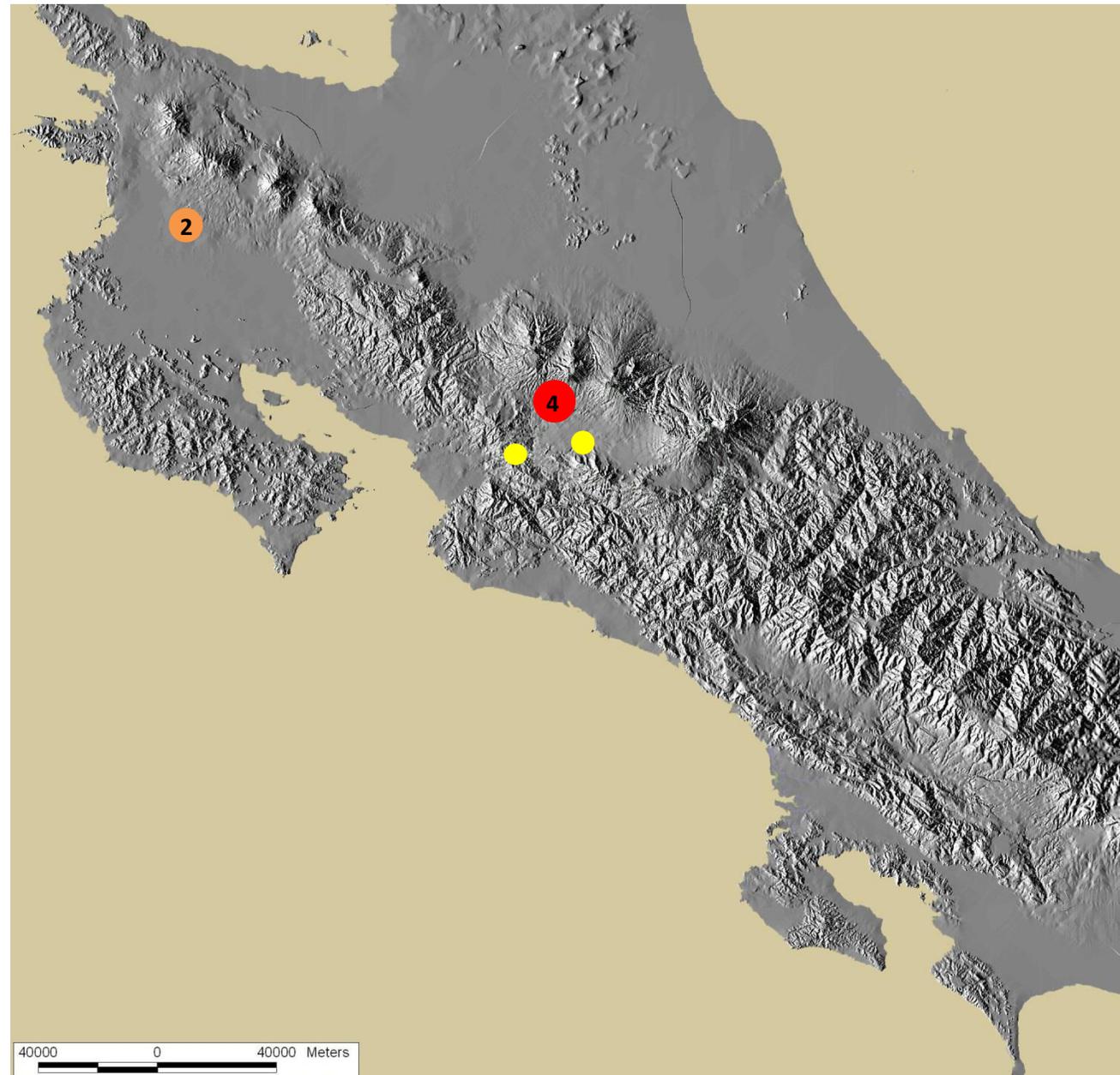


Fig. 116: Ubicación de los proyectos de restauración a analizar. Costa Rica. Fuente: Instituto Geográfico Nacional.



Fig. 117: Casona Fausto Calderón,
La Unión, Cartago. Costa Rica.

Fuente:

www.videos.historia.fcs.ucr.ac.cr

CASONA FAUSTO CALDERÓN

Ubicación: Avenida Central, Calle 8. Cantón de La Unión, Distrito Central. Provincia de Cartago.

Declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico: 30 de Octubre de 2001. Decreto Ejecutivo N° 29896-C, publicado en La Gaceta N° 208. Inmueble de carácter privado (Fig. 117).

Antecedentes Históricos

La Casona o Casa de Fausto Calderón como es mejor conocida, fue edificada en la segunda mitad del siglo XIX, después de que el terremoto del 2 de setiembre de 1841, desolara la ciudad de Cartago y sus poblados aledaños. Primeramente fue concebida para vivienda, no obstante también cumplió las funciones de centro de enseñanza primaria a inicios del siglo XX y durante la construcción de la actual Escuela Central en los años 40. Además albergó en sus instalaciones una lechería, salón de bailes y vivienda unifamiliar, hasta que cayó en desuso después de los años 80.

La vivienda fue propiedad de varias generaciones, entre ellas la de Fausto Calderón Gené, quien aportó detalles para identificar los primeros planos de la casona, de ahí que se le reconozca por su nombre.

Descripción Formal

El edificio se realizó inicialmente bajo la técnica del adobe, siguiendo la tipología de vivienda rural: desarrollo lineal perpendicular a la línea del camino. Contó con amplios corredores en forma de “L” a lo interno de la vivienda los cuales daban servicio a las habitaciones. Al final de los dormitorios se ubicó el horno y el espacio para lavar la ropa, además de la trocha característica de este tipo de construcciones, aislada de la vivienda y con cubierta de madera y teja. La edificación, contó también con un pequeño huerto para la siembra de plantas medicinales y de los productos habituales para la consumición. Hacia el exterior, la fachada presentó aberturas similares en tamaño y ubicación. Desde sus inicios se ha documentado la presencia de la cubierta en teja.

Por otra parte, se tiene constancia de que después del terremoto de 1910, el edificio fue transformado, añadiéndosele algunas divisiones en bahareque. Las puertas, ventanas, vigas, columnas y cerchas fueron realizadas con maderas de cedro y guachipelín. Dicha edificación por su antigüedad, reviste importancia histórica, al mismo tiempo que es un símbolo para la comunidad, que luchó hasta conseguir su restauración en el 2011.



Fig. 118: Presencia de muros de ladrillo, Casona Fausto Calderón.
Fotografía: Rosa Malavassi



Fig. 119: Grietas puntuales por apoyo de cubierta, Casona Fausto Calderón.
Fotografía: Rosa Malavassi



Fig. 120: Colocación de zuncho de madera, Casona Fausto Calderón.
Fotografía: Rosa Malavassi

Estado de la Edificación Previo a la Intervención

Tras sufrir algunas modificaciones a principios de siglo XX, a raíz del terremoto de 1910, la construcción pasó por diversas etapas debido a sus múltiples usos, los cuales le acarrearón cambios en su configuración formal. Además de las paredes de bahareque y una vez entró a regir la prohibición hacia el uso de la tierra como material de construcción, la casona recibió todo tipo de revestimientos y adosados. Entre los materiales que se encontraron durante la etapa de restauración, se contabilizaron numerosos tipos de revocos, algunos de morteros de cal y la mayoría de morteros de cemento estratificados en distintos momentos a través de su historia. Algunas de estas capas no se eliminaban sino, por el contrario, se procedía a la colocación de un nuevo revestimiento, sobre los trozos del último. Además se encontraron algunos muros de ladrillo adosados a la estructura de adobe e incluso trasdosando paredes de bahareque (Fig. 118).

La cubierta también sufrió algunas modificaciones, al instalarle láminas metálicas y sobre ellas las tejas. Asimismo, los muros presentaban problemas de humedad por ascensión capilar, grietas por flexión, disgregación y una gruesa capa de pintura de esmalte graso, lo que agravaba el problema de la humedad. Además, algunas paredes presentaban desplome y grietas verticales en los buques de ventana. Finalmente, la mayoría de las carpinterías originales –al igual que los muros- fueron pintadas con esmaltes grasos y otras fueron cambiadas.

Análisis de la Intervención

La obra se inició en el mes de noviembre de 2011 y tuvo una duración de 4 meses. La intervención fue supervisada por el Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural y contó con el financiamiento de la empresa privada propietaria del inmueble en ese momento. El costo total de la restauración ascendió a los 90 millones de colones (alrededor de 140.000 euros).

Las primeras acciones iniciadas fueron las que atacaban el problema de la cubierta, ya que presentaba filtraciones, gran cantidad de tejas faltantes o quebradas y la estructura apoyaba directamente sobre los muros, originando cargas puntuales y grietas verticales (Fig. 119). En este sentido la intervención consistió en eliminar toda la estructura de madera que conformaba la cubierta y posteriormente proceder con la instalación de una pieza de madera para el reparto de las cargas a manera de zuncho perimetral sobre los muros de adobe (Fig. 120). La estructura fue sustituida en un 98% ya que se consideró que no estaba en buenas condiciones, debido al ataque de xilófagos. Únicamente se conservaron algunas piezas puntuales y vigas hacia los extremos de muros.



Fig. 121: Ejecución de la nueva cubierta, Casona Fausto Calderón.
Fotografía: Rosa Malavassi



Fig. 122: Detalle de refuerzos en esquinas, Casona Fausto Calderón.
Fotografía: Rosa Malavassi



Fig. 123: Detalle de elaboración de adobes, Casona Fausto Calderón.
Fotografía: Rosa Malavassi

Asimismo, se procedió a la ejecución de la cubierta nueva por medio de tirantes, vigas y correas aserradas de madera para posteriormente, colocar las láminas metálicas con aislamiento térmico y sobre éstas, las nuevas tejas de barro (Fig. 121). Es importante destacar que se realizaron refuerzos en las esquinas de los muros, para solventar los empujes y mantener la estabilidad de la estructura por medio de la colocación de piezas de madera ancladas entre sí y al mismo tiempo a las paredes. Esta constituye la única medida preventiva adoptada para mejorar el comportamiento antisísmico de la estructura (Fig. 122).

Seguidamente, se iniciaron los trabajos en los muros de tierra, para lo cual se realizaron nuevos bloques de adobe siguiendo la técnica tradicional y se colocaron en las áreas faltantes (Fig. 123). Con respecto a esto se destaca “... las paredes de adobe se restauraron con tierra de Heredia, cal y zacate especial para amarrar e, igualmente, se utilizó madera pilón para las vigas y techos y para reforzar las esquinas” (Ramírez, 2012, citado en Nación, 2012).

Tal y como se mencionó anteriormente, la casona había sido modificada en varias ocasiones con materiales no tradicionales como el mortero de cemento y el ladrillo, cuyas consecuencias derivaron en disgregaciones y fisuras. En este sentido la intervención consistió en rellenar las grietas con mortero de barro enriquecido con cal y posteriormente la aplicación de revocos de cal. Las reparaciones de mortero de cemento se retiraron en su totalidad y se ejecutó un nuevo revestimiento siguiendo los lineamientos tradicionales. Además, algunas paredes existentes de bahareque también presentaban disgregaciones, por lo que se hizo necesaria la reposición de parte del relleno y del revoco. En este caso también se ejecutó la mezcla en el sitio con técnicas similares a las originales utilizando fibras vegetales, cal y barro. Aquellas paredes que habían sido levantadas en los años 70 con motivo de las adaptaciones a los distintos usos del edificio, fueron demolidas por considerarse que carecían de valor al alterar el carácter original del inmueble. No ocurrió de la misma manera con los muros y pilares de ladrillo, los cuales fueron revocados con mortero de barro y cal y se mantuvieron en el sitio.

Con respecto a los suelos interiores de la edificación, éstos eran de madera y en su mayoría se encontraban en buen estado, por lo que se optó por un decapado de las piezas y la aplicación de un tratamiento preventivo para los hongos y xilófagos. Este mismo procedimiento fue seguido con las carpinterías originales de ventanas y puertas, además de realizar la inserción de nuevo acristalamiento. La carpintería que en su momento fue cambiada, se retiró y se colocaron nuevos elementos siguiendo la misma línea de las originales. En cuanto al pavimento de piedra del corredor interior, no se realizaron labores de rejuntado, sino, más bien se optó por sustituirlo por una losa de hormigón armado al que posteriormente se le aplicó una capa de ocre rojo.



Fig. 124: Antes y durante intervención.
Fotografía: Alexandra Ramírez.



Fig. 125: Corredor interior al final de los trabajos de restauración.
Fotografía: Alexandra Ramírez.



Fig. 126: Casona, estado actual.
Fuente: www.nacion.com

Estado Actual

Una vez finalizadas las labores de restauración, la casona Fausto Calderón fue donada a la Municipalidad de La Unión, para utilizarla como museo local y área para la exposición de piezas antiguas, obras de arte y fotografías. Además, se acordó mantener un segmento de terreno boscoso paralelo a la casona, como elemento de contención o transición entre las nuevas edificaciones y la restaurada, de manera que se evite adosar estructuras en las medianeras y de esta forma se preserve mejor la arquitectura patrimonial (Fig. 124).

No obstante, a pesar de que han trascurrido tan solo 17 meses de terminadas las obras de restauración, el edificio empieza a dar las primeras muestras de la falta de mantenimiento, ya que el revestimiento con mortero de cal se ha ido degradando sin que exista un plan para su conservación periódica, como solía ocurrir antiguamente, donde incluso en los lineamientos urbanísticos de este cantón se establecía un mantenimiento en el encalado de las fachadas de las edificaciones cada año (Fig. 125).

Por otra parte, los muros interiores que dan hacia el corredor interior, presentan a día de hoy algunas patologías, centradas principalmente en la presencia de humedad por capilaridad (Fig. 126). La presencia de estas humedades podría responder a que en su momento no se pusieron en práctica medidas para la desecación o ventilación de los paramentos. Además no puede omitirse la presencia de la losa de hormigón armado que se realizó para sustituir las losetas de piedra del corredor. Este cambio aunque muchas veces puede verse como una medida práctica ante el nuevo uso dado al inmueble, puede acarrear este tipo de patologías al impedir la aireación de los muros y sellar por completo el terreno.

En cuanto a su respuesta sísmica, el edificio no ha presentado problemas importantes, a pesar de haber sufrido el embate del terremoto del pasado 05 de setiembre de 2012. Únicamente se presentaron algunas fisuraciones en las paredes y pilares de ladrillo que se revocaron con mortero de barro, al igual que una pequeña grieta en el encuentro entre el piso de madera del interior de la casona y la nueva losa de hormigón del corredor. De momento estos detalles no han sido reparados.

Finalmente se destaca la gran acogida que ha tenido este proyecto en la comunidad, aunque no ha ocurrido así entre algunos profesionales que lo consideraron excesivo principalmente en su aspecto estético, ya que presenta ahora una imagen demasiado nueva que no se corresponde con su historicidad. No obstante, este espacio ha sido reintegrado dentro del núcleo urbano y contribuye a la identificación de los vecinos con este tipo de arquitectura.



Fig. 127: Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua, Mora, San José. Costa Rica.
Fuente: www.patrimonio.go.cr



Fig. 128: Escuela Pedro María Badilla, San Rafael, Heredia. Costa Rica.
Fuente: www.wikimapia.org



Fig. 129: Escuela José Martí, San Isidro, Heredia. Costa Rica. Fuente: www.wikimapia.org

CASA DE LA ENSEÑANZA VILLA DE PACACUA

Ubicación: Costado norte "Plaza de la Villa de Pacacua". Cantón de Mora, Distrito Colón. Provincia de San José.

Declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico: 15 de diciembre de 2006. Decreto Ejecutivo N° 33636-C. Inmueble de carácter público (Fig. 127).

Antecedentes Históricos

Esta Casa de Enseñanza, debe su nombre al reino indígena Pacacua del siglo XVI *"cuyos habitantes pertenecían a la etnia y cultura huetar y cuyo asiento principal se encontraba en el actual cantón de Mora (...)"* (Fernández, 1975). Según consta en archivos municipales, este centro de enseñanza existía ya en el año de 1850, sin embargo debido a los movimientos sísmicos de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, el edificio original de adobe colapsó, siendo sustituido en 1936, por una nueva construcción de bahareque, edificada sobre los antiguos cimientos. Este edificio, fue levantado gracias a una licitación pública por un monto -en aquel momento- de 30000 colones (unos 47 euros). El encargado de la construcción fue Mario Montero Romero, maestro de obras muy cotizado en aquel lugar. Los trabajos ascendieron, finalmente a los 35000 colones (55 euros), ya que el terreno hacia la parte norte, presentaba un fuerte declive que fue necesario rellenar.

Posiblemente, para la construcción de la escuela, se tomó como base la planimetría modelo que el Ministerio de Educación, trabajaba en ese momento, ya que el diseño arquitectónico de este inmueble es idéntico al de la Escuela Pedro María Badilla y la Escuela José Martí, ambas de épocas similares (Figs. 128 y 129). Con respecto a los materiales para realizar las obras, a excepción de la arena y la piedra que fueron extraídas del río Pacacua, la demás materia prima fue trasladada en carreta desde la ciudad capital.

Hacia el año de 1963, la escuela fue trasladada a un nuevo inmueble localizado al costado sur de la plaza de deportes. Es a partir de ese mismo año que el antiguo edificio, pasa a convertirse en Palacio Municipal, albergando todas las instalaciones pertinentes durante 42 años.

Finalmente, en el mes de marzo de 2005, la Municipalidad traslada sus oficinas a un nuevo inmueble, a 300 metros de distancia y el edificio de bahareque es cedido por este ente gubernamental, para acoger en él un Centro Cantonal de Cultura.



Fig. 130: Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua, Mora, San José. Costa Rica.
Fuente: www.patrimonio.go.cr

Descripción Formal

Según se ha constatado en investigaciones locales acerca de este edificio, que tiene una estructura de pilares de madera colocados modularmente cada 0.85 m a 1.00 m de distancia, salvando los espacios destinados a buques de puertas y ventanas. Sobre estos pilares se colocó la estructura de cerchas de la cubierta y las correas, todo realizado con madera aserrada. Posteriormente para el techo, se instalaron láminas metálicas. Según se manifiesta en documentación, esta obra no tuvo teja en la cubierta como consecuencia del escaso presupuesto, además de que al ser destinado para un centro de enseñanza no formaba parte de los edificios que se consideraba, debían destacar en los entornos urbanos (Fig. 130).

Formalmente el edificio se conformaba de un cuerpo central y dos cuerpos laterales con una configuración en forma de "T", que posteriormente cambió un poco debido a algunas ampliaciones para incorporar nuevos aposentos.

Las paredes están realizadas con la técnica del "bahareque francés", que consistía en que una vez se rellenaran los paramentos con el barro e insertados los tiestos, se procedía a colocar una especie de malla metálica fina, para luego realizar el revestimiento de barro, arena y pelo de animal (normalmente de cerdo). Al interior, las paredes se doblaban con tablas de madera de laurel, misma que fue utilizada para las puertas, ventanas y falsos techos. De esta forma, la edificación no evidenciaba su alma de tierra, además que ofrecía una imagen que para su tiempo- se consideraba- más pulcra y menos "pobre". Asimismo, toda la marquetería se hizo con madera de pochote y de cenízaro para los suelos interiores, mientras que en los corredores se instalaron suelos de baldosas.

Estado de la Edificación Previo a la Intervención

Según se ha comentado anteriormente, el edificio albergó, en primera instancia, el centro de enseñanza durante 27 años para luego, pasar a ser ocupado por las instalaciones de la Municipalidad. Este hecho conllevó numerosos cambios en la morfología de la obra, desde la incorporación de distintos muros de madera, aposentos y buques, hasta la fachada principal del inmueble. Se eliminaron las marqueterías y ventanas originales para sustituirlas por otras más modernas, se descartaron las decoraciones en los pilares y la cubierta y se retiraron algunos apoyos de madera para reemplazarlos por pilares de hormigón. La cubierta original se sustituyó por completo, creando una nueva estructura y cambiando la dirección de las vertientes. Además se eliminaron las decoraciones metálicas que se ubicaban sobre las cumbres.

La aparición de innumerables áreas cerradas que subdividían los salones originales, fue uno de los principales problemas que presentaba el edificio, ya que cambiaba por completo la disposición de las circulaciones y constreñía los espacios interiores, impidiendo disfrutar de las conexiones entre el patio interior y las áreas habitables. El expolio de las columnas y las barandillas de sus corredores, fue otro problema ya que desaparecieron para ser usados en una construcción particular. Además, el edificio presentaba patologías relacionadas con filtraciones de agua a través de la cubierta, deficiente sistema de iluminación y en general mala disposición de las instalaciones. Las paredes de bahareque por su lado exterior fueron recubiertas por revocos de mortero de cemento y las grietas producto de los movimientos sísmicos habían sido colmatadas completamente con este mismo mortero. Asimismo, estéticamente la construcción había perdido por completo el carácter y estilo que le dieron origen.

Análisis de la Intervención

Este proyecto se desarrolló gracias al certamen del Ministerio de Cultura en el año 2007 y contó con una inversión de 50 millones de colones (78.000 euros). Constituye una intervención muy profunda en la morfología del edificio, ya que se justificó en la necesidad de devolver al inmueble, sus características originales y el aspecto estético que tuvo al momento de su construcción.

Inicialmente, se realizaron las labores en la cubierta por medio del replanteo de su forma, ya que tal y como se mencionó, durante la etapa en la que la construcción albergó las funciones de la Municipalidad, este elemento fue reformado totalmente. Se desmontó por completo la estructura de madera: tirantes, viguetas y correas y se retiraron las láminas metálicas. Seguidamente, se procedió con la ejecución de la nueva estructura, con base en planos y documentación de la época de la construcción original, de manera tal que se correspondiera con el diseño inicial. Para ello también se analizaron las tipologías de los centros educativos citados con anterioridad.

Estas labores de reconstrucción afectaron la disposición de los falsos techos de madera de laurel, por lo que se recuperaron las piezas en buen estado, efectuándoles un decapado y un tratamiento preventivo contra hongos y xilófagos. En las áreas que presentaron faltantes de material original, se ejecutaron los cielos con nuevas tablas de madera de similares condiciones estéticas. Con ambos trabajos –de cubierta y falso techo- se eliminaron por completo los problemas de filtración. La decoración metálica que coronaba las cumbreras no fue reconstruida, a pesar de que se había planteado su repristinación, por considerarse innecesaria y falsa.

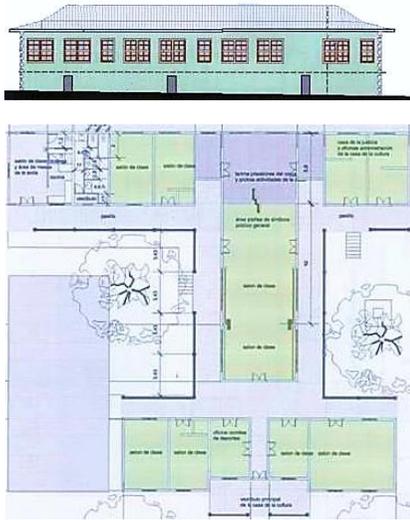


Fig. 131: Planos de Intervención, Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua. Fuente: www.patrimonio.go.cr



Fig. 132: Vistas del pasillo, Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua. Fuente: www.patrimonio.go.cr

Los trabajos continuaron con las obras de ordenamiento de la distribución del edificio. Se eliminaron divisiones posteriores de madera que hacían los espacios y se unificaron amplios salones. Además, se descartaron construcciones adosadas a la construcción original, ya que se consideraba que no eran propias de la época en la que se concibió la obra y deslucían a la edificación. En su lugar se liberaron espacios y se realizó la ampliación del área destinada a cocina y comedor siguiendo el patrón tipológico de la obra. Asimismo se incorporó un espacio para bodega con la creación de un sótano que aprovechaba el desnivel del terreno y se ejecutó una nueva batería de baños. Ambas obras se edificaron por medio de paredes de fibrocemento (Fig. 131).

Por otra parte, se realizaron trabajos en las carpinterías, recuperando aquellas que mantenían las características originales del edificio y sustituyendo las que se habían modificado con el paso del tiempo. Igualmente, fue necesaria la reconstrucción de la gran mayoría, ya que la forma de los ventanales de tipo guillotina, se habían modificado a tal grado, que era posible encontrar hasta 4 tipos diferentes de estos elementos. Además se realizaron nuevos buques de ventana para dar continuidad a los espacios (Fig. 132). Las puertas en general estaban en buen estado, por lo que se procedió únicamente con un decapado. Los muros de bahareque se conservaban en condiciones aceptables, por lo que se realizó un nuevo revestimiento en las áreas que presentaban disgregación y se colmataron nuevamente las grietas verticales. Para ambas labores se utilizó mortero de cemento y pintura de esmalte graso. Con estos mismos materiales se reconstruyeron las simulaciones de sillares en las esquinas de los volúmenes principales, amparados en *“la reconstrucción de detalles según criterio de la época”* (Jiménez, 2007, citado en Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio, 2010).

Es importante destacar que aunque se realizaron revestimientos nuevos y reparación de fisuraciones en las esquinas de los muros, no se efectuaron trabajos para mejorar el comportamiento antisísmico de la estructura ni para solventar los empujes de la nueva cubierta, lo que significa un gran vacío en cuanto a la adecuación de este tipo de construcciones a las solicitaciones sísmicas, limitándose exclusivamente a mejorar su imagen estética. Finalmente, las columnas de hormigón y barandilla prefabricadas de este mismo material que se habían añadido al edificio posteriormente en su fachada principal, fueron eliminadas y sustituidas por nuevos pilares de madera lacados con decoraciones metálicas que se consideraron existieron originalmente. En cuanto a la barandilla y al rosetón ubicado en el frontón del acceso, no se realizó ningún tipo de reconstrucción ya que no se contaba con información suficiente para ello, limitándose a la restauración de las piezas de madera que lo componían. Este mismo tratamiento se aplicó a los suelos de madera de los aposentos interiores.



Fig. 133: Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua, antes y después de las obras.
Fuente: www.patrimonio.go.cr

Estado Actual

La Casa de la Enseñanza de la Villa de Pacacua, una vez terminadas las labores de restauración, pasó a denominarse Centro de Cultura del Cantón de Mora, cuyas funciones consisten en conformar un centro de enseñanza de las bellas artes, lenguas, ciencias y otras actividades de índole artística y de expresión cultural. Constituye un lugar para la realización de todo tipo de actividades comunales, tales como teatro, danza, bailes populares, pintura, escultura y agrupaciones musicales, además de espacio para exposiciones, presentaciones y conciertos (Fig. 133).

Actualmente, este inmueble presenta signos notables de deterioro, principalmente en los paramentos exteriores, como consecuencia de las múltiples capas de revestimiento con mortero de cemento. Este revoco se ha ido degradando con el paso del tiempo y la incidencia de los agentes climatológicos, además de los movimientos telúricos que se han producido desde la clausura de las obras en el año 2008. Además, este detrimento en el aspecto del edificio, se ha visto incrementado por un programa de mantenimiento poco controlado.

Por otra parte, la ampliación de la batería de servicios presenta a día de hoy un importante deterioro, ya que el material empleado para esta obra, no ha sido el más óptimo, lo que ha generado la aparición de algunas patologías concentradas principalmente en la presencia de grietas, roturas y desconchados. Los principales agrietamientos se han localizado en la convergencia de materiales distintos: bahareque y fibrocemento, que ante la inexistencia de juntas constructivas y la incompatibilidad mecánica de ambos, tienen movimientos distintos al ocurrir un terremoto y se separan.

Asimismo, aunque el proyecto de intervención fue muy apreciado por la comunidad, ha devuelto el edificio para un uso público y está siendo utilizado para beneficio de los vecinos, no es precisamente un buen ejemplo de intervención desde el punto de vista técnico. Ante el estudio de los trabajos realizados, puede decirse que han sido enfocados básicamente a la reconstrucción de un inmueble desde el aspecto de la imagen externa, obviando otras condiciones fundamentales que debieron tomarse en consideración al momento de acometer las labores de restauración. Mejoras estructurales en aras de procurar un adecuado comportamiento ante los constantes movimientos sísmicos o el entendimiento de la tierra como principal componente de la construcción, son algunos de esos temas que no se han logrado plasmar de la manera más óptima. La presencia de excesivos revocos de cemento en las paredes de bahareque, tendrán inevitablemente, importantes secuelas con el paso de los años.



Fig. 134: Casa de la Gobernación, Liberia, Guanacaste. Costa Rica.
Fuente: www.patrimonio.go.cr

CASA DE LA GOBERNACIÓN

Ubicación: Calle Real de Liberia, Avenida 25 de julio. Cantón Liberia, Distrito Central. Provincia de Guanacaste.

Declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico: 21 de junio de 1983. Decreto Nº 14590. Inmueble de carácter público (Fig. 134).

Antecedentes Históricos

Se construyó aproximadamente en 1850, por Indalecio Maleaño y Midence un hacendado nicaragüense, quien en 1865 la vende a Guadalupe Marín Sandoval. En 1882 esta propiedad es inscrita en el Registro Público, bajo la siguiente descripción:

"... Medida superficial de la casa, treinta y seis y media varas de frente por dieciocho de fondo, y el solar, treinta y seis y media de frente por cincuenta y dos y media de fondo. La casa está dividida en tres piezas grandes de habitación, dos ídem pequeñas, una cocina, un corredor por dentro y dos por fuera" (Partido de Guanacaste, tomo 14, folio 54, número 3128, asiento 1, citado en Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio, 2010).

A partir del 9 de abril de 1910, esta propiedad privada pasa a ser propiedad pública, hasta que posteriormente, en la década de los años 70, se traspasa a manos de la Corporación Municipal de Liberia.

Este edificio ha sufrido pocas modificaciones desde su construcción, siendo la mayoría de ellas, con el objetivo de preservar su estructura original. Por ejemplo en 1899 se le realizan modificaciones tendientes a darle mayor comodidad a las habitaciones en que se alojaba la familia de los propietarios. En esa primera intervención, se dejaron intactas las paredes, la dimensión de los salones y la mayor parte de sus puertas y ventanas. Hacia la década de los años 40, se sustituye la cubierta de teja por el de láminas metálicas y es en esta misma época que se elimina el piso de madera de los corredores perimetrales, para colocar baldosas. Además se reemplazan las barandillas de madera, por otras de hormigón.

Asimismo en los años 70, sufre algunas modificaciones en sus ventanas y salones para alojar las oficinas del gobernador, se cambió el alumbrado y se mejoraron los falsos techos de madera. Además a las gruesas paredes de barro se les decoró por medio de pintura color celeste.

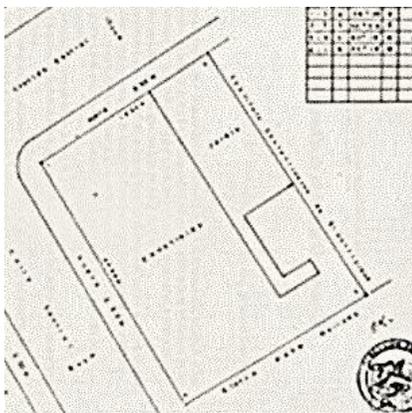


Fig. 135: Casa de la Gobernación, Liberia, Guanacaste. Costa Rica. Fuente: www.patrimonio.go.cr



Fig. 136: Casa de la Gobernación, previo a la intervención. Fuente: www.patrimonio.go.cr

Descripción Formal

La edificación ocupa la esquina de uno de los cuadrantes principales en el centro del cantón de Liberia. Posee una configuración alargada y cuenta con un inmenso patio con palmeras y árboles que en su momento se utilizó para la recepción de los visitantes que atendía el gobernador. Este patio limita hoy con la Escuela Ascensión Esquivel Ibarra (Fig. 135). Es una construcción al estilo de las casas de hacienda, con una estructura portante de horcones de madera y soportes de cubierta con soleras del mismo material.

El inmueble está construido bajo la técnica del adobe y cuenta con paredes de aproximadamente un metro de espesor. Según investigaciones, se ha logrado identificar que la mezcla para la preparación de los bloques se realizó con barro y césped traídos de una finca situada al noroeste de la ciudad. En cuanto a las razones para el acarreo de estas materias primas, se piensa que pudo deberse a que -según la tradición- poseían mejores características que los del propio terreno de llanura en el que se asentaba el nuevo edificio.

En la sala esquinera de la obra, se ubicaba un gran salón para las sesiones que en sus primeros años, se utilizó para celebrar ostentosos bailes en fechas importantes para el cantón. El carácter tan marcado de este edificio con respecto a las humildes construcciones aledañas, hizo que las relaciones sociales entre la clase alta y las más bajas fuesen extremadamente notables. Ciertamente, a esta sala acudían los que pertenecían a la alta sociedad, mientras que el salón siguiente era dedicado a los obreros. No obstante, en cuanto el Concejo Municipal se alojó en el edificio, este espacio se utilizó como sala para las reuniones del pueblo, alojándose lo más representativo de la comunidad. Originalmente su cubierta fue de tejas de barro cocido y los barandales de los corredores de madera. Además cuenta con la mayor parte de las carpinterías sin intervenir (Fig. 136).

Estado de la Edificación Previo a la Intervención

La construcción presentaba algunas muestras de deterioro principalmente en la estructura de madera de la cubierta por ataque de xilófagos. Algunas piezas con excesiva longitud tenían flechas importantes, lo que amenazaba la estabilidad de la estructura y además existían daños por humedad en estos elementos.

Asimismo, otro de los principales problemas lo constituían algunas grietas longitudinales en las esquinas de los muros de adobe, como consecuencia de los fuertes movimientos sísmicos con epicentro en la provincia, que se habían presentado en los últimos años. Estos mismos movimientos fueron los responsables de que se llegara a

dudar del buen estado de la cimentación del edificio, por lo que era necesario la elaboración de catas y estudios previos a la intervención.

Otro de los problemas que afectaba al inmueble, era la presencia de revestimientos de mortero de cemento efectuados en reparaciones de los años 80 principalmente, que ocasionaban disgregaciones en las paredes, algunas de grandes proporciones, que de igual manera, hacían peligrar la estabilidad del edificio.

Finalmente, los cambios en la distribución de los salones mientras la construcción fue de uso municipal, acarrearón cambios importantes en la disposición de buques de puertas, ventanas y en la incorporación rudimentaria de las instalaciones eléctricas, por lo que algunos muros habían visto mermado su volumen de manera considerable.

Análisis de la Intervención

Las primeras acciones que se tomaron en el inicio del proyecto, fueron las dedicadas a la revisión de las cimentaciones. Las bases de piedra se encontraron en buen estado, mientras que los horcones empotrados en el terreno estaban levemente dañados por la humedad. En este sentido se procedió con la aplicación de un tratamiento para corregir el problema y para prevenir la aparición de hongos o xilófagos.

Seguidamente, se acometieron labores para reparar las áreas con problema en los revestimientos. Tal y como se comentó con anterioridad, en los últimos años se había sustituido la costumbre de encalar las edificaciones, por la aplicación de morteros de arena y cemento Portland. Como consecuencia de estas intervenciones, fue necesario retirar por completo la capa de revoco y ejecutar una nueva con la técnica original de barro. Posteriormente se encalaron las paredes para darles un acabado en blanco. En este sentido es importante destacar que a la ciudad de Liberia se le denomina “la Ciudad Blanca” ya que históricamente, todas sus edificaciones tenían este color debido a que la capa de revoco se realizaba cada año, de esta manera se daba mantenimiento a las estructuras de barro.

Por otra parte se realizó la revisión de toda la estructura de la cubierta, llegando a sustituir las piezas de madera que presentaban flechas excesivas y las que habían sido foco de xilófagos. Se había previsto el refuerzo de toda la estructura portante del edificio para proceder con la colocación de una cubierta de teja, no obstante, a pesar de que se ejecutaron mejoras estructuralmente, al final la cubrición se realizó con nuevas láminas metálicas.



Fig. 137: Detalle de balastrada, Casa de la Gobernación. Fuente: costaricaexplorerguide.com



Fig. 138: Casa de la Gobernación después de la intervención. Fotografía: Juan Sibaja.

Otro de los aspectos en los que se intervino, fue en la balastrada prefabricada de hormigón. En su lugar se instaló una nueva barandilla en madera lacada según las características que se mencionaba, tenía la original. Para esto se tomó en consideración el registro fotográfico de la época (Fig. 137).

Además, en el aspecto estructural de los muros, las grietas verticales se colmataron con morteros de cal y fue necesario recurrir a la realización de algunos nuevos adobes para sustituir los que presentaban pérdidas importantes de volumen. Asimismo, se mejoró la traba en los sitios donde había pequeños desplomes, intentando dar continuidad estructural a todo el inmueble, de manera que se aumentara su resistencia ante los eventos sísmicos.

En cuanto a las instalaciones, anteriormente se habían realizado enormes rozas en los muros, incluso se habían perforado transversalmente algunos, para lograr llevar electricidad a todo el inmueble, por lo que una vez restituidos los faltantes y aprovechando el cambio de cubierta y falso techo, este tipo de instalaciones se canalizaron sin que fuesen evidentes.

Por otra parte, se cambió el sentido de acceso al edificio para hacerlo de la misma forma en la que se hacía históricamente. Este cambio implicó además la incorporación de nueva señalización según los lineamientos dictados en centros históricos internacionales.

Asimismo, se eliminaron pequeñas construcciones de mala calidad que se habían levantado en el patio interior, ya que se consideró que no se correspondían con la morfología del edificio, además de que restaban interés al jardín como espacio libre y de descanso.

Finalmente, se intervino en las carpinterías, eliminando aquellas que eran de perfil moderno y sustituyéndolas por otras según el estilo de las originales. En este sentido es importante destacar que la gran mayoría de las puertas y ventanas estaban en muy buen estado y fue necesario únicamente, aplicar un decapante y un tratamiento preventivo contra xilófagos y hongos. Este mismo tratamiento fue el que se utilizó para los pisos interiores de madera, sustituyendo solamente algunas piezas que se encontraban en mal estado debido a la humedad. Los pisos exteriores del corredor fueron sustituidos en su totalidad por considerarse que no encajaban con la tipología del edificio. En su lugar se colocaron nuevas baldosas con un diseño similar al que tuvo en su época. Al igual que con la barandilla, la disposición del suelo se hizo con base en el registro fotográfico (Fig. 138).



Fig. 139: Casa de la Gobernación después de la intervención. Fuente: www.skyscrapercity.com



Fig. 140: Casa de la Gobernación después de la intervención. Fuente: www.skyscrapercity.com

Estado Actual

La Casa de la Gobernación de Liberia es a día de hoy, uno de los edificios de finales del siglo XIX, mejor conservados de los que existen en ese centro histórico. La intervención efectuada gracias al certamen del Ministerio de Cultura en el año 2002-2003 contó con una inversión de 100 millones de colones (157.000 euros aproximadamente).

A pesar de que han transcurrido algunos años desde la restauración y se han registrado algunos movimientos sísmicos de magnitud y aceleración importantes, el edificio no presenta signos de deterioro, debido posiblemente a que se estableció un riguroso plan de mantenimiento periódico. En dicho programa se estipuló que tal y como sucedía antiguamente, las paredes debían encalarse cada año, de manera que se contribuyera a su protección y a la imagen limpia dentro de la trama urbana. Además el grosor de los paramentos contribuye a la estabilidad de la estructura y al tener cubierta ligera, no se excede en cargas sobre los muros. Todo esto a pesar de que las medidas tomadas para adecuar el inmueble a la normativa sismo resistente, pueden resultar escasas o un poco ligeras.

Asimismo, aunque se realizaron algunos cambios considerables que fueron objetados en su momento por profesionales, principalmente por considerarse que no respetaba las aportaciones de otras épocas, tal como el cambio de la balastrada o del suelo de los corredores, el edificio posee una unidad estructural y estética que no interfiere con la imagen que presentaba al momento de la intervención (Figs. 139 y 140).

Actualmente, esta construcción es utilizada como museo local. Además funciona como espacio para exposiciones de obras de arte, fotografías y para la realización de actividades comunales. Por otra parte, con el objetivo de que el espacio se utilice lo máximo posible y sea conocida localmente, esta construcción fue incluida dentro de un recorrido urbano y turístico existente en la ciudad.

Finalmente es importante mencionar que el cantón de Liberia tiene previsto a medio plazo, la restauración de un gran número de viviendas de adobe y bahareque. El objetivo es que una vez adecuadas todas estas edificaciones, pueda darse al núcleo principal, la primer declaratoria oficial de centro histórico visitable de la provincia.



Fig. 141: Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica.
Fuente: www.patrimonio.go.cr

CASA DE LA FAMILIA ZÚÑIGA CLACHAR

Ubicación: Calle Real de Liberia. Cantón Liberia, Distrito Central. Provincia de Guanacaste.

Declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico: 20 de julio de 1999. Decreto Ejecutivo N° 27981-C. Inmueble de carácter privado (Fig. 141).

Antecedentes Históricos

Según los registros de la Gobernación de la Provincia, ya desde el año 1854 existía esta edificación. Su propietaria Lucia Mena adquirió el inmueble por herencia de su madre Eufrasia. La descripción que figura de la época se refiere a ella como *“Terreno con una casa situada en la Calle Real de Liberia 150 varas al sur de la plaza principal”* (Registro Público, folio 156, tomo 1223, asiento 8, número 7371, citado en Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio, 2010).

Tanto esta vivienda como sus homólogas y colindantes hacia el norte conformaron un solo conjunto arquitectónico, lo que explica que en su momento, a los alrededores, dichas construcciones ostentaran sistemas constructivos y características morfológicas similares.

La casa estuvo habitada durante más de 50 años por su actual propietaria Emilia Clachar Hurtado, quien se encargó de realizar en su momento varias modificaciones en la vivienda, hasta que finalmente decidió proteger en aspecto histórico de la misma.

Descripción Formal

El edificio se utilizó la técnica del bahareque y zócalo de piedra, según los cánones de la vivienda rural, con un desarrollo longitudinal perpendicular al camino. Al interior contaba con un corredor en forma de “L” a la que se abrían los buques de puertas y ventas de las diferentes habitaciones. La edificación, contó también con un espacio pequeño para la siembra. Al final de los dormitorios e independiente de la construcción principal se ubicaba la trocha cuya cubierta de madera y teja resguardaba los utensilios para la labranza y los granos. La fachada principal presentaba aberturas muy regulares en ubicación y tamaño, con carpinterías de madera de pochote.



Fig. 142: Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica.
Fotografía: Rodolfo Gutiérrez Cerdas



Fig. 143: Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica.
Fuente: www.patrimonio.go.cr



Fig. 144: Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica.
Fuente: www.patrimonio.go.cr

A principios del siglo XX, el edificio sufrió una serie de reformas entre las que destacan la presencia de molduras labradas en madera incorporadas a los marcos de puertas y ventanas. Además se efectuó una pintura en el falso techo de madera para decorar el salón principal. En dicha obra se plasman 4 querubines lanzando flechas sobre un fondo azul cielo. Completan el conjunto la decoración de las molduras interiores con motivos vegetales (Fig. 142).

Finalmente, las investigaciones revelan que la vivienda contó desde sus inicios con una cubierta en teja.

Estado de la Edificación Previo a la Intervención

Aunque la edificación a simple vista no presentaba daños importantes, tras algunas revisiones más profundas, se determinó que la construcción tenía señales de deterioro principalmente en la estructura de madera de la cubierta. Dichas patologías eran fundamentalmente ocasionadas por filtraciones, ya que la cubierta había sido intervenida para realizar cambios en ella, por ejemplo, se habían levantado las tejas para colocar sobre las viguetas, láminas metálicas. Posteriormente sobre ellas se volvieron a colocar las tejas de barro, pero el traslape de las láminas no fue suficiente para evitar problemas de estanqueidad. Con el paso del tiempo, el peso de las tejas sobre las láminas contribuyó a la deformación de éstas haciendo aún más evidente el problema del agua (Fig. 143).

La continua presencia de humedad en la estructura de madera, facilitó la aparición de hongos y con ello se desencadenó luego, el proceso de pudrición. En algunos casos era menos evidente, sin embargo la gran mayoría de los elementos estructurales de la cubierta requerían tratamiento o sustitución, ya que amenazaban con colapsar (Fig. 144).

Asimismo, otro de los principales problemas acarreados por las filtraciones, era la degradación que presentaban las pinturas del salón principal, las cuales estaban siendo afectadas por la humedad y además, algunos segmentos presentaban cambios en las pigmentaciones, mientras que hacia otros lugares el problema era la amenaza de desprendimiento.

Por otra parte, algunas secciones de la planta original del inmueble habían sido demolidas para ampliar las habitaciones, de manera que era necesaria la revisión estructural de los paramentos, ya que presentaban problemas de estabilidad por encontrarse sin los apoyos respectivos.



Fig. 145: Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica.
Fuente: www.patrimonio.go.cr



Fig. 146: Casa familia Zúñiga Clachar, proceso de intervención.
Fuente: www.patrimonio.go.cr



Fig. 147: Casa familia Zúñiga Clachar, detalle de cañizo sobre corredor.
Fuente: www.patrimonio.go.cr

Finalmente, la deshidratación de las carpinterías de madera era otro de las patologías que presentaba el edificio, ya que al estar a la intemperie en un ambiente tan expuesto a la radiación solar y a las altas temperaturas como en el caso de Liberia, éstas sufrían alteraciones cromáticas, que si bien no afectaban sus características mecánicas, ofrecían una imagen poco apropiada para el edificio (Fig. 145).

Análisis de la Intervención

El proyecto de restauración se inició con los trabajos más urgentes, que fueron los referidos a la estructura de la cubierta. Para ello fue necesario realizar un inventario de las piezas de madera según el daño que presentaban, de forma que fuese posible contabilizar la cantidad de elementos a sustituir y los que requerían únicamente un tratamiento específico contra la humedad y los hongos (Fig. 146).

Se retiraron todas las tejas y seguidamente las láminas metálicas de la cubierta para evaluar su estado. A continuación, se procedió a la sustitución de las correas y viguetas que presentaban problemas serios de pudrición y que habían visto mermadas sus capacidades debido a la pérdida considerable de volumen. Se colocaron nuevos elementos con características similares en color y dimensiones. A las piezas de madera con presencia de patologías de humedad y hongos poco avanzadas, se les aplicó un tratamiento a manera preventiva.

Posteriormente, se realizó la instalación de nuevas láminas metálicas para la cubrición y seguidamente se colocaron las tejas viejas, aunque también fue requerida la incorporación de tejas nuevas ya que algunas se deterioraron durante el proceso de desmontaje. Como parte de los trabajos realizados para mejorar la evacuación efectiva de las aguas pluviales, se instalaron nuevos canalones y bajantes, aunque su ubicación no fue precisamente la más adecuada.

Una vez finalizadas las labores de la cubierta y solventados los problemas de filtraciones, se realizaron los trabajos para restablecer los falsos techos. En este sentido se sustituyeron las tablas de madera que, al igual que con la estructura, presentaban patologías de pudrición. A nivel general, las piezas recibieron un tratamiento preventivo contra hongos y xilófagos y se les aplicó un procedimiento para laquearlas en color blanco, ya que consideraban óptimo el tono para una edificación en un sitio tan cálido. En el caso de los aleros sobre el área del corredor, se optó por realizar un falso techo con cañizo, por ser esta tipología de gran desarrollo en las construcciones de tierra tradicional (Fig. 147).



Fig. 148: Casa familia Zúñiga Clachar, detalle de pinturas falso techo. Fuente: www.cafeliberia.com

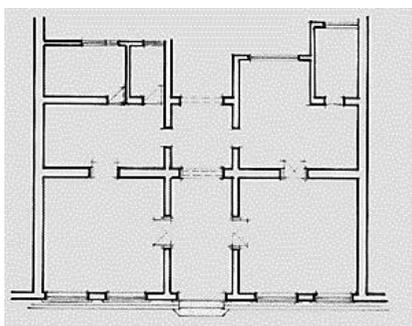


Fig. 149: Planta, Casa familia Zúñiga Clachar. Fuente: Erick Chaves Ch.

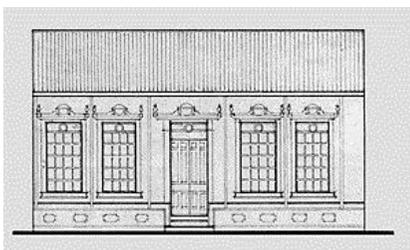


Fig. 150: Elevación, Casa familia Zúñiga Clachar. Fuente: Erick Chaves Ch.

Seguidamente, se acometieron los trabajos para la restauración de las pinturas del falso techo del salón. En este caso, se tomó la decisión de aplicar productos para eliminar las manchas producidas por las filtraciones, básicamente utilizando empacos con agua destilada. Las fisuras se inyectaron, al igual que las áreas que presentaban falta de adherencia. Por último, se optó por realizar una restitución de las áreas deterioradas y un repintado de la totalidad de la obra pictórica del falso techo (Fig. 148).

Por otra parte, se realizaron las labores en las carpinterías de toda la edificación, haciendo especial énfasis en las de la fachada principal, que presentaban problemas de deshidratación. Para ello se realizó una limpieza superficial de la madera y posteriormente, se procedió con la aplicación de un barniz, de manera que se lograra nutrir y al mismo tiempo proteger los elementos.

Los muros interiores también requirieron de un trabajo estructural, por lo que en algunos lugares fueron reforzados con piezas de madera, ya que demoliciones anteriores habían dejado a la estructura sin los puntos de apoyo adecuados para su estabilidad.

Finalmente se procedió a la reconstrucción de las áreas que habían sido demolidas anteriormente según el plano realizado para la edificación. Estas áreas se restituyeron utilizando tablas de madera y en algún caso, con adobe, sin embargo, a nivel general, ésta fue una solución poco adoptada. El espacio de la troja se mantuvo y únicamente se le realizaron labores de consolidación, utilizando lechadas de agua con cal (Fig. 149).

Los muros exteriores una vez fueron evaluados y se determinara que no sufrían patologías, fueron enlucidos y pintados con esmalte graso (Fig. 150). El zócalo de piedra se encontraba en muy buen estado de conservación, por lo que únicamente se ejecutaron labores de limpieza manual.

Estado Actual

La Casa de la familia Zúñiga Clachar fue el primer proyecto de restauración que se realizó bajo la dirección del Ministerio de Cultura como parte del certamen de 1997. Además constituye un ejemplo de la importancia que tiene la arquitectura de tierra tradicional en las ciudades de todo el país, ya que algunas veces se tiene la percepción de que este tipo de proyectos solamente pueden emprenderse en regiones cercanas a la capital. El costo de las labores realizadas ascendió -tan solo- a los 10 millones de colones (16.000 euros aproximadamente).



Fig. 151: Casa familia Zúñiga Clachar, estado actual. Fuente: Erick Chaves Ch.



Fig. 152: Casa familia Zúñiga Clachar, estado actual. Fuente: Erick Chaves Ch.

Tras 16 años de emprendidas las labores para conservar el edificio y después de haber sido testigo de muchos e importantes eventos telúricos, a día de hoy el inmueble se mantiene en muy buenas condiciones gracias a un oportuno seguimiento y al mantenimiento periódico que se le brinda a toda la estructura.

El uso que se le ha dado a la construcción como cafetería y área para eventos culturales, contribuye a conservar el inmueble, ya que se ha convertido en un verdadero ícono dentro de la ciudad de Liberia, constituyendo un referente cultural dentro del núcleo urbano e integrándose para beneficio de los vecinos del cantón. Además, la ubicación en la que se encuentra, ofrece la oportunidad a visitantes de conocer el edificio, la historia que guarda entre sus viejas paredes y sobre todo refuerza la identificación de las personas con la arquitectura tradicional.

No obstante, a pesar de la acogida con la que, que a nivel popular, ha contado la obra, existen actuaciones que podrían catalogarse como demasiado invasivas e incluso innecesarias, como por ejemplo la reconstrucción de algunos espacios utilizando la madera. Se destaca este punto de manera especial, ya que aunque se consigue crear una unidad a nivel morfológico, existe la duda de si el uso a futuro del edificio, constituyó la única justificación para este tipo de intervención.

Asimismo, es importante destacar con respecto a este mismo tema, que las paredes que existían para cerrar lo que fuesen las habitaciones que se ubicaban al costado del corredor interior, han desaparecido en su totalidad y se ha intentado unificar el espacio hacia el jardín (anterior huerto). Este cambio constituye una variación sumamente importante para el edificio, ya que puede llegar a tener consecuencias en su comportamiento estructural, ante eventuales movimientos sísmicos. Además ha cambiado claramente y por completo la percepción de vivienda rural que se pudo tener en la época de construcción de la vivienda (Fig. 151). Esta nueva área recreada funciona actualmente como un espacio para restaurante y como antesala para la realización de actividades musicales al aire libre.

Por último, el trabajo realizado para la restauración de las pinturas del falso techo, ha tenido un resultado interesante, ya que en cuanto a su preservación, no han presentado problema ninguno hasta la fecha. Por el contrario, ofrece a los visitantes una visión agradable de un aspecto poco frecuente en las edificaciones residenciales costarricenses elaboradas con adobe o bahareque, ya que al considerarse materiales pobres, las viviendas no solían tener este tipo de decoraciones (Fig. 152).



Fig. 153: Complejo Beneficio Miramonte, San Francisco de Heredia, Costa Rica. Fuente: www.patrimonio.go.cr

CASONA BENEFICIO MIRAMONTE

Ubicación: 800m Sur del Palacio de los Deportes. Cantón de Heredia, Distrito San Francisco. Provincia de Heredia.

Declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico: 12 de Octubre de 2004. Decreto Ejecutivo N° 32033-MCJD, publicado en La Gaceta N° 199. Inmueble de carácter estatal (Fig. 153).

Antecedentes Históricos

La casona constituye una pequeña parte de la finca cafetalera Miramonte, localizada en el centro de la provincia de Heredia. El complejo patrimonial, se conforma por la casona de bahareque, que data –según investigaciones del Centro de Patrimonio- del año de 1894, además contiene el conjunto, una casa de madera de tres pisos edificada en 1947, un centro de acopio, un área de procesado de granos y los patios para el secado del café.

El edificio de la casona de barro es el más antiguo del conjunto cafetalero y es descrito en las primeras narraciones, como una casa de habitación de 23m. de frente por 13m. de fondo. Completaba el inmueble un amplio corredor perimetral que circundaba el edificio y una cocina de 5m. por otros 5m, aislada del resto de la vivienda, que tal y como se ha descrito en la arquitectura civil, se ubicaba de esta manera por el temor a los incendios. Esta disposición es conservada en la actualidad.

El complejo fue inicialmente propiedad de Alfonso Zamora Sáenz, que tras su muerte, pasa a manos de su viuda Filomena Gutiérrez Sáenz y sus hijos, Enrique, Enriqueta y María Rosa Zamora Gutiérrez. El conjunto crece en territorio gracias a la adhesión de algunas fincas aledañas y hacia el año de 1910, es vendido a Lucile Duval Saint Clare conocida como "La Macha" y su esposo Jenaro Morales. Es a partir de este momento que la finca se hace más conocida en los alrededores con el nombre de "La Macha".

En el año de 1923, Muriel Morales Duval hereda la propiedad de su madre, además de otras que habían sido reagrupadas en la finca Miramonte, hasta que en el año 1963 es traspasada a la Sociedad Max Guardián R. e Hijos.

A finales de la década de los 90, la familia Gurdían vende la propiedad a la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS), institución estatal que en ese momento proyectaba construir en él, el nuevo Hospital de Heredia. No obstante, esta nueva construcción se edifica en territorios más amplios en las cercanías años después.



Fig. 154: Complejo Beneficio Miramonte, San Francisco de Heredia. Costa Rica.
Fuente: soloheredia.blogspot.com

Descripción Formal

Desde el punto de vista arquitectónico, la casona de bahareque constituye uno de los principales representantes de la arquitectura de tierra tradicional en Costa Rica. En el caso que nos ocupa, en el antiguo Beneficio Miramonte, es peculiar la ubicación que tiene esta construcción dentro del complejo, ya que se localiza frontalmente con lo que fue el ingreso principal, denotando su preponderancia dentro del conjunto. La propiedad se encuentra delimitada por un cerramiento perimetral de vegetación y accesos peatonales o vehiculares realizados con hierro forjado.

Predominan en su construcción, las paredes ejecutadas en bahareque principalmente, aunque es posible encontrar algunas otras realizadas con tablas de madera, muy posiblemente como resultado de adiciones posteriores. Además se utilizó este material para la ejecución de los falsos techos interiores y se presume que también para las barandillas de los corredores perimetrales, no obstante estas últimas fueron sustituidas en su mayoría, por otras de hierro forjado. Para los pisos se utilizó madera, barro cocido y baldosas, mientras que las cubiertas fueron resueltas con láminas metálicas. No se ha documentado la presencia de tejas. Los corredores en su momento, contrario a la tradición constructiva seguida en la mayoría de las viviendas importantes, no contaron con falsos techos (Fig. 154).

Estado de la Edificación Previo a la Intervención

El edificio presentaba evidentes signos de deterioro hasta el punto de dudar acerca de su estabilidad o estado ruinoso. Tras entrar en desuso y haber sido adquirida para su demolición, este inmueble llegó a sufrir incluso, por vandalismo y robo de elementos.

Previo a la intervención las paredes presentaban patologías de muchos tipos, destacando por ejemplo, la rotura de la estructura interior, la pérdida de material de relleno de los muros, desprendimientos y pulverización de la capa de revoco y la presencia de innumerables grietas, tanto en el encuentro entre muros como fisuras por desplome, flexión y por desplazamientos. En cuanto a los paramentos de madera, se encontraron también patologías relacionadas con la humedad y las filtraciones, pudrición, ataques de termitas, xilófagos y hongos. Las paredes de los baños, se habían recubierto con enchapes de azulejos modernos, que no se correspondían con la edad del edificio ni con su tipología constructiva, los cuales se desprendieron con el paso del tiempo y por la incompatibilidad de los materiales empleados.

Los pisos interiores de madera presentaban desniveles importantes ocasionados por las flechas que tenía su estructura portante. Estas flechas, se consideró, fueron originadas por sobrecargas, dimensionado incorrecto de los elementos y por la presencia de humedad continuada en la zona sobre la que se erigieron los apoyos.

La evacuación de las aguas pluviales era deficiente, por lo que éstas se depositaban en el terreno y tras varios días se filtraban de nuevo, lo que generaba un constante flujo de humedad y saturación del suelo.

Además, las barandillas de madera restantes, estaban en pésimas condiciones, debido a la incidencia de los agentes climatológicos seguidos de los biológicos. Mientras tanto las barandillas de hierro, presentaban dobleces y pérdida de algunos elementos por razones aparentemente vandálicas.

La estructura de madera la cubierta mostraba patologías de múltiples tipos: humedad, pudrición, termitas, xilófagos, hongos y flechas. Asimismo los pilares de madera encargados de trasladar las cargas al suelo, también presentaban patologías similares incluso existía pérdida de algunos de estos elementos.

Por otra parte, el deficiente estado de la cubierta originaba la situación ruinoso de los falsos techos, muchos de los cuales se habían desprendido por completo y en el caso de los corredores, había corrosión en las láminas metálicas.

En cuanto a las instalaciones, el sistema de electrificación era deficiente, además de poco estético, ya que rodeaba la edificación y se encontraba totalmente expuesto en los muros.

Finalmente, las carpinterías de ventanas y puertas se encontraban sin faltantes de elementos, únicamente un poco deshidratadas, desconchadas o puntualmente, con algún problema de humedad que podría ser subsanado con tratamientos sin necesidad de sustituir las piezas. En el caso de los vidrios, el 100% tenían roturas o faltantes.

Análisis de la Intervención

El proyecto inició por la sustitución de la cubierta, ya que debido al estado ruinoso de la estructura, era imposible su mantenimiento (la mayoría de las piezas de madera, alrededor de un 95% se retiraron por completo). Una vez se eliminaron las estructuras, se realizó un pequeño inventario de aquellos elementos que podían ser recuperados y por medio de restituciones, se lograron colocar de nuevo en el sitio.

Se colocaron piezas de madera aserrada previamente tratada contra hongos y xilófagos. Una vez terminada la nueva estructura, se colocaron las láminas metálicas para la cubierta, además de canalones y bajantes también metálicos. En este caso estos elementos de canalización pluvial se instalaron aunque la vivienda original no los poseía, ya que se consideró que eran importantes para el mantenimiento óptimo del inmueble.

En conjunto con las labores de sustitución de la cubierta, se realizó la restauración de los pilares de madera que, aunque en algún caso fue necesaria la sustitución o la instalación de elementos faltantes, la mayoría de los elementos se respetaron en diseño y dimensión, aplicando únicamente un decapado y un tratamiento preventivo para su correcta protección. Por último a todas las piezas como acabado final, se les colocó una capa de barniz brillante ya que se consideró que contribuía a aumentar su vida útil.

Asimismo, se realizó la reposición completa de los falsos techos de madera tanto en la parte interna como en los aleros perimetrales, colocando igualmente, piezas similares en tamaño y color a las originales. Las áreas localizadas sobre los corredores perimetrales que no contaban con falsos techos, se procedió a realizar una limpieza de las láminas metálicas, lijándolas para la eliminar las pigmentaciones y posteriormente se aplicó una pintura color blanco.

Seguidamente se inició con la restauración de paredes de bahareque iniciando con aquellas paredes que mostraban faltantes de los elementos de madera o cañizo. Una vez restituidos dichos componentes, se procedió a sustituir las áreas donde la tierra de relleno se había desprendido o pulverizado. Para ello fue necesario optar por levantar las paredes de la manera tradicional seleccionando la tierra según los porcentajes óptimos de arcilla, limos y fibras naturales secas. Se realizaron distintas pruebas con la mezcla hasta lograr la más adecuada y se procedió a su colocación en el sitio. Además, se aprovechó para realizar los rellenos con morteros de cal, en aquellas grietas y fisuras importantes que existían en algunos paramentos. Finalmente, una vez transcurrido el tiempo de secado de las paredes, al interior éstas se recubrieron con papel tapiz, ya que era su estado original, mientras que en el exterior, se procedió con la aplicación de pintura acrílica color blanco.

En el caso de las paredes internas de los baños, se retiró por completo el enchape de azulejo y se optó por colocar uno nuevo, con colores más adecuados, similares a los que decoraban las viviendas en la primera mitad del siglo XX. Este enchape fue instalado utilizando morteros de cemento.



Fig. 155: Complejo Beneficio Miramonte, estado actual. Fuente: www.patrimonio.go.cr

Con respecto al trabajo de los pisos de madera, se procedió a retirar todas las tablas y a rescatar aquellas que se encontraban en buen estado. No obstante, la mayoría de las piezas estructurales que conformaban el entramado del piso, fue necesario sustituirlas ya que las flechas, las termitas y la humedad habían mermado su volumen y resistencia. El acabado final que se dio a los suelos interiores fue gracias a un decapado de las superficies, un tratamiento contra los hongos y un barniz brillante.

Seguidamente se trabajó en las barandillas perimetrales, restituyendo en su totalidad las de madera, utilizando unas con características similares en diseño y color con las originales. En el caso de las barandillas de hierro, fue necesario retirarlas para eliminar los dobleces y devolverlas a su forma, sustituyendo los elementos faltantes por secciones de diseño y características materiales similares a los iniciales (Fig. 155).

Además se procedió a la construcción de un canal perimetral en piedra y cemento a nivel del terreno, para favorecer la canalización adecuada de las pluviales. Este sistema se enlazó con las descargas de los bajantes para optimizar la recogida del agua de lluvia.

Por otra parte, se realizó la sustitución total de la instalación eléctrica, tuberías, luminarias y tomacorrientes, ubicando las canalizaciones a través del falso techo y por la parte interna de los muros.

Finalmente se efectuó la restauración de las carpinterías de puertas y ventanas. Tal y como se comentó anteriormente, la mayoría de estos elementos se encontraba en muy buen estado de conservación, ante lo cual, las labores se limitaron a realizar decapados para recuperar su acabado original, la aplicación de tratamientos preventivos contra la humedad y los hongos y por último, se sustituyeron los vidrios rotos o inexistentes por otros transparentes y claros, similares a los que se encontraban en el inmueble.

En cuanto a las mejoras en el comportamiento antisísmico del edificio, no se realizaron intervenciones novedosas, sino los trabajos fueron enfocados a restituir el comportamiento conjunto de la construcción, colocando de nuevo los soportes que habían desaparecido, enlazando la estructura de la cubierta con la de los muros y con los cimientos y restituyendo el relleno de los paramentos. Estas constituyen las únicas medidas implementadas en este proyecto.



Fig. 156: Complejo Beneficio Miramonte, estado actual. Fotografía: Rodolfo Gutiérrez Cerdas.

Estado Actual

El proyecto de restauración de la Casona del Beneficio Miramonte, fue supervisado por el Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura. El costo de los trabajos ascendió a 45 millones de colones (unos 70.000 euros) y una duración aproximada de 65 días hábiles.

El Centro rescató que estas labores contribuyen con *“la identificación del patrimonio como legado tangible e intangible: de la explotación del café, las vías de comunicación y demás estructuras, poblados, casas, lugares de cultivo, de procesamiento, y de comercio”* (Quirós, 2010, citado en Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio, 2010).

Por otra parte, se procuró con esta restauración, crear una motivación para que futuros proyectos continuaran con el restante conjunto patrimonial con que cuenta el beneficio, entre los que destacan la vivienda de madera construida a mediados del siglo XX con un lenguaje arquitectónico de influencia francesa, el edificio para el procesamiento de los granos y los patios de secado construidos en calicanto.

Este inmueble patrimonial de 340 metros cuadrados, actualmente se encuentra siendo utilizado como espacio para oficinas administrativas y aulas de capacitación. Además, es importante destacar que los trabajos llevados a cabo en la cubierta han sido el pilar fundamental para el mantenimiento adecuado de la infraestructura, ya que erradicaron por completa las filtraciones y las consecuencias de éstas en los muros perimetrales. Asimismo, la recuperación de las barandillas de hierro y las carpinterías de madera, han contribuido a devolver el edificio el esplendor que tuvo en antaño. Sin embargo, a pesar de que las labores iniciales pretendían recuperar la mayor parte de los materiales originales para colocarlos nuevamente en el inmueble, el acabado final que se optó por dar a los mismos es cuestionable desde el punto de vista de la imagen, sobre todo si nos enfocamos bajo los criterios de mínima intervención y de evidenciar lo restaurado de lo original. La estructura en este sentido ha perdido la imagen histórica, casi se podría decir que se trata de un edificio nuevo más que restaurado (Fig. 156).

Por otra parte, en cuanto a la adecuación sísmica, las intervenciones llevadas a cabo parecen olvidarse de este tema o incluso relegarlo a la colmatación de las fisuras y a la nueva ejecución de los revestimientos. A pesar de lo intenso de la actividad telúrica en Costa Rica y aunque la intervención data del año 2010, aún no se reflejan soluciones enfocadas a la adecuación de los edificios en materia de seguridad ante este tipo de movimientos.



Fig. 157: Casa "La Leitona", Heredia. Costa Rica. Fotografía: Rodolfo Gutiérrez Cerdas.

CASA "LA LEITONA"

Ubicación: Costado Sur Iglesia del Carmen. Cantón de Heredia, Distrito Central. Provincia de Heredia.

Declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico: 8 de marzo de 2005. Decreto Ejecutivo N°32248-C, publicado en La Gaceta N° 47. Inmueble de carácter privado (Fig. 157).

Antecedentes Históricos

El sitio que ocupa el inmueble, fue el primer lugar donde se construyó antiguamente, el primer templo del Carmen en la década de 1820, sin embargo los terremotos ocurridos durante los años siguientes y hasta la década de 1850, terminaron por destruirlo en su totalidad. La casa de bahareque se edifica a partir del año 1870 unos metros más al sur del derruido edificio religioso por cuenta del sacerdote Esteban Echeverri.

El entorno del inmueble destacaba en aquel entonces, por sus características de fuerte tradición colonial, mismas que irían desapareciendo con las viviendas de tierra, gracias a los constantes movimientos telúricos.

El señor Genaro Leitón Morales fue un respetado militar y un político Gobernador de Heredia durante algunos años, siendo su vivienda un reflejo de su estilo de vida, ya que solía ser visitado frecuentemente por las altas esferas militares y sociales de del país en aquel momento.

La antigua casa de Genaro Leitón, es posteriormente conocida como la "Leitona", como resultado de la herencia popular que deriva del apellido de quien fuese su última propietaria, Alicia Leitón Ramírez. No obstante, además de ser residencia familiar, esta casona albergó las funciones de comercio, ya que durante muchos años albergó a la importante imprenta Cartín Hnos y también a la conocida Sastrería perteneciente al propio dueño de la vivienda.

Además de su importancia a nivel constructivo e histórico, constituye la única vivienda de dos plantas construida en tierra que se conserva en la actualidad en la ciudad de Heredia, estableciéndose a su vez, en un hito urbano dentro de la localidad.



Fig. 158: Casa "La Leitona", Heredia. Costa Rica. Dibujo: Mario Ramírez Espinoza.

Descripción Formal

El edificio sigue el estándar de vivienda urbana, perpendicular a la calle pero sin dejar retiro ninguno con respecto a esta. Posee un desarrollo lineal que se repite en cuanto a su distribución interior. La configuración de los salones en el primer nivel se organiza a través de un espacio de circulación llamado "zaguán" que nace desde la puerta de acceso y termina con la salida al patio. En torno a él se localizan 2 amplios salones, los cuales posiblemente albergaron la sala principal y el comedor.

Tal y como se ha comentado, era habitual que la cocina se colocara fuera de la vivienda, no obstante en este caso concreto por tratarse de una edificación que podría catalogarse de lujo, este aposento se ubicó al interior comunicado directamente con el comedor.

Asimismo, el edificio contó con 2 amplios accesos, el central que correspondía a la residencia y el segundo, hacia el costado, se presume que estaba destinado a la sastrería. Este acceso a su vez, comunicaba con otro de los salones donde se desarrollaba el negocio.

En el segundo nivel se localizaban las habitaciones, las cuales se organizaron linealmente en torno a un largo pasillo lateral. Se accedía a este sector a través de una escalera metálica con acceso desde el patio. Otro detalle característico y a la vez único de este inmueble es la presencia de los 5 balcones de hierro colado en el segundo nivel, los cuales decoraban la fachada de las distintas habitaciones, al mismo tiempo que ofrecían a éstas, las vistas de la antigua ciudad, privilegio con el que muy pocos vecinos podían contar.

En cuanto a los materiales presentes en el edificio, la construcción se ejecutó en adobe y bahareque en su totalidad. Las paredes se revocaron bajo la técnica tradicional y sus paredes exteriores contaron con un pequeño zócalo de piedra. Los suelos de la planta baja se realizaron con ricas baldosas decoradas con vivos colores, mientras que en el segundo nivel, se colocaron pisos de madera. De este mismo material se realizaron los falsos techos, la estructura de la cubierta y las carpinterías. Destaca además, el trabajo de las vidrieras ubicadas sobre las puertas lo que daba a la vivienda un aspecto aún más acorde con la clase social de su propietario (Fig. 158).

Por último, la cubierta se ejecutó con teja, mientras los balcones, las rejas, las barandillas y las escaleras se construyeron utilizando hierro colado. La imponente construcción es un claro ejemplo de la forma de vida de las familias mejor posicionadas de finales de la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX.



Fig. 159: Casa “La Leitona”, estado previo a la intervención. Fuente: www.nacion.com



Fig. 160: Casa “La Leitona”, estado previo a la intervención. Fuente: www.nacion.com

Estado de la Edificación Previo a la Intervención

La casa se encontraba en un estado total de abandono, incluso su propietaria en ese momento, estaba dispuesta a demoler la edificación ya que argumentaba no contar con recursos suficientes para afrontar un proceso de restauración, además del peligro eventual de desplome de materiales sobre la vía pública.

Las paredes del primer nivel realizadas en su mayoría con adobe, presentaban muestras claras de humedad por capilaridad, saturación, disgregaciones, grietas, desprendimientos de los bloques ubicados en los laterales de las puertas -lo que evidenciaba fallos por cortante y deslizamientos- y pérdida a nivel general de los revocos. Estos mismos paramentos habían sido víctima de actos vandálicos que contribuyeron con la ruina de muchos muros, amenazando la estabilidad del edificio (Fig. 159).

Por otra parte, en el segundo nivel, los muros de bahareque de la fachada principal evidenciaban desplomes importantes, principalmente en el lado izquierdo de la edificación. Se había perdido la continuidad estructural entre los muros y las viguetas de la cubierta, además de patologías como disgregaciones, pérdida de material de relleno en las paredes y fisuraciones en el revestimiento.

La estructura de la cubierta presentaba algunos problemas de flechas por errores en el dimensionamiento de los elementos, problemas de filtraciones, pudrición y hongos. Además, en cuanto a las tejas, la mayoría se encontró en buen estado, salvo algunos sectores donde se localizaban roturas o falta de piezas. Los falsos techos de madera del primer nivel se encontraban en peligro de desprendimiento, mientras que los de la segunda planta, en su mayoría se habían perdido por hongos y xilófagos.

Los entrepisos de madera también fueron hallados en muy malas condiciones, ya que las cabezas de las vigas principales tenían problemas de pudrición e incluso en algunos casos habían desaparecido. Esto afectaba peligrosamente las labores de restauración, ya que la estructura era completamente inestable.

Finalmente, los elementos metálicos tales como barandillas, la escalera y las rejas tenían patologías de oxidación en algunos casos avanzadas. Este problema originó además tinción en los muros, debido al arrastre de las partículas con las constantes precipitaciones (Fig. 160).



Fig. 161: Casa "La Leitona", durante la intervención. Fuente: www.nacion.com

Análisis de la Intervención

La prioridad al momento de abordar las labores de restauración del edificio, fue intentar estabilizar la estructura para evitar el desplome o deslizamiento de parte de los muros portantes. Para esto se procedió a apuntalar los paramentos y acordonar el área inmediatamente próxima a la vía pública. Una vez realizadas estas primeras labores de emergencia, se daría inicio con el proceso de reintegración de los paramentos (Fig. 161).

Utilizando el patio interior del edificio y respetando las técnicas originales de la construcción, se realizó la mezcla de tierra, limos, arena y fibras vegetales para la posterior ejecución de los adobes faltantes y el relleno de los entramados de bahareque. Fue necesario además reforzar las estructuras de madera y restituir algunos elementos que presentaban pudrición.

Para los trabajos de reemplazo de componentes de la cubierta, paredes o entresijos se efectuó un inventario de las piezas cuyo estado de conservación permitía tratarlas y mantenerlas en el inmueble. Una vez catalogadas y tras un tratamiento contra hongos y xilófagos se procedió a realizar el refuerzo estructural completo. Algunas piezas del entresijo de madera lograron reutilizarse por medio de la realización de cosidos o con la colocación de prótesis como en el caso de las cabezas empotradas de las vigas. Para las paredes con estructura de cañizo y madera, los elementos faltantes se sustituyeron únicamente con piezas aserradas, prescindiendo de la utilización de cañas.

Este mismo procedimiento fue el seguido para las labores de restauración de los falsos techos, no obstante, en el segundo nivel, no se colocaron tablas de madera, por el contrario, se ejecutaron de cañizo. Esta variante era común en las viviendas de la misma época, sin embargo se presume que en este caso, el propietario se decidió por utilizar madera para reafirmar la imagen privilegiada que tenía dentro de la sociedad costarricense.

Seguidamente se reforzaron las esquinas de los muros, los encuentros entre éstos y la unión entre adobes y bahareque por medio de la colocación de llaves de madera insertas en los paramentos y en el caso de la segunda planta a través de la colocación de arriostres de este mismo material, garantizando el trabajo conjunto de la estructura ante esfuerzos originados por sismos o por las cargas de la cubierta.

Al finalizar el refuerzo completo de todo el inmueble y solventados los problemas de filtraciones, se realizó la restitución del material de los muros interiores que presentaban desprendimientos importantes. Para ello se



Fig. 162: Casa "La Leitona", primer nivel, después de la intervención.
Fotografía: Ana Álvarez Rojas.



Fig. 163: Casa "La Leitona", segundo nivel, después de la intervención.
Fotografía: Ana Álvarez Rojas.



Fig. 164: Casa "La Leitona", vidriera después de la intervención.
Fotografía: Ana Álvarez Rojas.

fueron colocando los bloques de adobe, realizando una especie de cocido entre lo nuevo y lo antiguo intentando mejorar la traba. Además se rellenaron los paramentos de bahareque que habían perdido su alma y una vez terminadas estas labores, se ejecutó el nuevo revestimiento de barro y cal. Las paredes exteriores, recibieron también una pintura acrílica para mejorar su resistencia a la humedad, mientras que a las interiores se les aplicó un esmalte.

El trabajo de los suelos del primer nivel consistió en un pulido de las superficies, ya que las baldosas se encontraban en un muy buen estado, sin embargo, para la segunda planta, la restitución fue completa, colocándose nuevos suelos de tablas de madera (Figs. 162 y 163).

Asimismo, se efectuaron las labores de recuperación de los elementos metálicos por medio de un decapado manual de las superficies que una vez estuvieron libres de la oxidación superficial, se les aplicó un tratamiento contra la oxidación que podría presentarse a futuro. Además, se realizaron trabajos de limpieza en los elementos y por último la aplicación de 2 capas de pintura a base de minio y una final en esmalte graso.

El inmueble recibió también un cambio general en el sistema de iluminación y en todas las instalaciones eléctricas, canalizándose por medio de los falsos techos en ambos niveles y a través de los muros interiores.

Por otra parte, una vez recolocadas las tejas y restituidas las áreas faltantes, se colocó un nuevo sistema para la evacuación pluvial, que contó con canalones y bajantes metálicos. Igualmente se restauraron las vidrieras ubicadas sobre las puertas, siguiendo el patrón original. Únicamente fue necesario restituir algunas pequeñas porciones (Fig. 164).

Finalmente es importante mencionar, que la adecuación completa que se le dio al edificio a nivel estructural, se realizó con el objetivo de mejorar su comportamiento antisísmico, al mismo tiempo que para la utilización segura del inmueble, sin embargo no fueron implementadas nuevas medidas para conseguir minimizar las posibles grietas por los movimientos telúricos.

En este sentido aunque sí se realizaron esfuerzos por mejorar los criterios aplicados en otras construcciones similares, éstos no se efectuaron de una manera profunda por intentar realizar únicamente las intervenciones necesarias, que afectaran lo menor posible a la totalidad de la construcción, siguiendo los criterios de mínima intervención.



Fig. 165: Casa “La Leitona”, antes y después de la intervención.
Fotografía: Ana Álvarez Rojas.

Estado Actual

A pesar de la negativa por parte de la propietaria de la edificación quien abogaba por la demolición del edificio, el inmueble fue restaurado con una inversión de 100 millones de colones (157.000 euros) por parte del Ministerio de Cultura.

Las labores de restauración fueron finalizadas hace pocas semanas y será inaugurada como restaurante en primera planta y como espacio de exposiciones y actividades culturales en el segundo nivel. Se tiene previsto que el edificio albergue además cursos de artesanías tradicionales.

Asimismo, este proyecto se convierte en un referente a nivel urbano, ya que como se explicó con anterioridad, la casa es la única construcción de tierra de dos niveles que permanece en pie en toda la provincia de Heredia, así como una de las pocas a nivel nacional con estas mismas características (Fig. 165).

La restauración de este inmueble patrimonial constituye un importante paso en el rescate de proyectos contruidos con tierra, de forma que contribuye a crear en la ciudadanía una identificación por sus formas más tradicionales de edificar, al mismo tiempo que las reinserta dentro del entramado urbano.

A pesar de los avances en materia de adecuación antisísmica que a nivel mundial se están implementando para el refuerzo de este tipo de construcciones, aún en Costa Rica existe un vacío importante hacia estas medidas. El proyecto de restauración emprendido con la casa “La Leitona” intenta explorar algunas soluciones para mejorar el comportamiento estructural, no obstante dichas intenciones pueden resultar aún un poco incipientes. No obstante, los esfuerzos constantes hacia el rescate del patrimonio de adobe y bahareque, empiezan a rendir frutos importantes en el país, logrando que las edificaciones se utilicen y por lo tanto se mantengan. En este sentido además, esta intervención propone un plan de conservación periódico, proponiendo a los propietarios un involucramiento absoluto con su inmueble, hecho que hasta la fecha se ha intentado conseguir.

Es interesante a partir de ahora poner especial énfasis en las soluciones adoptadas en este proyecto, de manera que su evolución a futuro pueda medirse y comprobarse su comportamiento tal y como se tiene previsto. Además el uso que se va a acoger en el edificio, responde a la necesidad que tiene los vecinos heredianos por ocupar espacios dedicados a la difusión de los valores culturales.



Fig. 166: Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica.
Fotografía: Olman Hernández Vargas.

IGLESIA NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN

Ubicación: Cantón Santo Domingo, Distrito San Miguel. Provincia de Heredia.

Declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico: 8 de marzo de 2005. Decreto Ejecutivo N°32248-C, publicado en La Gaceta N° 47. Inmueble de carácter público (Fig. 166).

Antecedentes Históricos

El terreno en el que se edificó la iglesia perteneció a Santos Chacón Sancho y Francisco Sánchez, quienes lo donaron para erigir con ayuda de los vecinos de la comunidad, el templo dedicado a la Virgen del Carmen. Fue precisamente Santos Chacón el que a partir de 1878, fungió como encargado de la construcción de la pequeña ermita, mientras el pueblo aún conservaba el nombre de comunidad agrícola de Castilla, hoy San Miguel. Este es el motivo por el cual, la iglesia es conocida aún como Iglesia de Castilla.

Para el año de 1882 según los documentos históricos, la edificación estaba terminada, ya que consta la visita del arzobispo Monseñor Thiel quien, se presume, con motivo de la finalización de la obra, procedió a la bendición de la misma. No obstante, en los mismos registros consta que 7 años más tarde en una nueva visita del arzobispo, la iglesia presentaba notables signos de deterioro, ya que el propio Thiel insta a los vecinos a asumir labores de restauración. Este deterioro se sospecha que pudo deberse, a los terremotos ocurridos hacia finales del siglo XIX.

El templo sufrió algunas modificaciones en su configuración como la adición del campanario, la sacristía y algunos cambios en pavimentos, apertura de ventanas y la instalación de rejas. A pesar de estos cambios, mantuvo prácticamente intacta su distribución original.

Descripción Formal

La iglesia cuenta con una planta rectangular y una sola nave, hacia el fondo se localiza el altar sobreelevado 2 escalones con respecto al nivel de la ermita. La fachada principal cuenta con un acceso donde se instaló una puerta de madera de doble hoja con un decorado en relieve sobre el dintel. Además, la entrada contaba con un arco de medio punto en el que se instaló un sencillo vitral.

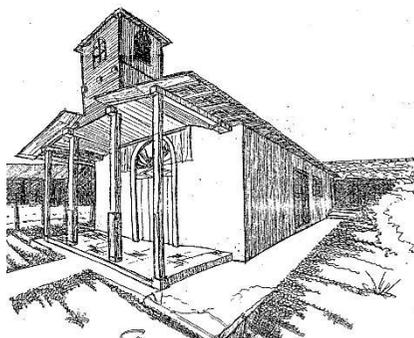


Fig. 167: Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Fuente: www.patrimonio.go.cr

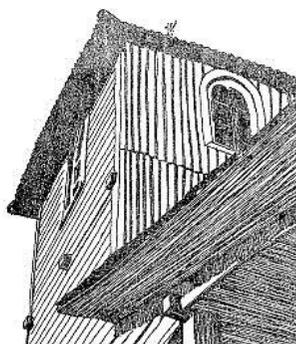


Fig. 168: Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Fuente: www.patrimonio.go.cr



Fig. 169: Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Fuente: www.patrimonio.go.cr

Las paredes interiores no contaban con vanos, no obstante en años posteriores fueron incorporadas unas pequeñas ventanas y una puerta lateral.

La iglesia tiene también un pequeño campanario ubicado sobre la parte superior de la pared de adobe y se encuentra soportado por 4 columnas de madera de roble apoyadas sobre una base de piedra y argamasa. El cuerpo de este campanario funciona además como atrio para la ermita (Fig. 167).

Otro detalle con respecto a esta pieza es que fue modificada con el tiempo ya que consta en archivos, que era mucho más bajo de lo que se presenta a día de hoy. Este elemento está realizado completamente en madera y cuenta con 4 ventanas en cada uno de sus costados decoradas con celosías de madera. La cubierta de este volumen al igual que la del templo es de teja (Fig. 168).

Al interior el inmueble carece de decoración, caracterizándose por un ambiente diáfano y blanco. Bordean la nave, 12 columnas de madera que se presume son rollizas y se recubrieron posteriormente para darles la imagen de pilares cuadrados.

El piso de toda la nave es de losetas de barro, mientras que el área dedicada al altar cuenta con baldosas de colores, aunque históricamente esta sección no tuvo diferencia en pavimento con respecto al resto del edificio. Hacia el fondo del altar y a la izquierda existe la puerta que da servicio a la sacristía. Este espacio fue añadido posteriormente y cuenta con otro acceso desde el exterior del templo.

La fachada posterior de la iglesia posee 4 contrafuertes de adobe, 3 sobre la estructura principal y 1 que recae en la sacristía. El techo sobre el altar es de láminas metálicas, lo que hace presumir que fue modificada su forma posterior a la edificación del templo (Fig. 169).

En cuanto al falso techo de la nave principal, ahora luce madera color blanco, sin embargo en sus orígenes, se instaló cañizo en todo el inmueble.

El conjunto se completa con un nuevo campanario ubicado a la derecha de la ermita, en los jardines, que fue construido después de la primera mitad del siglo XX, intentando seguir la tipología del campanario ubicado sobre el atrio de la iglesia. Finalmente, cierra el conjunto arquitectónico un muro perimetral ejecutado con piedra y morteros de cal.

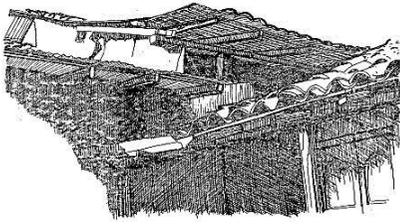


Fig. 170: Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. Fuente: www.patrimonio.go.cr

Estado de la Edificación Previo a la Intervención

La iglesia había sufrido al menos 2 intervenciones previas a la última realizada en el año 2012, una a mediados del siglo XX y la otra alrededor de los años 80, sin embargo las patologías que presentaba no fueron subsanadas de la manera más óptima por lo que requería una nueva restauración.

La estructura de madera del campanario ubicada sobre el atrio de la ermita presentaba problemas de estabilidad, ya que algunos cambios efectuados en este elemento, habían perforado gravemente un de los pilares. Asimismo, al menos 2 más de ellos tenían fisuraciones verticales que requerían de evaluación previa.

Por otra parte, los pilares de la nave principal debían ser tratados ya que estaban presentado problemas de ataque de anóbidos, posiblemente por la humedad proveniente de la condensación. En este sentido se hacía necesaria también la revisión de la estructura de la cubierta así como los falsos techos.

Además, durante la intervención de los años 80, las paredes exteriores e interiores de la iglesia habían sido revestidas con mortero de cemento en su totalidad. Este hecho provocó la fisuración, cuarteado y posterior disgregación de partes del revoco, llevándose consigo, partes de la fábrica de adobe. No obstante no solamente se presentaban problemas de índole casi superficial, sino que los paramentos mostraban señas evidentes de patologías estructurales, como por ejemplo grietas verticales considerables ubicadas hacia las esquinas de los muros y sobre los vértices de las ventanas.

Sin embargo, no únicamente los muros de la iglesia presentaban estas patologías, sino se hacían evidentes en el área de la sacristía donde además se habían efectuado adiciones utilizando bloques de cemento. La diferencia entre el comportamiento de este material con el de la fábrica de adobe, dejaron marcadas fisuras que amenazaban la estabilidad de ciertas paredes. Asimismo, las losetas de barro de la nave principal estaban en su mayoría sueltas, quebradas, pulverizadas o habían desaparecido, mientras que las baldosas del altar presentaban condiciones similares.

Finalmente la cubierta de teja también mostraba problemas de rotura en la mayoría de los elementos, incluso hacia la fachada posterior las láminas metálicas colocadas tenían oxidaciones importantes. Los canalones y bajantes instalados con las últimas reformas habían contribuido a distorsionar por completo la imagen de la edificación (Fig. 170).



Fig. 171: Iglesia del Carmen, durante el proceso de intervención. Fuente: www.miprensacr.com



Fig. 172: Iglesia del Carmen, durante el proceso de intervención. Fuente: www.miprensacr.com



Fig. 173: Iglesia del Carmen, después de la intervención. Fotografía: Olman Hernández Vargas.

Análisis de la Intervención

La restauración de la ermita se inició con la eliminación del revestimiento de mortero de cemento que envolvía a toda la edificación, tanto en la parte interna como en el exterior (Fig. 171). Al realizar estas labores fue posible verificar el estado de las grietas verticales cercanas a las esquinas así como aquellas que se ubicaban hacia los vértices de las ventanas.

Tras verificar las fisuraciones estructurales, se tomó la decisión de mejorar la traba entre los elementos por lo que fue necesaria la inserción de algunas piezas de madera a manera de llaves, ya que se consideró que la colocación de elementos metálicos resultaba demasiado agresiva para el edificio, además de que era poco compatible con las paredes de adobe. Estas medidas constituyen la única mejora, a nivel de comportamiento antisísmico, que se pusieron en práctica en este proyecto.

Por otra parte, la solución implementada en cuanto al tratamiento de las fisuras, consistió en colmatarlas por medio de inyecciones con mortero de cal. Esta misma técnica fue aplicada para las grietas de los buques de puertas y ventanas, restaurando así la continuidad de los muros.

En cuanto a la cubierta se optó por realizarle una sustitución completa, de manera que fuese más sencillo verificar el estado de la estructura de madera sin tener que realizar el desmontaje de los falsos techos en la nave de la iglesia. Una vez se retiraron todas las tejas, se clasificaron para reutilizar –posteriormente- las que estaban en buenas condiciones (Fig. 172).

La mayor parte de las vigas y correas de la estructura del techo se encontraban en buen estado de conservación, salvo algunos detalles de humedades muy localizados, principalmente hacia el área del altar, que como se había mencionado anteriormente, durante los años 80 sufrió modificaciones. Las láminas metálicas en esa zona presentaban problemas de corrosión graves, que permitían las filtraciones hacia el interior del edificio. Al mantener una humedad continuada, las piezas fueron foco de hongos llegando inclusive a la pudrición. Asimismo, sobre esta misma zona pero hacia la fachada posterior, las tablas de madera que originalmente cerraban el espacio entre el muro de adobe y la estructura de cubierta, habían sido sustituidas por láminas metálicas que se encontraron en el mismo estado de deterioro, siendo necesario su eliminación. En su lugar se reinstalaron nuevas tablas, tal cual era originalmente, y se reparó el alero de teja directamente apoyado sobre el muro de adobe (Fig. 173).



Fig. 174: Iglesia del Carmen, después de la intervención. Fotografía: Olman Hernández Vargas.



Fig. 175: Iglesia del Carmen, después de la intervención. Fotografía: Olman Hernández Vargas.



Fig. 176: Iglesia del Carmen, después de la intervención. Fotografía: Olman Hernández Vargas.

Tanto las piezas nuevas de la cubierta como las colocadas para este cerramiento se protegieron previamente por medio de un tratamiento contra los hongos y xilófagos. Adicionalmente a las exteriores se les dio un acabado por medio de un sellador con color oscuro.

Con respecto al procedimiento seguido para el revestimiento de las paredes, una vez se retiró todo el mortero de cemento, se realizó la mezcla de barro, césped seco y cal, aplicándolo en capas primero en las paredes interiores y luego en las externas. Finalmente se les dio un acabado blanco por medio de la preparación antigua de agua de cal con hojas de cactus (tuna). En el interior del edificio se dejó una ventana arqueológica como testigo en uno de los paramentos y se colocó un vidrio sellado (Fig. 174).

En cuanto a la estructura de madera de los pilares interiores, se procedió a la aplicación, con pinceles, de una solución de bórax disuelto en agua. Este procedimiento requirió de estrictas normas de seguridad, ya que al tratarse de un producto tóxico, el edificio permaneció clausurado durante varios días.

Al terminarse estas labores, se pasó directamente a la revisión de los falsos techos, determinándose que se encontraban en buen estado de conservación, por lo que únicamente fue necesaria la ejecución de un decapado y la posterior aplicación de tratamiento preventivo contra los hongos. El barniz colocado fue del mismo tono que el utilizado para la parte exterior (Fig. 175).

Las piezas de barro también sufrieron algunas mejoras, ya que fueron reintegradas con la aplicación de resinas incoloras. En cuanto a las baldosas del altar, se procedió a ejecutar una limpieza superficial para posteriormente realizar un pulido de la superficie.

En cuanto a los trabajos en el campanario, se restauraron las piezas de madera deterioradas por medio de un decapado general y posterior aplicación de un barniz como tratamiento de protección. Asimismo, se realizó la sustitución de la cubierta de teja de forma piramidal.

Finalmente se efectuaron trabajos de recuperación de las carpinterías de madera, desmontándolas y aplicándoles antixilófagos. Algunos elementos fue necesario sustituirlos debido a que presentaban roturas, no obstante, en su mayoría estaban en buenas condiciones. Por último, se procedió con la aplicación de un esmalte graso en color blanco (Fig. 176).



Fig. 177: Iglesia del Carmen, después de la intervención. Fotografía: Olman Hernández Vargas.



Fig. 178: Iglesia del Carmen, después de la intervención. Fotografía: Olman Hernández Vargas.

Estado Actual

El proyecto de restauración de la Iglesia del Carmen inició en agosto de 2012 y las labores finalizaron hacia marzo de 2013. Contaron con el apoyo del Ministerio de Cultura, entidad que aportó 70 millones de colones (unos 110.000 euros), mientras que los vecinos aportaron 40 millones de colones más (63.000 euros aproximadamente) para finalizar los trabajos. El interés mostrado por los habitantes de la zona de San Miguel en Santo Domingo, hace resurgir la motivación por rescatar las construcciones de tierra tradicionales, creando la conciencia entre los ciudadanos del valor que posee la arquitectura vernácula (Figs. 177 y 178).

A pesar de que las obras finalizaron recientemente, el proyecto ha dado muestras del cambio que se está gestando en materia de conservación en Costa Rica, descartando la utilización de las técnicas de construcción modernas para las intervenciones en las edificaciones históricas. La aplicación de métodos para la prevención de patologías, el abandono de las innovaciones contemporáneas como la introducción de canalones, bajantes y otros elementos innecesarios en contextos rurales, también son muestras evidentes de la evolución en temas de restauración.

Aunque aún continúan siendo insuficientes los tratamientos aplicados para mejorar el comportamiento antisísmico de este tipo de estructuras, el estudio de las iniciativas que se han puesto en práctica en estas intervenciones, demuestra un marcado interés por conservar los edificios, por intentar adaptarlos para sobrellevar las fuerzas telúricas y por mantenerlos en buen estado a pesar de las inclemencias climatológicas. Además es importante destacar el avance que se ha tenido en materia de instalaciones, ya que los inmuebles contienen todos los beneficios que éstas ofrecen, sin que las luminarias o los tomacorrientes comunes, tomen protagonismo en las estructuras.

Por otra parte, aún es posible realizar mejoras en cuanto a la imagen que se determina deberían poseer las construcciones restauradas. En este sentido cabe destacar que en la mayoría de los casos, salvo ejemplos muy puntuales, a pesar de que se dejen vestigios para que las personas identifiquen los materiales originales, las técnicas empleadas e incluso el estado previo a las restauraciones, una vez finiquitadas las obras, las construcciones podría decirse que pierden su valor de antigüedad desde el punto de vista estético, ya que la imagen que ofrecen se asemeja –quizá en demasía- a edificaciones levantadas recientemente utilizando los tipos de construcción históricos.

CASA DE DOMINGO GONZÁLEZ



Fig. 179: Casa de Domingo González, Heredia. Costa Rica. Fuente: www.patrimonio.go.cr

Ubicación: Avenida 2^{da}, Calle 1^o, Cantón de Heredia, Distrito Central. Provincia de Heredia.

Declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico: 26 de enero del 2000. Decreto Ejecutivo N°28392-C, publicado en La Gaceta N° 18. Inmueble de carácter privado (Fig. 179).

Antecedentes Históricos

Los registros acerca de la edificación de esta vivienda inician hacia 1857 cuando su entonces propietaria Antonia Zamora (tras al menos 7 años de tenerla), da la residencia en herencia a su hija Libertá Pérez y Zamora.

En el año de 1876 Libertá hace lo mismo, heredándose a su hija Froilana González y Pérez, la cual la inscribe bajo la descripción de *“casa con el solar (...) medidas de la superficie de la casa 23 varas de frente y 7 de fondo y del solar 50 varas en cuadro”* (Registro Nacional, Tomo 136, Folio 175, citado en Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio, 2010). Froilana reside en la vivienda durante 38 años, hasta que la da en donación a su hermano Domingo González, padre del que fuera presidente de la República de Costa Rica, Alfredo González Flores. Esta es la razón por la que la casa se conoce con este nombre. En 1928 con la muerte de Domingo, la propiedad pasa a manos de su esposa Elemberta Flores Zamora, quien a su vez la da a su hijo José Joaquín González Flores.

Once años más tarde, la residencia es vendida a Adela Murillo Baudrit, que al momento de su inscripción, realiza nuevas mediciones actualizando la dimensión de la propiedad a 1742m². No obstante para 1944 es adquirida por Adriana Solano Soto quien hasta 1971 aún figuraba como dueña de la edificación.

Se sabe que para 1888 después del terremoto, la mayoría de las construcciones de adobe y bahareque sufrieron desperfectos, por lo que se adjudica a este hecho, las reformas efectuadas en el inmueble. Al respecto se destaca lo siguiente:

“(el fuerte terremoto) derribó en la provincia 85 casas, dejó inutilizadas otras 1164 viviendas, a más de 4 edificios públicos, fuera de 22 que demandaban ser reparados. No conocemos en detalle sus efectos en la ciudad, pero este factor debió haber sido determinante en el proceso de muchas nuevas casas, con fisonomía nueva” (Meléndez, 1993, citado en Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio, 2010).

Descripción Formal

La residencia fue edificada en un solo nivel bajo el estilo colonial tardío –definido éste como el desarrollado desde el siglo XVIII y hasta finales del XIX- y en su mayor parte se construyó en adobe.

Se ubica en una esquina orientada hacia el norte y el oeste sin retirarse de la línea del camino, al igual que la tipología de vivienda urbana. Cuenta con un zócalo de piedra revestido con mortero de cemento, sobre el que se erigieron los muros de adobe.

La fachada norte presenta dos únicas aberturas, la primera se corresponde con una ventana rectangular de guillotina, con vidrio y contraventana de madera maciza, mientras que la segunda, es un buque de puerta localizada en segundo plano, con los bordes de las paredes redondeados, forma poco habitual que hace pensar que es propia de una reforma reciente.

La fachada oeste consta de 2 ventanas similares en dimensión y acabado, ubicadas una a cada lado de la puerta principal, a la cual se accede por medio de una pequeña escalinata de 5 gradas. Esta puerta daba acceso a un pequeño pasillo –zaguán- entre dos dormitorios laterales, que desembocaba en un gran corredor al lado del patio interno. Asimismo, la propiedad contaba con espacios para almacenar granos, herramientas, incluso existían áreas para mantener animales domésticos y un huerto.

Por otra parte, la estructura de la cubierta fue realizada en madera y sobre ésta, se colocó la cubrición de tejas. La forma del techo era a 2 aguas. Los cielos interiores eran de tablas de madera de unos 0.20m de ancho aproximadamente, mientras que en otras estancias se colocaron tablas de menor dimensión e inclusive láminas de aglomerado.

Finalmente, los suelos fueron de 3 tipos: losetas de barro, baldosas de cemento y losas de hormigón con dibujos, coloreadas con ocre rojo. Estas diferencias hacen presumir las distintas modificaciones que pudo tener el inmueble. En este sentido además, se conoce que hubo añadidos posteriores que se edificaron con materiales como ladrillo, bahareque, hormigón armado y madera, no obstante en todas estas ampliaciones, se respetó el módulo original. Asimismo, se conoce con certeza que dichas remodelaciones se efectuaron en las áreas ubicadas hacia el oeste y hacia el sur.



Fig. 180: Casa de Domingo González, Heredia. Costa Rica. Fuente: www.patrimonio.go.cr

Estado de la Edificación Previo a la Intervención

La residencia de Domingo González permaneció cerrada y sin uso durante muchos años, tiempo suficiente para que el deterioro sufrido por la totalidad de la estructura, la pusiera en peligro de colapso.

Los muros de adobe presentaban serios desplomes, grietas verticales en las esquinas de hasta 0.10m de ancho, grietas por flexión, pérdida del material de relleno en los paramentos de bahareque, desprendimientos y pulverización de los revestimientos a nivel general, entre otros.

Además, la estructura de madera de la cubierta, evidenciaba patologías importantes por filtraciones, presencia de hongos, termitas y xilófagos, crecimiento de musgo, deformaciones en las secciones, flechas, deslizamiento de elementos e incluso algunas viguetas se habían desprendido por el movimiento de las paredes.

El colapso parcial de la estructura del techo, conllevó la pérdida de la mayor parte de las tejas que conformaban la cubrición, las cuales habían caído al interior de la vivienda, contribuyendo al mal estado de las paredes.

En cuanto a las carpinterías interiores, en su mayoría presentaban problemas de ataque de anóbidos, mientras que en las exteriores había pérdida de elementos, producto posiblemente, del vandalismo. Asimismo, los vidrios habían desaparecido y los restantes estaban quebrados. Las barandillas que poseía la vivienda en el área del corredor interior y que delimitaban el espacio con relación al jardín presentaban pudrición o estaban rotas.

La totalidad de los falsos techos estaba en estado ruinoso, como consecuencia del desplome parcial de la cubierta, las continuas filtraciones y el ataque de anóbidos, haciendo imposible el rescate de las piezas.

Los suelos de la edificación, aunque en su mayoría se conservaban en buen estado, presentaban problemas de fisuraciones de las losetas de barro, desprendimientos, humedades y crecimiento de musgos.

Finalmente, los fuertes movimientos sísmicos ocurridos durante los años 90, contribuyeron a deteriorar aún más la residencia por lo que la municipalidad del cantón, optó por efectuar labores de emergencia para evitar el desprendimiento de más material de las paredes, así como el desplome de los muros o de la cubierta colindante. Dentro de las medidas adoptadas estuvo el apuntalamiento de los paramentos y el vallado perimetral de la parte norte y oeste de la vivienda. Llegó inclusive a solicitarse la demolición de este edificio por las pésimas condiciones de su infraestructura, sin embargo las presiones por su rescate evitaron su pérdida (Fig. 180).



Fig. 181: Casa de Domingo González, durante la intervención. Fuente: www.patrimonio.go.cr

Análisis de la Intervención

Inicialmente, los trabajos de restauración de la vivienda se priorizaron hacia aquellos que representaban medidas de emergencia y aquellos que contribuyeran con la seguridad de la estructura. Fueron necesarios más apuntalamientos sobre todo al interior de la residencia, así como la remoción de escombros procedentes de la cubierta. En este caso además se revisaron las estructuras que fueron instaladas en su momento, por la municipalidad, asegurándolas y extendiendo el vallado perimetral de manera que se abarcara la totalidad de la longitud.

Una vez afianzadas estas labores, se procedió con el desmontaje de la estructura de la cubierta restante. En este sentido, al verificar los elementos de madera se llegó a la conclusión de que tal era su estado, era imposible reutilizarlos en la edificación, por lo que se desecharon.

Seguidamente se realizó la revisión minuciosa de todos los paramentos, haciendo un mapeo general de todas las fisuraciones, desplomes y faltante de elementos estructurales. Una vez se contó al completo con esta información, se previeron las maneras en que se iba a atacar cada patología. En el caso de las grietas verticales cuya separación rondaba entre los 0.05m y los 0.10m, se optó por mejorar la traba, eliminando algunos bloques y sustituyéndolos por bloques de adobe nuevos. Cabe mencionar que el barro y los agregados para obtener los nuevos adobes, se hicieron en sitio, según la técnica tradicional. Además se colocaron algunos elementos de madera como pilares de refuerzo dentro de las fábricas de adobe, con el objetivo de dar más unidad a la estructura.

En el caso de las fisuras de menor dimensión, se colmataron con morteros de cal y algo de arena. Asimismo, al finalizar los rellenos de las grietas, una vez mejorada la traba y colocados los refuerzos verticales, se procedió a revocar por completo los muros, utilizando un revestimiento de mortero de barro y cal. Finalmente, se pintaron los paramentos con pintura acrílica a lo interno y un esmalte graso para el exterior (Fig. 181).

Los muros de bahareque se encontraban en un estado menos problemático, en comparación con los de adobe, ya que en su mayoría, las patologías que presentaban eran desprendimiento de los revestimientos y pérdida puntual de algún elemento de cañizo, por lo que únicamente los trabajos consistieron en reponer las piezas faltantes con secciones de madera aserrada, la aplicación del nuevo revestimiento de barro y el acabado de cal y pintura.



Fig. 182: Casa de Domingo González, durante la intervención. Fuente: www.patrimonio.go.cr



Fig. 183: Casa de Domingo González, finalizada la intervención. Fuente: www.patrimonio.go.cr

En conjunto con la intervención de los muros, se ejecutaron las labores enfocadas en la construcción de la nueva cubierta. Se instalaron las vigas y correas de madera aserrada, para posteriormente, proceder con la colocación de chapas metálicas sobre las que se instalaron finalmente las nuevas tejas. Este trabajo se realizó en etapas, iniciando por el costado norte, siguiendo con el mismo orden secuencial en el que se iban reforzando los paramentos (Fig. 182). Hacia el costado este de la vivienda fue necesario cerrar el espacio comprendido entre la cubierta y el muro, por medio de la colocación de tablas de madera. Se presume que este espacio, originalmente estuvo cerrado con una extensión de la pared de barro, sin embargo por razones antisísmicas se optó por la instalación de un material más liviano. Es importante destacar además que todas las piezas de madera que se colocaron nuevas en la edificación, fueron previamente protegidas con la aplicación de un tratamiento contra los hongos y xilófagos. Este mismo tratamiento fue el que se le dio a los falsos techos de madera que fueron instalados nuevos dentro del inmueble y en los aleros del edificio.

Para el tratamiento de las carpinterías atacadas por anóbidos, se realizó la aplicación, de una solución de bórax disuelto en agua, la cual fue aplicada por medio de pinceles. Este procedimiento requirió el desmontaje total de estas carpinterías, ya que al tratarse de un producto tóxico, el tratamiento se efectuó fuera del inmueble.

Es importante mencionar además, que a todas las carpinterías una vez tratadas contra los xilófagos, se les dio acabado mediante la aplicación de barniz mate que resaltara el tono natural de la madera. Para las ubicadas en las fachadas, se les colocó una pintura de esmalte graso en el mismo todo que el zócalo y las molduras.

Por otra parte, se realizaron trabajos en la recuperación de los pisos de loseta de barro, por medio de la reintegración de las piezas con el uso de resinas, sin embargo en algunos casos fue necesaria la sustitución debido al estado de pulverización de las mismas. En cuanto a las baldosas una vez realizadas labores de limpieza, se recolocaron en su sitio utilizando morteros de cemento. Para el pavimento de hormigón, se optó por un pulido y una nueva capa de ocre rojo.

Finalmente se instalaron nuevos sistemas de canalización para las aguas pluviales: canalones y bajantes, los cuales intentaron integrarse cromáticamente en las fachadas. Además se colocaron nuevas instalaciones de electricidad, canalizadas por medio de los falsos techos y se dispusieron vistosas luminarias suspendidas, en las elevaciones principales de la residencia (Fig. 183).



Fig. 184: Casa de Domingo González, finalizada la intervención. Fuente: www.patrimonio.go.cr

Estado Actual

Las labores de restauración finalizaron en el año 2012 y contaron con el apoyo del Ministerio de Cultura y la Municipalidad de Heredia. Constituyen un trabajo importante en el rescate de este tipo de construcciones en la ciudad herediana ya que al ubicarse en pleno núcleo urbano, contribuye a ir completando el conjunto histórico principal. Otras edificaciones de los alrededores, han sido intervenidas, mientras unas aún aguardan labores en este sentido, por lo que facilita el reconocimiento de las construcciones más antiguas de la provincia.

No obstante, pese al enorme esfuerzo que se realiza para lograr el rescate de inmuebles en tan malas condiciones como las que presentaba esta residencia, a día de hoy, empiezan a aparecer nuevamente algunos problemas, originados posiblemente, por la falta de uso del edificio, ya que una vez finalizadas las obras hace poco más de un año, aún no se le ha adjudicado un destino y ha empezado degradarse. Sus renovadas paredes han sido blanco fácil de los grafitis, conformando un enorme lienzo para erigir diferentes manifestaciones, poniendo nuevamente en peligro el edificio.

El problema de las restauraciones sin un adecuado plan de mantenimiento periódico y más aún como en este caso, sin plantearse su utilización como medida prioritaria desde el inicio de las obras, acarrearán la problemática que se está presentado, conllevando inevitablemente a este tipo de patologías.

La musealización de los inmuebles históricos restaurados, no constituye la única salida para este tipo de edificaciones, pero sí es en mayor medida, la única respuesta o la iniciativa primordial. En un centro urbano de pequeñas dimensiones, donde existen numerosas casas-museo, proliferación de centros culturales y cafeterías, deben preverse nuevas alternativas que dinamicen la zona y que logren captar la atención de los visitantes, de manera que el esfuerzo por el rescate de las tradiciones constructivas no se vea mermada por la monotonía de iniciativas.

Por otra parte en lo que respecta a las soluciones adoptadas en aras de mejorar el comportamiento antisísmico de la residencia, es importante mencionar que responde a la necesidad de explorar distintas variables: colocación de pilares de madera, mejoramiento de la traba de los muros y la eliminación de revestimientos de morteros no adecuados. Todas estas adaptaciones intentan dar continuidad a la estructura y por consiguiente, alcanzar un comportamiento conjunto del edificio. Pueden parecer mejoras sencillas de adoptar, sin embargo suelen hacer la diferencia entre pequeñas fisuraciones y grandes grietas, deslizamientos y desplomes a futuro (Fig. 184).

Según se ha analizado en los casos anteriores, los proyectos de restauración de las construcciones de tierra tradicionales en Costa Rica han ido en aumento en los últimos años, enfocándose en edificaciones de todo tipo, tanto de índole residencial como gubernamental y religioso. El legado arquitectónico construido con adobe y bahareque es considerablemente amplio y presenta condiciones de mantenimiento, en muchos casos, tan preocupantes como los que se han podido encontrar en los ejemplos estudiados.

Existen iniciativas interesantes enfocadas hacia el rescate de la arquitectura vernácula, impulsadas inicialmente desde entidades estatales como el Centro de Investigación y Patrimonio, el Ministerio de Cultura, las municipalidades locales, hasta asociaciones de vecinos que interesados en conservar parte de su identidad, se preocupan por la restauración de sus edificaciones emblemáticas. Todas estas acciones demuestran que existe un cambio en la manera de percibir las construcciones patrimoniales, facilitando y conduciendo a los habitantes hacia la identificación real con éstas.

Se han puesto en práctica, en la mayor parte de las intervenciones, las técnicas tradicionales de construcción propias de cada edificio, intentando restaurar este tipo de arquitectura siguiendo los principios básicos utilizados originalmente por sus constructores. Se ha ido erradicando la creencia popular en las “reparaciones” a base de materiales modernos totalmente contrarios en comportamiento, características y acabados con los primigenios: la tierra, la madera el cañizo y la teja. Además, el recate de la tradición constructiva ha permitido aumentar su difusión a lo largo de las comunidades, evitando la pérdida de las antiguas costumbres en temas de edificación y revalorizando la calidad de la materia prima natural.

Sin embargo, aún las adaptaciones de los edificios de tierra a las normativas actuales, principalmente a las determinadas a mejorar el comportamiento antisísmico de las estructuras, no son lo suficientemente satisfactorias, ya que se han limitado, en la mayor parte de los casos, a reparaciones de emergencia, a colmatado de fisuras, colocación de nuevos soportes y enlucidos estéticos. Estas reformas, aunque necesarias, pueden ser insuficientes, pues, aunque pretenden alcanzar una respuesta conjunta del edificio ante las fuerzas de los terremotos, funcionan más como medidas parciales e incluso paliativas u ornamentales, forzando a realizar de nuevo intervenciones en periodos de tiempo relativamente cortos. La tarea de intentar mantener las construcciones de tierra en buen estado ante los embates de las fuerzas de seísmo, es aún larga y experimental. En este sentido es interesante evaluar los ejemplos de las investigaciones en países con condiciones similares, para poner en práctica nuevos conocimientos y evitar el deterioro continuo de estos tipos de arquitectura.



11 NUEVAS TÉCNICAS Y PROPUESTAS

La restauración y conservación de las construcciones de adobe y bahareque en zonas de alta sismicidad debe partir de la recuperación y empleo de las técnicas de construcción originales. La existencia de un programa de mantenimiento periódico y controlado es otra de las medidas trascendentales para la conservación de la arquitectura vernácula. No obstante, las experiencias llevadas a cabo en países que reúnen condiciones similares a la costarricense, constituyen otro de los pilares fundamentales a evaluar y considerar en el momento de llevar a cabo labores de intervención en este patrimonio específico.

Asimismo, es importante tener la consideración de que los procedimientos utilizados a nivel global, resultan alternativas de restauración en sitios determinados y para patologías concretas. Sin embargo, no aseguran absolutamente la estabilidad o resistencia de estas estructuras ante eventuales movimientos telúricos de intensidades y aceleraciones considerablemente dañinas; al mismo tiempo, que no pueden considerarse soluciones típicas para determinadas problemáticas, ya que cada problema en la arquitectura patrimonial representa una solución única. No obstante, la restauración de una construcción de tierra bajo estos condicionantes, debe integrar un diagnóstico apropiado así como una propuesta en el plano estructural determinada, consiguiéndose ésta por medio de soluciones generalmente ensayadas y probadas.

Cada vez que se produce un movimiento sísmico, se pone a prueba el sistema constructivo de las edificaciones y por consiguiente, su estabilidad, por lo tanto las patologías que se evidencian, suelen ser la acumulación de pequeños daños ocasionados por enjambres sísmicos o por algunos más intensos con periodicidad corta. La pérdida del comportamiento monolítico de las estructuras trae a la larga, el colapso de las edificaciones y por ende, el detrimento del patrimonio histórico.

Comúnmente, las estructuras de tierra que aún perviven en zonas sísmicas suelen corresponderse con una arquitectura constituida por anchos muros como elementos resistentes o aquellas de entramados de madera cuya estructura flexible ha resistido el paso del tiempo y ha permitido el movimiento de sus elementos. No obstante, es necesaria la implementación de nuevas medidas para preservar estas pequeñas joyas arquitectónicas, reflejo de la cultura de nuestros antepasados incluyéndolas dentro de los proyectos de recuperación, ofreciendo una respuesta más completa e integral.

En las construcciones de tierra los muros son los elementos estructurales principales, siendo su estabilidad el fundamento del equilibrio del conjunto. Según investigaciones de Vargas Neumann *“existen hasta tres criterios diferentes para el diseño de intervenciones en construcciones de valor histórico en base a tierra (...) El criterio más antiguo está basado en aumentar la resistencia de los elementos estructurales, para prevenir que se produzcan fisuras. Ejemplos de aplicación de este criterio son aumentar el espesor de los muros, construir contrafuertes, o reconstruir parcial o totalmente un muro dañado. Este criterio no es adecuado en áreas donde ocurren terremotos. Un criterio relativamente moderno está basado en mantener la estabilidad global de la estructura. Se trata de controlar el agrietamiento y separación de los elementos estructurales después de producida la fisuración sísmica, mediante la colocación de refuerzos resistentes a fuerzas de tracción (...). Y añadir además, capacidad de deformación a la estructura luego del agrietamiento inicial”* (Vargas, 2012).

Otro de los criterios más recientes consiste en intentar la recuperación de la resistencia inicial de los muros una vez se presentan las fisuraciones. Al repararlas y desaparecer las discontinuidades se reintegraría el comportamiento unitario de la edificación.

Existen nuevos procedimientos que están siendo implementados en varios países, principalmente sudamericanos, que tienen como objetivo, minimizar las consecuencias que tienen los terremotos sobre las estructuras patrimoniales edificadas con tierra. Se han desarrollado diversas alternativas, que van desde la instalación de vigas de reparto nuevas, refuerzos verticales no solamente en los muros de bahareque sino, instalados dentro de las fábricas de adobe, colocación de piezas de madera para reforzar las esquinas y los encuentros de los muros, realización de contrafuertes para minimizar el desplome de los paramentos, entre otras técnicas, que podrían catalogarse dentro de las primeras desarrolladas por los investigadores.

No obstante los trabajos no se han detenido en la aplicación de los refuerzos antes mencionados, sino que por el contrario, las labores se han continuado, hasta poner en práctica novedosas alternativas, como la colocación de mallas de fibras sintéticas que confinan los muros intentando dar a la estructura el comportamiento monolítico que, según se ha experimentado, resulta el más apropiado. A continuación se expondrán las soluciones más comúnmente utilizadas para la adecuación antisísmica de las construcciones de tierra, el estudio no pretende convertirse en una especie de “recetario” para las patologías de sismo, sino que se realiza de forma orientativa para conocer las soluciones que existen a día de hoy ante esta problemática.

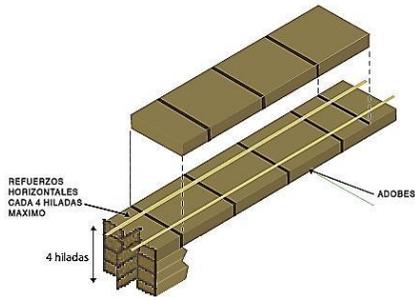


Fig. 185: Ejemplo de mejora de traba.
Fuente: www.vivienda.gob.pe/dnc

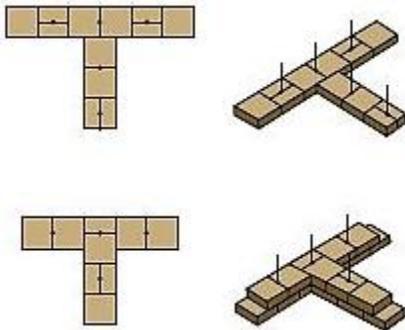


Fig. 186: Ejemplo de mejora de traba.
Fuente: www.vivienda.gob.pe/dnc

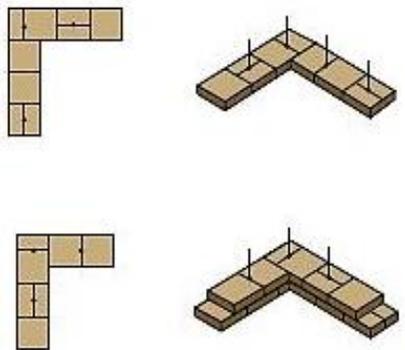


Fig. 187: Ejemplo de mejora de traba.
Fuente: www.vivienda.gob.pe/dnc

Restitución de la traba

Este tipo de intervención se efectúa cuando existe desvinculación entre los muros, es decir cuando éstos han perdido la continuidad o el anclaje entre sí. Normalmente estas condiciones se presentan cuando los paramentos muestran una traba insuficiente, ya sea porque se han perdido algunos elementos de su constitución o porque se realizó de una manera inadecuada al momento de su construcción. Es una patología frecuente en los muros de adobe, mientras que en los de bahareque por estar constituidos de una masa unitaria, es menos habitual, aunque pueden darse otro tipo de discontinuidades que se analizarán más adelante.

Para mejorar la traba entre los bloques de adobe, es necesaria la inserción de conectores, generalmente de caña delgada, retirando los adobes dañados, pieza por pieza. Este procedimiento debe efectuarse por las dos caras de los muros, de manera alternada y solamente en el área que presenta la desvinculación, sin extenderse por el muro. Posteriormente se colocan las piezas de caña longitudinalmente (suelen colocarse 2 elementos) y luego se instalan los nuevos adobes, logrando una traba y un tejido uniforme en el área intervenida (Fig. 185). Finalmente, el muro se revocará utilizando el mortero habitual. La colocación de las piezas de caña se realiza cada 3 o 4 hiladas aproximadamente cuidando que los nuevos elementos no sobresalgan de la línea de la pared, sino por el contrario, deben quedar colocados hacia el área central, de esta manera después de la colocación del mortero, resultarán imperceptibles. Además, los investigadores recomiendan realizar este procedimiento por etapas, de forma que se eviten problemas derivados como el aplastamiento.

Otra de las opciones que existen para mejorar la traba en los paramentos es la utilización de llaves de amarre. Este sistema refuerza la traba en el encuentro de los muros ya sea en muros divisorios y contrafuertes donde suelen colocarse piezas en forma de "T", o hacia las esquinas con la colocación de elementos de madera en forma de "L" (Figs. 186 y 187). Estos refuerzos se instalan de la misma manera que en el caso anterior, desmontando parte de los bloques por etapas, insertando las piezas de caña o madera y volviendo a colocar los adobes.

Las llaves de amarre se utilizan generalmente en trabajos que conllevan la reconstrucción de paredes que deben ser desmontadas en la restauración, para reforzar las esquinas, por ejemplo o por haber perdido parte de los bloques de adobe y en el encuentro de muros que no necesariamente deben ser desmontados pero necesitan que su continuidad y vinculación sean restauradas. Todas estas soluciones tienen como objetivo, restablecer el trabajo conjunto de la estructura, es decir, dar continuidad a todos los paramentos que la han perdido.



Fig. 188: Desprendimiento de hoja exterior en muro de adobe.
Fotografía: 123CUA Arquitectos.

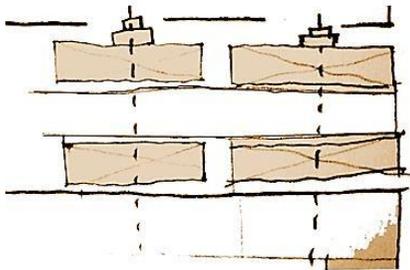


Fig. 189: Desprendimiento de hoja exterior en muro de adobe.
Fotografía: 123CUA Arquitectos.

Otro problema que puede originarse, es la pérdida de la continuidad transversal de los muros, sobre todo en los que han sido construidos utilizando aparejo a soga. Esta patología suele aparecer tras un movimiento sísmico, ya que se tiende a crear una separación entre las 2 hojas del muro, facilitado por la pérdida de adherencia del mortero utilizado durante su construcción. En algunas ocasiones incluso, una de las hojas puede desprenderse parcialmente, debilitando la fábrica y poniendo en peligro la estabilidad estructural del edificio.

En este caso, una de las soluciones que se plantean es insertar conectores, generalmente de madera, transversales en el muro, cuidando de rehundirlos para que una vez revestidas las paredes, no se aprecien. Esta opción ha sido utilizada para resolver el problema de la traba, no obstante es una alternativa poco eficiente en cuanto no garantiza la mejora en toda la sección, sino solamente en algunos sitios puntuales donde se coloca el refuerzo.

Otra de las opciones es instalar piezas de madera por ambas caras del muro en sentido vertical. Una vez colocadas, se inserta un pequeño tirante transversal que abrace por completo la sección. Finalmente se colocan los bloques de adobe restantes y se revoca la pared. De esta manera, las piezas de madera funcionarán como placas de reparto, mientras que el tirante atará la estructura impidiendo que ésta se abra.

Esta última solución fue aplicada en el proyecto de restauración del Fundo San Nicolás en Calera de Tango, Chile, después de los daños ocasionados por el terremoto del 27 de febrero de 2010 en el edificio de adobe. Este trabajo estuvo a cargo de los arquitectos Cristóbal Lamarca, Nicolás Irrarzával y Francisco Godoy de 123CUA Arquitectos (Figs. 188 y 189).

Sin embargo, uno de los inconvenientes de esta solución es que los tirantes deben ser varillas inoxidables o de fibra de vidrio y las piezas de madera deben estar colocadas a cada metro en altura y en horizontal, de manera que se garantice el trabajo uniforme y conjunto del muro.

Además, la colocación de estas piezas como placas de reparto, muchas veces suelen ocasionar pequeñas fisuras en el revestimiento debido a la contracción durante el secado o incluso después de movimientos sísmicos por la diferencia entre los materiales. Estas fisuraciones no suelen ser síntomas de patologías. Por último recalcar que aunque se tiene previsto que los tirantes no sean evidentes, en algunas ocasiones, por el espesor de la pared, a pesar del revoco, éstos no quedan inmersos dentro del muro y pueden tener cierto impacto visual.

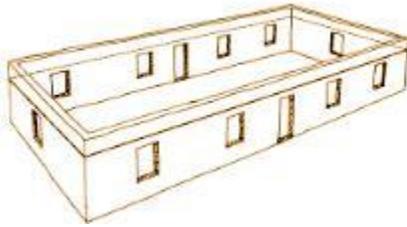


Fig. 190: Viga de amarre perimetral o zuncho de reparto. Fuente: Getty Conservation Institute.

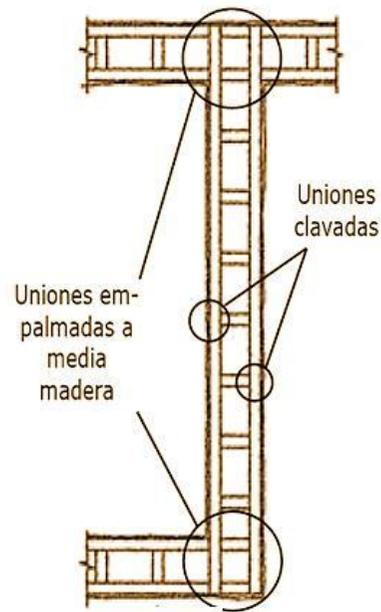


Fig. 191: Viga de amarre perimetral o zuncho de reparto. Fuente: 123CUA Arquitectos.

Vigas de amarre y zunchos de reparto

La medida inicial para buscar un comportamiento conjunto en las construcciones de adobe o bahareque suele ser la colocación de elementos horizontales en la parte superior de los muros. Con la instalación de estos componentes, se intenta lograr un anclaje apropiado con la estructura de la cubierta, una distribución uniforme de la carga de ésta sobre las paredes y posteriormente, su transmisión óptima al suelo. Constituyen uno de los elementos más importantes en la adecuación sísmica de las edificaciones de tierra, ya que la mayor parte de los fallos de estas estructuras pueden originarse cuando sus muros se agrietan, se desplazan y vuelcan. Por otra parte, la colocación de zunchos –generalmente de madera- como piezas al final de las paredes, otorgan resistencia y rigidez fuera del plano de éstas, al mismo tiempo que facilitan la continuidad en el plano, evitando que los segmentos de muro fisurados salgan del plano del mismo, impidiendo su propagación.

Una consideración importante con respecto a estos elementos de amarre, es que el material elegido, debe ser compatible con la fábrica de tierra, ya sea física o estructuralmente. Lo más común es que se coloquen zunchos de madera, capaces de absorber las tracciones, flexiones y cortantes, que tal y como se ha analizado en el capítulo de patologías, son las fuerzas que originan las grietas estructurales. Anteriormente, los zunchos se ejecutaban de hormigón armado, no obstante investigaciones en materia sísmica, han comprobado que su excesiva rigidez, induce un comportamiento distinto en la fábrica de tierra que facilita su colapso e incluso su aplastamiento (Fig. 190).

La conexión de la cubierta y la viga de amarre o zuncho, debe ser realizada por medio de elementos de arriostre y fijaciones. Estas piezas pueden ser pernos de acero, estacas de madera o varillas de fibra de vidrio. Últimamente se recomienda la utilización de conectores de estacas de madera empotradas en los muros hasta 0.80 m. Además, el uso de varillas verticales embutidas en los paramentos y conectadas con la viga de amarre es otra de las soluciones que garantiza la vinculación entre los elementos. A pesar de que la madera es el material más empleado para implementar esta solución de viga, los encadenados de metal inoxidable o con tratamiento anticorrosivo, también son otra de las alternativas que se pueden poner en práctica. Consiste en realizar una especie de cercha plana (arriostrada) e instalarla, igualmente, en la parte superior de los muros. Su fijación puede realizarse por medio de varillas o tirafondos. Este sistema puede resultar óptimo en el caso de evitar una intervención excesiva en el edificio, aunque en cuanto a la distribución de las cargas de la cubierta, puede no ser tan eficiente, debido a lo plano de su sección (Fig. 191).

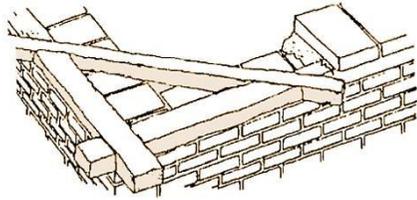


Fig. 192: Refuerzos en esquinas de los muros. Fuente: 123CUA Arquitectos.

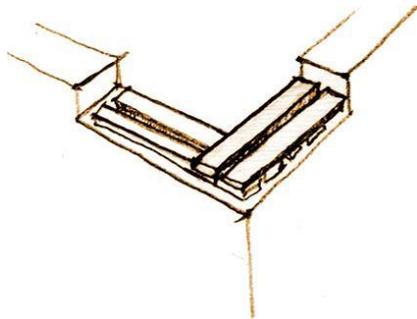


Fig. 193: Refuerzos en esquinas de los muros. Fuente: 123CUA Arquitectos.

Refuerzo en el encuentro de muros

Asegurar los encuentros entre muros perpendiculares suele resultar una labor difícil, debido a la gran diferencia entre los movimientos en el plano y fuera de él que presentan los muros. Las conexiones entre los paramentos que se intersecan pueden poseer resistencia suficiente para soportar los movimientos sísmicos moderados, mientras que la construcción original comprenda bloques que se traslapen entre sí. El colmatar las grietas, la inserción de varillas o la instalación de piezas de madera confieren a la estructura la capacidad de soportar movimientos telúricos moderados. Asimismo, en el caso de que se ejecuten vínculos excesivamente rígidos, las fuerzas que se generan localmente pueden ser muy considerables, trayendo como resultado nuevas grietas no previstas al muro. Además, durante seísmos fuertes, las paredes de adobe tenderán a dañarse en los puntos de unión o cerca de ellos, tal y como se ha explicado anteriormente.

Como respuesta ante esta problemática, existen algunas soluciones para rigidizar los encuentros entre los paramentos, aplicadas principalmente hacia la parte superior de los mismos. Estos anclajes tienen como objetivo, impedir que al momento de producirse un movimiento sísmico, las fábricas se separen al tender a moverse según la dirección de las fuerzas. Frecuentemente, en edificios históricos de adobe, se instalan elementos de madera que arriostren las esquinas, con el fin de evitar el volteo de los muros (Fig. 192).

Otro de las soluciones que se han empleado para resolver el problema de los encuentros como puntos débiles en las estructuras de tierra, es reforzar dichos puntos no solamente en la parte superior, sino, crear algunos sitios intermedios e instalar otros elementos. Esta alternativa es comúnmente utilizada cuando el fallo que se ha producido a lo largo de toda la esquina, haciendo necesaria la intervención en toda la sección.

El procedimiento a seguir inicia con el desmontaje de los bloques de adobe, seguidamente se procede a situar 2 piezas de madera situándolas en paralelo al muro y suficientemente largas como para traslaparse al llegar a la esquina. Una vez instaladas se vuelven a colocar los bloques y finalmente se revoca el área (Fig. 193).

Aunque la instalación de anclajes localmente entre muros es una medida importante en la limitación de los daños, no resulta suficiente ante eventuales movimientos telúricos fuertes, por lo que es necesario el diseño e instalación de otros elementos para la adecuación antisísmica de la estructura. Además, los componentes horizontales dentro de un sistema integral, suelen resultar sumamente eficaces para conferir estabilidad estructural al edificio una vez que hayan aparecido grietas en los puntos de intersección de los muros.



Fig. 194: Viga tirante entre muros.
Fuente: www.fundacionaltiplano.cl

Inserción de tirantes

Constituye una medida importante indicada en casos de movimientos en la estructura con riesgo de desplome, además de que resulta adecuada para mejorar las respuestas antisísmicas de los edificios. Contribuyen a crear un comportamiento solidario de la estructura conectando los muros opuestos y ayudando a crear un funcionamiento conjunto de los inmuebles.

Como su nombre lo indica sirven además, para tensar y fijar los muros que se encuentran con riesgo de desplome, sin embargo también pueden ser instalados como medida preventiva, funcionando solamente, en caso de movimientos de la estructura. Comúnmente existen 2 formas de inserción de tirantes: vistos -en el caso de que los desplomes en los muros o aperturas en los apoyos laterales estén ya desencadenados- o también pueden ser ocultos, normalmente a nivel de forjados o de estructura de cubierta, cuando sea para prevenir los movimientos. En ambas situaciones evitan el colapso de las estructuras, aunque al instalarlos en edificios históricos como los que se han descrito, no es factible en la mayor parte de los proyectos, que dichos elementos resulten imperceptibles.

Los tirantes pueden ser de madera o metal, teniendo la debida consideración de dar tratamiento previo en el segundo caso, para evitar patologías relacionadas con la oxidación por humedad. En otras situaciones se han instalado también, tirantes de acero inoxidable.

Por otra parte, la inserción y ubicación de estos elementos en las edificaciones, varía dependiendo de si la patología está presente o el muro ha colapsado y amerita su reconstrucción. En el caso de muros que no deben ser desmontados, se procede a atravesar los soportes que se deben contener y fijar a la cara exterior de los muros, una placa de madera empotrada. Esta placa funcionará para el reparto, anclaje y transmisión de esfuerzos a los paramentos. Una vez colocada, se recibe el tirante metálico y se pone en tensión por medio de tuercas roscadas. Este procedimiento volverá al muro a su nivel y evitará el movimiento hacia afuera. Finalmente, se procede a rellenar las hendiduras o fisuraciones y se revocará la pared, intentado disimular las placas de anclaje. En caso de muros que deben ser reconstruidos, los tensores se pueden fijar al zuncho perimetral o viga de amarre, de manera que no es necesaria la perforación de los paramentos.

Investigaciones recientes han puesto en evidencia que la instalación de tirantes en madera resulta una opción más viable que los metálicos, ya que su trabajo es más solidario con las fábricas de tierra (Fig. 194).

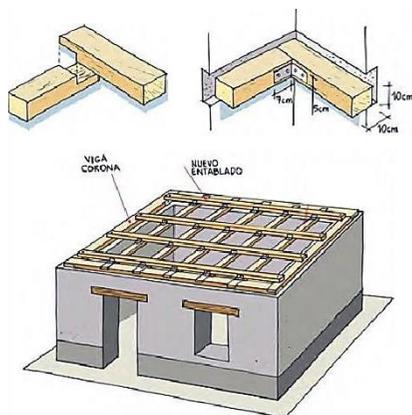


Fig. 195: Viga tirante entre muros.
Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

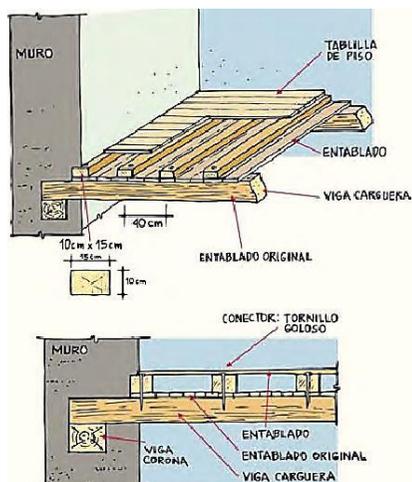


Fig. 196: Viga tirante entre muros.
Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Asimismo, se ha comprobado que a pesar de que los tirantes de acero cumplen la función de evitar el desplome, algunas veces por la diferencia en su comportamiento con respecto a las características de las edificaciones de adobe o bahareque, ante movimientos sísmicos, tienden a perforar los muros, ocasionando daños mayores.

Los tirantes de madera, al igual que los elementos metálicos, pueden tener varios tipos de anclaje a los muros, dependiendo del estado de éstos. Una de las opciones es la de realizar una perforación en ambos paramentos lo suficientemente grande como para empotrar la viga de madera. Este procedimiento resulta muy similar al utilizado para hacer entrepisos. Se debe tener el debido cuidado para evitar que la nueva pieza mantenga contacto directo con la fábrica de tierra, ya que podría originar patologías relacionadas con la humedad. En este sentido es importante que se aisle la viga por medio de la colocación de otro material como por ejemplo el corcho.

En el caso de ser necesaria la reconstrucción de la pared, puede aprovecharse la colocación del zuncho perimetral, para recibir la viga tirante, de manera que el anclaje pueda efectuarse por medio de tornillos, placas, soportes, angulares o pletinas metálicas directamente en la nueva estructura.

Finalmente, otra de las opciones existentes además de la colocación de las vigas tirantes, es la instalación de un entramado de madera aprovechando la colocación de las vigas. Este sistema consiste en colocar un entablado en las 2 direcciones principales (Fig. 195).

La estructura debe ir adecuadamente conectada a todos los elementos de soporte en el perímetro de los muros. Su instalación es similar a la utilizada para las vigas tirantes de madera, realizando perforaciones en los paramentos o por medio de la realización de una roza. Posteriormente, se colocan las vigas cuidando instalar el corcho para su aislamiento y sobre éstas se estructura el entramado superior.

El objetivo de esta disposición es crear una estructura que trabaje en ambos sentidos y que impida que los muros se abran en cualquiera de las direcciones, sin embargo puede resultar una intervención demasiado invasiva para el edificio, en caso de que éste sea de un solo nivel. Para las construcciones que cuentan con 2 pisos es más apropiada ya que la propuesta queda oculta por el pavimento y el falso techo, al mismo tiempo que contribuye a reforzar el sistema de entrepisos que solía realizarse con madera (Fig. 196).

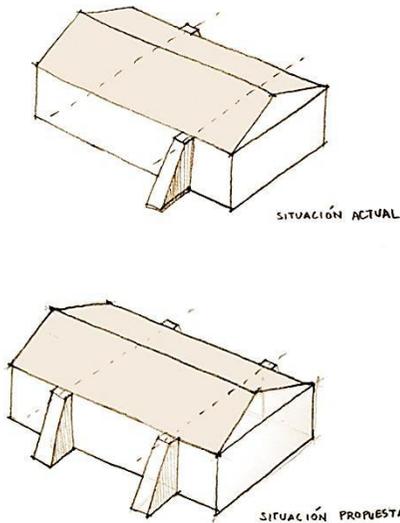


Fig. 197: Colocación de contrafuertes en proyecto de restauración. Fuente: 123CUA Arquitectos.



Fig. 198: Colocación de contrafuertes en proyecto de restauración. Fuente: 123CUA Arquitectos.

Contrafuertes

El uso de contrafuertes y pilastras se presenta como una solución para recuperar la estabilidad estructural de las edificaciones, aumentando su resistencia ante movimientos horizontales o de torsión. Los contrafuertes actúan como soportes para prevenir el volteo del muro hacia afuera, además, contribuyen a mejorar la integración de las paredes que convergen en las esquinas. En este sentido, es común que para las edificaciones, se planteen contrafuertes en áreas como los vértices donde las pilastras toman la forma de muros cruzados o en áreas intermedias en muros largos, colocándose perpendiculares para luego integrarlos a la estructura del muro.

“El uso de contrafuertes y pilastras para la resistencia mejorada de construcciones de adobe ha sido reportado en El Salvador, como parte de un esfuerzo de educación de base y reconstrucción posterior a los terremotos del 2001” (Dowling, 2011).

Es un elemento estructural utilizado en las construcciones de adobe para estabilizar muros de poca altura o de gran esbeltez. Las técnicas constructivas a utilizar deben ser compatibles con el material del edificio y se debe tener en consideración, el espacio disponible para ejecutarlos de manera que solventen los esfuerzos para los que se tiene previsto. Antes de la ejecución del contrafuerte, se debe apuntalar el muro para evitar el desplome. Posteriormente se procede a la excavación de la nueva cimentación y a la apertura de algunos huecos en la fábrica para posibilitar su anclaje con el nuevo elemento. Es importante que el contrafuerte quede ligado a los muros, ya sea por medio de la traba, o por la colocación de llaves de madera y así asegurar el trabajo solidario con la estructura existente.

Usualmente la creación de estos soportes en las edificaciones de adobe, se realizan utilizando el mismo material, aunque en ocasiones, la cimentación es un poco más profunda que la del resto del edificio. Además, pueden encontrarse ejemplos de utilización de hormigón armado, no obstante no resulta la mejor opción para anclarlo a fábricas de tierra, ya que acarrear patologías por la diferencia de comportamiento estructural entre ambos materiales.

Ejemplos de la utilización de este sistema se pueden encontrar en edificaciones de Chile o Perú, donde tras eventos telúricos importantes, muchas construcciones perdieron su estabilidad; en algunos casos, se optó por restituirla a través de la reconstrucción de contrafuertes con cimentación de hormigón armado y cuerpo de adobe. El anclaje a los muros fue efectuado por medio de varillas de fibra de vidrio (Figs. 197 y 198).



Fig. 199: Reparación por inyección de grout de suelo tamizado diluido en agua, con sello de yeso. Fuente: Pontificio Universidad Católica del Perú (PUCP)

Tratamiento de grietas

El sistema de reparación de fisuras en muros y estructuras de tierra puede hacerse de varias formas, por ejemplo, retacando las lesiones, inyectándolas o cosiéndolas.

En el primer caso, se debe atacar primero el origen de la lesión, es decir si existe una grieta ocasionada por movimientos de la cimentación, por ejemplo, se debe eliminar primero el desplazamiento y posteriormente reparar la fisuración. En caso de que las grietas se generaran por desplomes, de igual manera, es necesario eliminar el problema de volteo y finalmente rellenar la fisura, es decir, es importante tener en consideración que las grietas en los paramentos reflejan movimientos de la edificación y en numerosas ocasiones, pueden ocultar patologías mayores.

Otra de las opciones es realizar cosidos en las paredes, procedimiento que se efectúa cuando aún se tiene previsto que la edificación tenga movimientos una vez reparada la grieta. Suele ser una de las opciones más utilizadas en el caso de construcciones sometidas a constantes eventos sísmicos, ya que permite la oscilación y mantiene atadas las paredes.

Dentro de las técnicas más experimentadas en la actualidad, se encuentra la de las inyecciones. Investigadores de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) con la colaboración del Getty Conservation Institute (GCI) han desarrollado un nuevo método para reparar muros agrietados mediante la inyección de pastas de barro líquido mejor conocidas como “*grout*”, con distintos grados de finos y diferentes contenidos de agua según el espesor y profundidad de las fisuras y de las paredes a reparar. Con este procedimiento se consigue restituir completamente la resistencia original de las construcciones de tierra. Las fisuras que se reparan mediante este sistema pueden haberse producido por diversos factores entre los que destacan la contracción por secado o la acción de los terremotos. Particularmente este último tema se enfoca con especial interés en el desarrollo de esta alternativa, ya que al ser un daño acumulativo, facilita la restitución de la resistencia original de cada muro, después de cada seísmo de manera que se evita la acumulación de los daños y por consiguiente el colapso (Fig. 199).

El sistema de reparación de las grietas por medio de la inyección con barro líquido, se realiza por etapas iniciando con una limpieza previa de las fisuras para eliminar residuos desprendidos o débiles. Seguidamente, se efectúa el sellado de las caras de la fisura con yeso o silicona –esta última posee más resistencia a la presión interior- para

evitar que el barro, una vez inyectado, se desborde de manera indeseada. Posteriormente, se evalúan los puntos donde se realizarán las perforaciones para la colocación de los pequeños tubos de plástico, cuidando que la separación entre ellos no sobrepase el medio metro, garantizando el traslape de las áreas de inyección. A continuación se efectúan las perforaciones y se colocan, traspasando el sello, conductos de goma de 3 mm de diámetro aproximadamente, para formar las cánulas por donde se inyectará el barro. Una vez endurecido el yeso o seca la silicona, se procede a inyectar agua en los conductos. Esta práctica se realiza con el fin de prevenir que el material fino existente en la superficie interior de las fisuras, trabaje como aislante al *“grout”* inyectado impidiendo su penetración; al mismo tiempo, se busca proporcionar una mejor hidratación a las paredes de la fábrica para disminuir la velocidad de secado, reducir la formación de microfisuras en el material de relleno e impedir que la pared de tierra despoje de humedad a la nueva mezcla de barro.

El paso siguiente consiste en inyectar el *“grout”*. Para hacerlo, es necesario iniciar por las cánulas de abajo y continuar hacia arriba. Cuando los conductos de goma adyacentes al área que se está relleno rebosan, aseguran que la operación se ha finalizado y se pasa a las siguientes cánulas. De esta manera se certifica que las grietas se están colmando adecuadamente. Este proceso se repite hasta concluir con todos los tubos.

Una vez ultimado el procedimiento, se retiran las cánulas y el sello de yeso o silicona, para proceder a reparar la superficie exterior de la fisura inyectada y los agujeros creados, hasta conseguir un acabado integrado en el muro. Por otra parte, es importante mencionar que según las investigaciones que dieron origen a esta técnica, la resistencia de la fábrica de tierra se ve recuperada en su totalidad después de 21 días de haber sido aplicadas las inyecciones, ya que se considera es el período ideal de secado del *“grout”*.

Otro detalle importante es la presión a la que se debe inyectar la mezcla de barro, pues las fisuras anchas y profundas requieren una presión controlada que penetre bien en las grietas sin deteriorar la fábrica.

Finalmente, otro de los sistemas utilizado para eliminar las grietas en los muros, es mediante la realización de cosidos. Para la puesta en práctica de esta técnica se recomienda que se utilicen los mismos materiales de la construcción original para asegurar la continuidad estructural de los paramentos, aunque en algunas ocasiones se han efectuado cosidos con elementos de madera a manera de llaves, e incluso con varillas de fibra de vidrio o metálicas con tratamiento anticorrosivo.



Fig. 200: Reparación por cosido con bloques de adobe. Fuente: 123CUA Arquitectos.

En el caso de que se opte por esta opción se debe tener en cuenta que existe el riesgo que la lesión vuelva a originarse en un área cercana a la reparada. Esto se debe a que muchas veces es necesario que el cosido se realice abarcando un espacio un poco más ancho que el de la propia lesión, colocando llaves más largas o reinsertando bloques de adobe aledaños aunque no hayan sido atacados por la fisura.

El proceso llevado a cabo con esta práctica, es similar al de la restitución de la traba. Se requiere un apuntalamiento previo del muro para su correcta estabilización. Seguidamente es necesario retirar los bloques de adobe agrietados uno a uno y efectuar una limpieza en seco para retirar material pulverizado o descohesionado.

Por otra parte, una vez limpia el área se debe realizar un montaje preliminar de los bloques nuevos para asegurarse de que el tamaño coincide con el del muro original. Este paso suele evitar múltiples inconvenientes ya que, a pesar de que los adobes se ejecuten con las medidas adecuadas y según la técnica tradicional, ya sea por desgastes o aplastamientos, los bloques frecuentemente no acoplan de manera exacta la primera vez que se instalan, por lo que se requieren ajustes.

A continuación, una vez presentados los nuevos elementos, se debe humedecer el área a intervenir y se reintegran los adobes con la utilización de morteros tradicionales que no impidan la libre transpiración de la fábrica original (Fig. 200).

La decisión de incorporar otros elementos para mejorar la traba transversal se debe poner en consideración, si al momento de la restitución no se garantiza la continuidad estructural de los paramentos.

Finalmente el muro se reviste utilizando mezcla de características similares al revoco original, manipulando barro y cal. Salvo en contadas ocasiones, ya sea por temas de distinguibilidad o de criterios estéticos, las paredes de adobe o bahareque se revisten completamente ocultando la fábrica de tierra, por lo que se unifica el paramento impidiendo ver el cosido efectuado.

Los criterios empleados en las restauraciones no siguen siempre los mismos parámetros no obstante, una práctica habitual para evidenciar las intervenciones en este tipo de patrimonio, es dejar testigos o ventanas arqueológicas en algunos sitios estratégicos de la edificación, de manera que los visitantes puedan comprender el material y el acabado final de las estructuras.

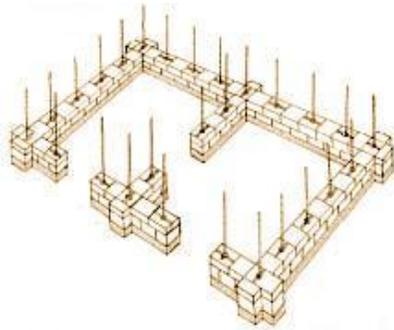


Fig. 201: Refuerzos verticales en fábricas de tierra. Fuente: www.vivienda.gob.pe/dnc



Fig. 202: Refuerzos verticales en fábricas de tierra. Fuente: Getty Conservation Institute.

Refuerzos verticales

El reforzamiento de los muros de adobe es otra de las alternativas utilizadas para lograr un comportamiento más unitario de las fábricas de tierra. El refuerzo de las estructuras puede hacerse con cualquier material dúctil, dentro de los que destacan la caña, el bambú, la madera o las barras de acero. Este tipo de elementos ayudan a mantener la integridad de los muros conectándolos directamente con la cimentación y con la estructura de cubierta, por medio del zuncho perimetral. Esta conexión restringe la flexión perpendicular y ofrece un buen comportamiento frente a esfuerzos de cortante.

Este tipo de elementos suele utilizarse en conjunto con los refuerzos horizontales enlazándolos entre sí por medio de hilos de nylon o fibras vegetales como se hacía históricamente con las estructuras de bahareque. La colocación de los refuerzos debe ser cuidadosamente proyectada para evitar el deterioro de los paramentos de adobe. En algunas ocasiones este tipo de refuerzos se instalan vaciando algunos sectores de las paredes para introducir las piezas, generalmente de caña o madera, mientras que en otras circunstancias cuando el muro ha colapsado y amerita su reconstrucción, los componentes verticales se colocan como parte del propio aparejo al centro de los bloques (Fig. 201).

Con respecto a este tema, la Pontificia Universidad Católica de Perú ha realizado múltiples investigaciones en edificaciones de adobe reforzadas empleando caña. El primer proyecto de investigación desarrollado en los años 70 demostró que un refuerzo interior de caña vertical, combinado con caña horizontal colocada cada cuatro hiladas, aumentaba considerablemente la resistencia de las edificaciones de adobe. Más adelante en 1992, tras nuevos estudios se demostró que el refuerzo horizontal y vertical de caña, complementado con la instalación de una viga perimetral, evitaba la separación de los muros en las esquinas y lograba mantener la integridad estructural de los edificios frente a movimientos sísmicos. A pesar de que los muros presentaban fisuraciones y algunos desprendimientos, el reforzamiento resultó muy efectivo para prevenir el colapso de las edificaciones. A día de hoy, estas técnicas han continuado desarrollándose hasta difundir su aplicación por casi toda Latinoamérica, dando frutos en países como Perú, Chile, Colombia y El Salvador (Fig. 202).

El uso de elementos de pequeño diámetro insertos en el núcleo central de los muros de adobe, contribuye a evitar el colapso de las áreas más sensibles del edificio, principalmente en zonas aledañas a buques de puertas, ventanas, esquinas, encuentros o paredes excesivamente largas.



Fig. 203: Refuerzos verticales en fábricas de tierra. Fuente: Getty Conservation Institute.

Otra de las soluciones implementadas para realizar refuerzos verticales en edificaciones de adobe, es la desarrollada por el Getty Conservation Institute. La propuesta de adecuación antisísmica, incluye un sistema básico de refuerzos verticales en las paredes y horizontales en la estructura de la cubierta, estas últimas por medio de correas o cables para conectar la construcción con el nivel de techo.

La técnica se compone de elementos verticales de madera o caña u otro material similar, que se combinan horizontalmente con un sistema de cables que viajan a través del techo, arriostrando la estructura e impidiendo el desplome de los muros.

Para poner en práctica este sistema es necesario realizar rozas en los muros perimetrales. Algunas veces estas rozas dan paso a aberturas verticales completas de una pequeña sección de muro. Una vez efectuadas las aberturas se introducen las piezas de madera o de caña a una distancia aproximada de 0.60 m entre unas y otras. Es importante destacar que la introducción de estos elementos se realiza en todos los muros perimetrales del edificio, es decir, el sistema arriostra las paredes en ambas direcciones.

El paso siguiente consiste en la inserción de los tirantes del techo. Para ello es necesario que las piezas de madera antes introducidas, cuenten en su extremo superior con una hendidura para fijar el cable. Este procedimiento se realiza primero en un sentido, colocando todos los tirantes y llevándolos —a la altura del falso techo— hacia el extremo opuesto, donde se fijan a sus respectivas piezas de madera y se ponen en tensión por medio de tuercas roscadas. Finalmente, se procede a revestir las paredes con un mortero de barro similar al utilizado originalmente en este tipo de edificaciones.

A pesar de que este sistema es reciente, se ha comprobado su eficacia en países como El Salvador, Ecuador, y la India, donde tras movimientos telúricos importantes, las edificaciones mantienen su estabilidad, siendo afectadas por fisuraciones de menor grado y sin riesgos de colapso. No obstante se debe velar por la calidad y tratamiento del metal para impedir patologías relacionadas con la corrosión (Fig. 203).

La investigación durante las últimas décadas ha llevado al desarrollo y perfeccionamiento de los sistemas de adecuación antisísmica. En la restauración en edificios históricos los criterios de mínima intervención limitan la acción de otros sistemas más agresivos, y sin embargo, diversifican aquellos que toman ventaja del espesor de sus paredes, permitiendo la instalación de medidas sencillas para evitar la pérdida de las estructuras.

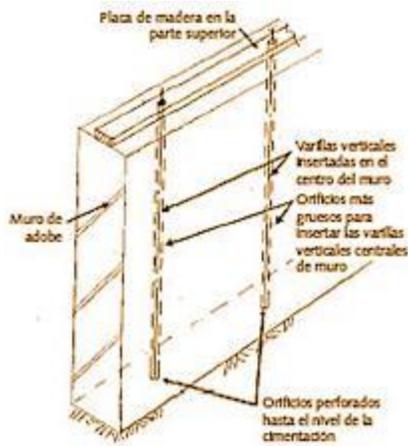


Fig. 204: Refuerzos verticales en fábricas de tierra. Fuente: Getty Conservation Institute.

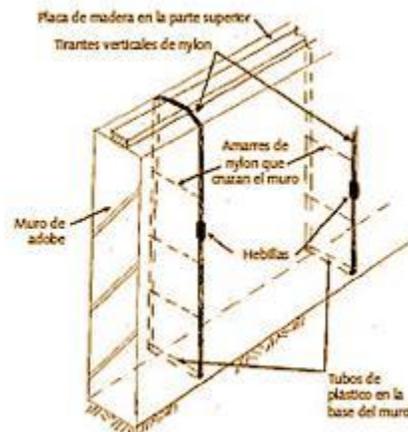


Fig. 205: Refuerzos verticales en fábricas de tierra. Fuente: Getty Conservation Institute.

La introducción de elementos verticales en los muros mejora principalmente la flexibilidad de una estructura durante eventos sísmicos prolongados o constantes además de conseguir minimizar la prolongación de los daños en caso de terremotos de magnitudes aún mayores. Existen ejemplos novedosos de implementación de elementos verticales a base de tirantes de nylon conectados en las superficies tanto interiores como exteriores de las paredes, incrementando la ductilidad de las estructuras.

La necesidad de contar con este tipo de componentes en los paramentos se acrecienta aún más en aquellas edificaciones de adobe con muros muy delgados, sobre todo con aparejo a soga, ya que como se ha comentado, los paramentos más anchos suelen ser más estables; no obstante también en estos casos, el empleo de piezas de madera o caña, puede ayudar a reducir los daños por cortante.

Asimismo, los muros de adobe estrechos ameritan la inclusión de elementos verticales: cañas, madera, tirantes o de algún otro tipo de sistema, que evite fallas por esfuerzos fuera del plano de los tabiques (Fig. 204). Las nuevas piezas centrales, embutidas en agujeros rellenos de mortero reforzado con cal, se adhieren apropiadamente al adobe, consiguiendo un comportamiento estructural más adecuado. El diámetro de las elementos centrales más utilizado según investigaciones *“puede variar entre los 12 y 25 mm (0.5–1 pulgada) y las varillas deberán insertarse en orificios de un diámetro mayor según el material utilizado para anclarlas (...) Se deberá usar varillas de diámetro pequeño y orificios de menos de 50 mm. (2 pulgadas) de diámetro, pues los elementos centrales más gruesos podrían actuar como “puntos duros”, los mismos que podrían ayudar a partir el muro de adobe, que es un material de baja resistencia”* (Dowling, 2011).

En el caso de muros de adobe de mayor espesor, los elementos centrales colocados dentro de las paredes, tienden a actuar como barras de corte más que como refuerzos para trabajar a flexión, en estos casos se recomienda la instalación de tirantes verticales –de nylon o metálicos- en ambas caras del muro (Fig. 205). Este tipo de refuerzos puede utilizarse como elemento para evitar fallas fuera del plano, haciendo trabajar al muro como una unidad.

Finalmente, en el caso de encontrar paredes con un espesor intermedio, es importante incluir refuerzos verticales, con la finalidad de optimizar su comportamiento ante esfuerzos horizontales y reducir los problemas de desplome.

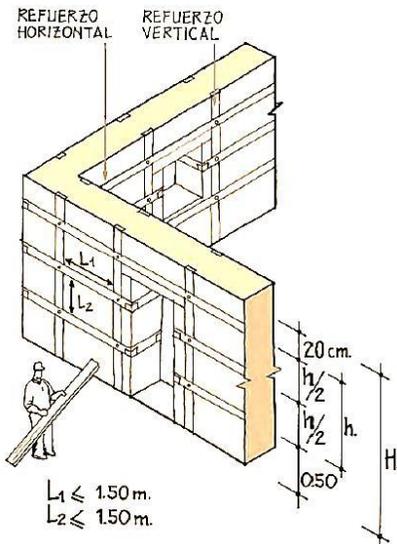


Fig. 206: Sistema elementos madera.
Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

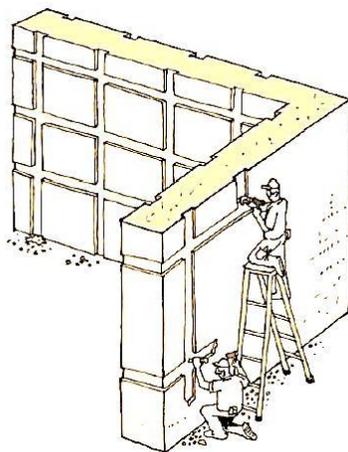


Fig. 207: Realización de rozas en muro.
Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Sistema de rehabilitación con elementos de madera confinantes

Este sistema consiste en la instalación de piezas de madera de 0.20 m de anchura aproximadamente, en dirección horizontal y vertical, con la finalidad de aumentar la resistencia de los muros ante movimientos horizontales, al mismo tiempo que contribuye a aumentar la estabilidad y el trabajo conjunto de la estructura.

Las tablas se colocan en ambas caras de los paramentos, fijándolas mediante pernos de acero galvanizados o varillas de acero roscadas, de manera que se evite la separación de los muros y se mantenga articulada toda la edificación. Asimismo, las piezas de madera se interconectan mediante varillas o pernos pasantes, que atraviesan los paramentos.

Para la instalación de este sistema es necesario llevar a cabo una serie de pasos preliminares. Como primera etapa, se realiza una demarcación de las distancias a las que se colocarán las tablas de madera. Para ello se toma como referencia la línea superior de los muros, dejando una separación de 0.20m a partir del zuncho perimetral. Siguiendo la primera medida se instala a manera provisional, el primer elemento horizontal, continuando hacia abajo la colocación de nuevas piezas a cada 1.50 m como distancia máxima. La tabla inferior, debe instalarse 0.50m a partir del nivel del suelo (Fig. 206).

El ancho recomendado para todos los elementos de madera confinantes, debe ser superior a la altura del muro partido por 15, siempre y cuando las tablas no tengan menos de 0.20m de grosor. En cuanto al espesor, se recomienda que no sea menor de 0.02m y que las piezas estén libres de fisuras, grietas o nudos.

Seguidamente, se demarcarán las guías sobre las que se instalarán las piezas de madera verticales. Las primeras se colocarán a 0.10m de cada una de las esquinas y a cada 1.50m de distancia máxima entre unas y otras. Además deben instalarse elementos verticales en los extremos de los buques de puertas y ventanas así como en la intersección con los muros contiguos.

El paso siguiente consiste en la realización de las rozas en los muros de tierra. Estos canales deberán tener las mismas dimensiones de las tablas de madera, es decir, una profundidad de 0.02 m y 0.20 m de ancho. Es importante que este trabajo se efectúe minuciosamente y con exactitud para que al momento de instalar las piezas, no existan inconvenientes en cuanto a la colocación de los anclajes (Fig. 207).

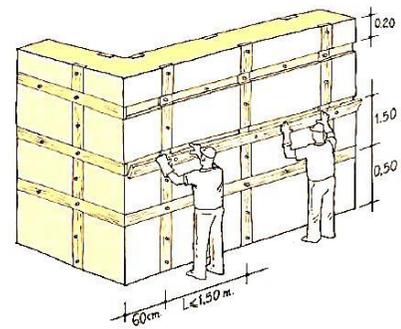
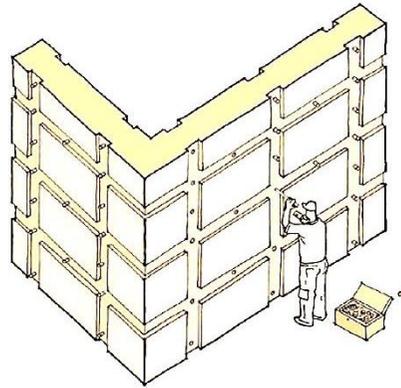


Fig. 208: Realización rozas e instalación
Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

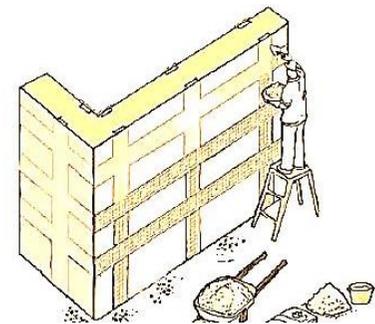


Fig. 209: Acabado Final.
Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

A continuación, se deben verificar las dimensiones de las rozas y realizar las perforaciones en los muros para la posterior ubicación de los conectores. Estos orificios deben quedar ubicados en las intersecciones entre elementos de madera y aproximadamente a cada 0.50m entre uno y otro en el sentido longitudinal de las tablas. Se efectuarán utilizando herramientas de rotación.

Una vez realizadas las perforaciones, se procede a la instalación de los elementos de madera para el refuerzo vertical. Los pernos de acero inoxidable se ajustarán exceptuando los que se ubiquen en las intersecciones. Seguidamente se procederá a la colocación de las piezas de refuerzo horizontales y a partir de este momento se podrán ajustar los pernos de las intersecciones entre elementos de madera (Fig. 208).

Por otra parte, en las esquinas internas y externas de los muros, es necesaria la colocación de elementos metálicos angulares para la conexión entre piezas de madera. Estas platinas se tratarán previamente con pintura anticorrosiva y se instalarán por medio de tornillos de acero galvanizados. En el caso de que sea necesario unir segmentos de madera en cualquiera de las direcciones, se debe recurrir a la colocación de elementos metálicos tipo platina, fijados por medio de tornillos.

Por último, las piezas de refuerzo no deben quedar expuestas en las paredes, por lo que es necesario instalar trozos de tela metálica para recubrir uno a uno todos los elementos de madera, fijando la malla con tornillos o clavos.

Finalmente, una vez recubiertas todas las piezas con la tela, se reviste toda la estructura por medio de mortero de cal, arena y tierra, siendo posible además, dar un acabado a las paredes por medio de la aplicación de una pintura a la cal (Fig. 209).

Este sistema, pretende asimilar el comportamiento estructural de las edificaciones de adobe, con el de las construcciones de bahareque, intentando que los paramentos se comporten como una unidad, resistiendo las fuerzas perpendiculares y los movimientos de torsión. Ha sido desarrollado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, quien la ha puesto en práctica en múltiples construcciones a lo largo de su territorio. Los resultados obtenidos han sido satisfactorios, por cuanto se consigue un sistema monolítico, teniendo afectaciones únicamente en cuanto a la caída de su revestimiento final. No obstante es importante considerar que la madera embutida en los paramentos, a largo plazo podría presentar patologías relacionadas con la humedad.

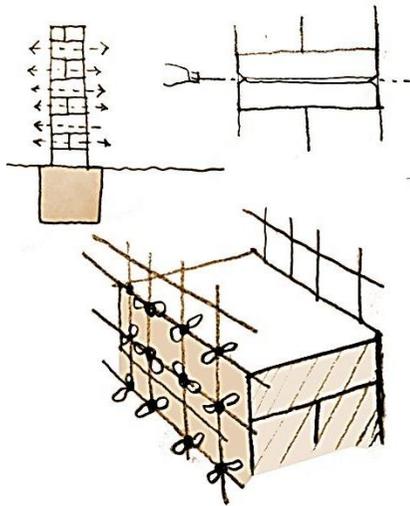


Fig. 210: Esquemas de instalación de geomalla en muros de adobe. Fuente: 123CUA Arquitectos.

Sistema de refuerzo con geomalla

La geomalla es una estructura reticular plana formada por polímeros de alta resistencia estructural, se realizan en poliéster y fibra de vidrio, aunque para el tema de refuerzos de muros de tierra, solamente se ha empleado la primera.

El sistema de refuerzo antisísmico utilizando geomalla para las edificaciones de adobe y bahareque, es resultado de proyectos de investigación desarrollados por los ingenieros Julio Vargas, Marial Blondet y Daniel Torrealva. A pesar de que el objetivo primordial de sus estudios era optimizar y asegurar la construcción de viviendas de adobe en Perú, su aplicación en la conservación del patrimonio en tierra ha ido extendiéndose a lo largo y ancho de América Latina, dado los buenos resultados de la propuesta.

Este sistema se coloca en ambas caras de los muros portantes y no portantes, sujeto horizontal y verticalmente con pasadores de fibras sintéticas (rafia) o similar, con un máximo de separación 300mm entre cada uno de los anclajes. Es importante que se incluyan en el refuerzo, los bordes de los buques de puertas y ventanas y contar con anclajes a la cimentación y al zuncho perimetral de la parte superior. Asimismo, posterior a su colocación y anclaje, es necesario finalizar el proceso con un revestimiento de barro (Fig. 210).

“Lo interesante de esta nueva técnica es la relación química entre la geomalla y el adobe, pues cualquier otro material resistente como el acero o el hormigón no son compatibles con el porcentaje de humedad que las estructuras de adobe requieren, involucrando incluso el revoque y pintando a la cal, la cual permite que el barro respire y a la vez se hidrate según la estación del año; evitando la oxidación y vibración arrítmica de los materiales” (123CUA Arquitectos). Constituye una solución compatible, que garantiza que la técnica original se vea reforzada, al mismo tiempo que permite el acabado original propio de este tipo de edificaciones, a diferencia del mortero de cemento que facilita la disgregación entre otras patologías.

El sistema de refuerzo con geomalla cuenta, al igual que con la mayoría de las técnicas analizadas, con una serie de pasos previos para llegar a la colocación del tejido. Esta tela sintética se adquiere en rollos de 3.9 m de ancho aproximadamente, este hecho, facilita que a nivel de altura, no sean prácticamente necesarios los traslapes, ya que las construcciones tradicionales, normalmente no comprendían grandes alturas, además es factible la realización de grandes tramos a nivel de longitud, agilizando el proceso de instalación.



Fig. 211: Inserción de fibras sintéticas para el anclaje de la geomalla.
Fotografía: 123CUA Arquitectos.



Fig. 212: Colocación de la geomalla.
Fuente: Julio Vargas Neumann.

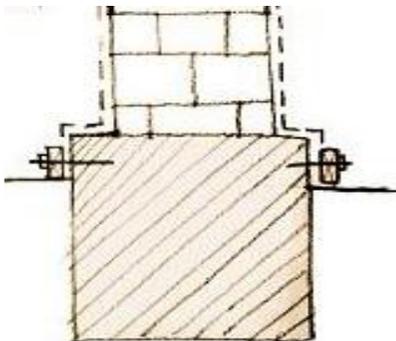


Fig. 213: Colocación de la geomalla, anclaje con cimentación existente.
Fuente: 123CUA Arquitectos.

Una vez se han definido las dimensiones, se corta la geomalla y se coloca de manera provisional de arriba hacia abajo, fijándola con la ayuda de pequeños clavos. Este procedimiento debe realizarse en todos los muros de la edificación por ambos lados, dejando traslapes en el encuentro de los tejidos de 0.40m como mínimo. Es importante envolver por completo las paredes, abarcando incluso los buques de puertas y ventanas y un espacio de al menos 0.40m sobre el borde superior de los tabiques, de manera que posteriormente pueda ligarse con la estructura de la cubierta. Además debe contemplarse la conexión con la cimentación, por lo que la malla debe dejar libre también un espacio de otros 0.40m en esta zona. En caso de que exista sobrecimiento, podrá anclarse la tela a este elemento, respetando la misma distancia de traslape.

Seguidamente se procede a la demarcación de los sitios donde deben realizarse las perforaciones para la inserción de los conectores de fibras sintéticas. El distanciamiento máximo entre conectores será de 0.30m en ambas direcciones. A continuación, se procede a realizar los orificios para la colocación de los elementos de amarre. Se recomienda que dichas perforaciones se efectúen en las uniones entre bloques, es decir, sin perforar los adobes para minimizar la intervención, al mismo tiempo que resulta más sencillo atravesar el mortero de amarre. Las perforaciones en los paramentos se deben ejecutar con herramientas de rotación, para evitar disgregaciones en las fábricas de tierra.

El paso siguiente consiste en colocar las fibras sintéticas para el amarre de la geomalla. Este procedimiento puede realizarse con ayuda de una pequeña cánula de plástico, insertando los conectores en cada una de las perforaciones antes realizadas (Fig. 211). Una vez se colocan todos los elementos de conexión, se inicia con la instalación de la geomalla. Para esto es necesario que el procedimiento se efectúe al menos entre 2 personas, de manera que al colocarla desde la parte superior –respetando los 0.40m para su vínculo con el zuncho perimetral– pueda irse extendiendo sobre el muro sin que se presenten dobleces o abultamientos. La tela debe irse fijando por medio de los enlaces con los conectores, siempre en el orden de arriba hacia abajo, estableciendo traslapes mínimos entre uniones de 0.15m. Las fibras para el amarre en el área de los traslapes deben conectar por completo las 2 telas, de forma que funcionen unitariamente (Fig. 212). Asimismo, la fijación de la geomalla con el zuncho perimetral se realizará traslapando la tela de ambos lados del muro y anclándola a la viga por medio de grapas metálicas a cada 0.15m como distancia máxima. En cuanto al anclaje con el cimiento, puede recurrirse a la instalación de piezas adicionales de madera en ambas caras de las vigas fijándolas con pernos de acero, seguidamente la malla puede unirse a este elemento por medio de grapas metálicas similares a la conexión con el zuncho superior (Fig. 213).

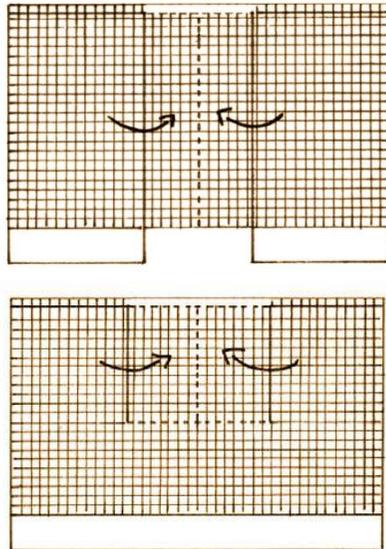


Fig. 214: Refuerzo de vanos de puertas y ventanas. Fuente: Julio Vargas Neumann.



Fig. 215: Colocación de revestimiento de mortero de cal y arena. Fuente: Julio Vargas Neumann.

El siguiente paso consiste en reforzar los vanos de puertas y ventanas. Para estas labores es necesario que se realicen algunos cortes al tejido, por ejemplo, en el caso de las puertas, se hace una incisión en el centro del buque y en el borde superior, de forma que la malla pueda doblarse hacia adentro y abarcar la totalidad del grosor del muro de tierra. Este procedimiento debe realizarse en ambas caras de las paredes, de manera que existan, igualmente, traslapes en estas áreas. En el caso de las ventanas, la situación es muy similar, realizando un corte al centro del buque y en los bordes superior e inferior, la tela se pliega hacia adentro, para cubrir el grosor del muro, repitiendo posteriormente, con el otro lado de la pared y anclando las mallas con los conectores sintéticos (Fig. 214).

Una vez finalizada la instalación de la geomalla, los paramentos deben humedecerse previo a la aplicación del revestimiento. Este método se ejecuta con la finalidad de saturar el muro de tierra e impedir que éste absorba líquido del revoco y acelere su proceso de secado, ya que se pueden generar fisuraciones.

A continuación, se prepara el revestimiento, utilizando barro, cal y arena básicamente y aplicándolo a los muros. Este proceso puede realizarse sin problemas, por etapas al ir finalizando la instalación de la malla, es decir, una vez se termina un paño de muro, se puede revestir sin problemas, no obstante, depende de los constructores si se desea revocar una vez instalada la tela completamente, ya que el orden no influye en el comportamiento final de la estructura.

Se recomienda se coloquen 2 capas de revoco, aplicando primero una menos fina y finalmente una más delgada que se alisará para dar un acabado liso y uniforme a las paredes. Por último, se aconseja colocar una pintura a la cal para la protección del revestimiento o un acabado tradicional de cal y agua viscosa de tuna (cactus) (Fig. 215).

Tal y como se ha comentado anteriormente, este sistema es a día de hoy el que más ventajas ofrece para la restauración y adaptación de las estructuras de tierra ante esfuerzos sísmicos, principalmente porque consigue un comportamiento conjunto del edificio, al mismo tiempo que mantiene la armonía en la utilización de los materiales, buscando la compatibilidad con el sistema tradicional.

Existen ejemplos de implementación de este refuerzo en Chile y Perú principalmente, donde se ha corroborado que tras movimientos sísmicos importantes, las construcciones reforzadas han mantenido su estabilidad sin presentar daños severos a su constitución, tanto que podría decirse a este momento, que constituye la técnica más avanzada y la de mejores resultados para este tipo de esfuerzos.

La actividad sísmica intensa y constante, produce acumulación de daño estructural, hasta niveles de colapso en las edificaciones con sistemas denominados “frágiles”, básicamente los constituidos de piedra y tierra. Como consecuencia de estos movimientos, se hace necesaria e irremediable, la reparación de los daños después de cada terremoto, mediante la utilización de nuevos refuerzos estructurales y materiales complementarios. Se han utilizado a lo largo de los años, los mismos sistemas y tecnologías de construcción originales, intentando que las construcciones no se vean alteradas agresivamente, sin embargo, estas intervenciones, en la mayor parte de los casos, han resultado insuficientes frente a las fuerzas sísmicas.

Los adelantos tecnológicos en materia antisísmica durante los últimos años, han puesto de manifiesto la imposibilidad de abordar la conservación patrimonial bajo el mismo criterio con el que se trata a las restauraciones en otras zonas del mundo. La oportunidad de colocar refuerzos compatibles y permanentes bajo los criterios de mínima intervención y reversibilidad, son prácticamente condiciones contrarias, relegando muchas veces las restauraciones, a técnicas esteticistas que poco aportan a la sismorresistencia.

Recientemente, las labores de intervención se han dirigido hacia la búsqueda de sistemas compatibles con los materiales originales, para permitir dotar a las estructuras de una mayor resistencia ante este tipo de esfuerzos, al mismo tiempo que respeten y se comporten en armonía con las construcciones tradicionales. La puesta en práctica de estas nuevas tecnologías es aún incipiente, no obstante, su finalidad principal enfocada hacia la preservación de las estructuras patrimoniales en las zonas geográficas más afectadas por los movimientos telúricos, empieza a dar señales de expansión importantes.

Todas estas investigaciones ponen de manifiesto que la arquitectura tradicional de tierra posee una enorme trascendencia, es símbolo de la identidad de los países y muestra tangible de su desarrollo. Revalorizar las manifestaciones constructivas genera en los habitantes de los diversos poblados, la comprensión de sus raíces históricas, incentivándolos a la preservación de su herencia cultural.

Por otra parte, es importante tener en consideración que no se garantiza una correcta restauración por el solo hecho de utilizar la tierra como materia prima principal, sino que resulta indispensable conservar las mismas características de composición y morfología de los edificios históricos. Además, una apropiada intervención en este tipo de construcciones, se logrará respetando lo original e incorporando materiales, técnicas y disposiciones que concedan continuidad estructural y faciliten el trabajo conjunto y homogéneo de las edificaciones.



12 RECOMENDACIONES PARA INTERVENCIÓN

A pesar de las múltiples soluciones que se han venido poniendo en práctica para la adecuación de las edificaciones de tierra en zonas de alta sismicidad, existen a día de hoy criterios diversos para la aplicación de unas u otras técnicas de intervención. Las soluciones si bien es cierto son únicas en la mayor parte de los casos, pueden establecerse algunas pautas básicas para conseguir intervenciones coherentes con los principios modernos y con las recomendaciones en materia de restauración.

Las soluciones que a continuación se detallan, están orientadas al mejoramiento de las estructuras de tierra frente a los eventos sísmicos, de manera que se realicen adecuaciones para evitar el colapso de las edificaciones. En este apartado se trata de demostrar que es posible la resolución de algunas patologías en estructuras de adobe y bahareque, empleando criterios sencillos para obtener un mejor comportamiento frente a los esfuerzos de sismo. Las soluciones propuestas están orientadas a edificaciones de un nivel, ya que como se ha estudiado, constituye la tipología constructiva más desarrollada a lo largo y ancho del territorio costarricense.

Las propuestas presentadas están basadas en proyectos de investigación llevados a cabo en países con condiciones geológicas similares a la de Costa Rica, en la recopilación de la literatura existente y en el análisis de las soluciones empleadas en construcciones de tierra en Chile y Perú principalmente.

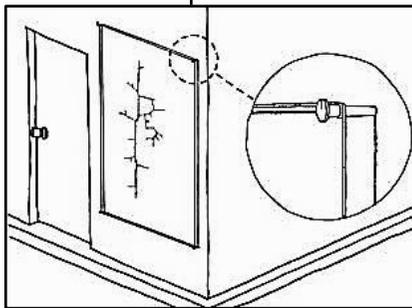
“Construir con tierra, es reconocer el valor cultural del hábitat vernáculo, oponerse a las destrucciones, incitar a la rehabilitación y la puesta en seguridad de un edificio, respetando el material y la expresión arquitectónica” (CRATerre, 2010).

Los materiales y técnicas de restauración tradicionales se corresponden con los mismos sistemas constructivos que se han utilizado en las fábricas de la arquitectura histórica; como ventajas presentan su compatibilidad con los materiales con que se erigió el inmueble a intervenir, su duración, su resistencia, su costo accesible, tener una homogeneidad en el comportamiento de ambos, así como las mismas características y cualidades que se buscan, tales como texturas, capacidad de carga, coeficientes de dilatación y composición química similares. En la elección adecuada de los materiales y técnicas de restauración para la solución de cada patología, se requiere del conocimiento de esos materiales y técnicas, de su naturaleza, comportamiento, características y propiedades.

R. 1R



a)



b)

Fig. 216 a) Vivienda de adobe, Heredia.
b) Delimitación del área de la fisura superficial del revestimiento.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 1. REVOCOS

REPARACIÓN FISURA SUPERFICIAL EN REVOCO

Este tipo de tratamiento se realiza cuando la fisuración es únicamente a nivel de revoco, es decir no conlleva agrietamientos en la fábrica de tierra. En estructuras de bahareque, previamente se recomienda la revisión detallada de la estructura de madera y cañizo, con énfasis en el estado de los anclajes para descartar cualquier problema en las conexiones que conlleve la disgregación del material de relleno.

Recomendaciones para la intervención

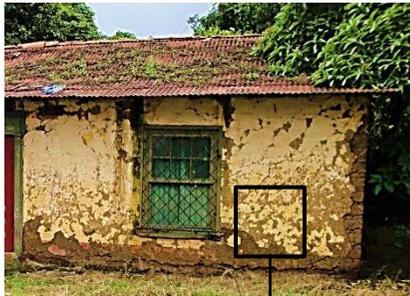
Es conveniente delimitar la zona o paño a reparar con ayuda de pequeños clavos y guías de nylon, trazando una línea que pueda, posteriormente, ser eliminada (puede utilizarse por ejemplo, tiza). A continuación se efectuará una limpieza de las áreas a reparar, para eliminar residuos sueltos. Si fuese necesario, puede eliminarse toda la capa de revestimiento hasta descubrir la fábrica de tierra. Una vez retirado el revoco, se debe verificar si la fisura compromete la estabilidad estructural. En tal caso, es importante realizar un tratamiento para restituir la resistencia del muro. Este tema se tratará en recomendaciones estructurales más adelante (Fig. 216).

En caso de ser únicamente patología exterior, se debe humedecer la superficie con agua para facilitar la adherencia del nuevo mortero. Comúnmente, la tierra utilizada para la elaboración del revoco, era local, es decir del sitio de la construcción, por lo que se debe recurrir a este material preferiblemente. Es importante que la elaboración de la mezcla se realice de la manera tradicional, utilizando además, fibras naturales secas y estiércol y respetando el tiempo de fermentación que originalmente necesitaba la composición. La textura que debe presentar la mezcla no debe ser excesivamente líquida pero sí plástica para permitir el moldeado. Ante el desconocimiento de los detalles del revoco original, se recomienda la aplicación de capas no superiores a 3mm.

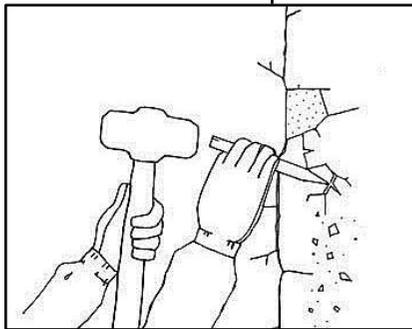
Una vez restituido el revestimiento, se aplicará el acabado final, mediante la elaboración de la mezcla utilizando cal, agua y aglomerante natural (tuna en la mayoría de los casos) en condiciones similares al procedimiento tradicional. El color -previo estudio- se dará con pigmentos naturales.

En ningún caso se debe aplicar mortero de cemento para la restitución de los revestimientos, por su incompatibilidad estructural, química y estética con la tierra.

R. 2R



a)



b)

Fig. 217 a) Vivienda de adobe, Santo Domingo. b) Eliminación de revestimiento cuarteado y desprendido.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 2. REVOCOS

REPARACIÓN DESPRENDIMIENTO DE REVESTIMIENTO

En presencia de cuarteamientos del revestimiento, desprendimientos o disgregaciones se recomienda reponer el revoco en el paño completo. De igual manera en edificaciones de bahareque, es necesario realizar una revisión previa del material de relleno, para verificar el estado adecuado de los muros portantes, ya que en este tipo de edificaciones los anclajes en malas condiciones entre la estructura y el material de los paramentos, puede ser motivo de daños permanentes en los revestimientos debido, fundamentalmente, al movimiento de los entramados.

Recomendaciones para la intervención

El primer paso consiste en la delimitación de la zona. En el caso de reponer el paño completo de muro, este procedimiento puede suprimirse. Seguidamente, es necesario realizar una limpieza general del paramento, para eliminar residuos sueltos y polvo. Esta limpieza puede efectuarse primero en seco y posteriormente utilizando una esponja con agua. Una vez retirado el revoco y tras confirmar que la fábrica no presenta fisuraciones, se procede a verificar la rugosidad de las superficies, de manera que si fuesen demasiado lisas, se puede aumentar la rugosidad con un cepillo de cerdas metálicas, aplicadas suavemente sobre el muro (Fig. 217).

El paso siguiente consiste en saturar el área con agua para facilitar la adherencia del nuevo revoco. A continuación se procede a efectuar la mezcla para el revestimiento. Es importante que esta elaboración se realice siempre de la manera tradicional, utilizando las fibras naturales secas y estiércol y respetando el tiempo de fermentación que originalmente se dejaba a la mezcla, hasta lograr una textura plástica sin ser demasiado líquida. Posteriormente se procede con la aplicación del nuevo revestimiento en capas no superiores a 3mm hasta igualar el nivel de la superficie del muro.

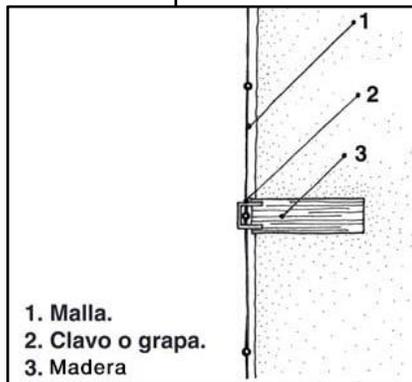
Finalizado el revestimiento, se aplica el acabado final, mediante la elaboración de la mezcla de cal, agua y aglomerante natural (tuna en la mayoría de los casos) en condiciones similares al procedimiento tradicional.

De igual manera que en el anterior caso, es importante evitar los morteros de cemento para la restitución de los revestimientos, por sus incompatibilidades con respecto a las fábricas de tierra.

R. 3R



a)



b)

Fig. 218 a) Vivienda de bahareque, Zapote. b) Refuerzo con malla.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 3. REVOCOS

REFUERZO DE REVESTIMIENTO CON MALLA

Este procedimiento es adecuado para revestimientos con cuarteamiento en grandes áreas del muro. Es importante procurar que la causa de dicha patología fuese erradicada con anterioridad a la intervención en el revoco. Además, es necesario que las áreas a reparar se encuentren libres de humedad. Este procedimiento se recomienda en casos de revocos gruesos como los utilizados para las paredes de bahareque especialmente, aunque puede aplicarse en edificaciones de adobe con revestimientos de espesor importante

Recomendaciones para la intervención

Es importante efectuar la demarcación de las áreas a intervenir previo proceso de eliminación del revestimiento. El siguiente paso consiste en retirar la totalidad del revestimiento evitando hacer daño a la fábrica o a la estructura de madera y cañizo de la pared. A continuación se realiza una limpieza general del muro, para eliminar residuos sueltos y disgregaciones superficiales. Se recomienda realizar esta limpieza en seco.

Finalizado este procedimiento se continúa con la preparación de la malla de polímeros (aunque en algunos lugares se utiliza tela metálica fina) y el replanteo de la colocación de la misma, marcando los sitios donde se debe fijar. En el caso de las edificaciones de bahareque, esta tela puede fijarse a la estructura de madera y cañizo, utilizando grapas metálicas o clavos pequeños, mientras que en las construcciones de adobe se procederá a efectuar una roza en el muro, para introducir pequeñas piezas de madera cada 0.60 m o 0.70 m aproximadamente (Fig. 218).

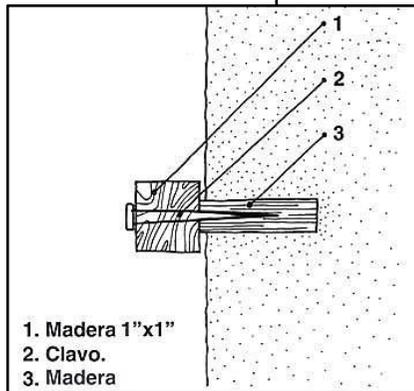
El paso siguiente consiste en humedecer la superficie del muro preferiblemente con ayuda de un aspersor, de manera que no quede saturada. Aplicar sobre la superficie una capa de mortero de tierra realizado de la forma tradicional, utilizando fibras naturales, estiércol y agua, obteniendo una textura plástica no líquida. Es necesario que la superficie inicial sea rugosa para facilitar la adherencia de las capas siguientes. Este proceso debe repetirse tantas veces como sea necesario para llegar al nivel existente antes de la intervención.

Por último, se ejecuta el acabado final a la pared, mediante la elaboración de la mezcla habitual de cal, agua y aglomerante natural según las especificaciones del procedimiento tradicional.

R. 4R



a)



b)

Fig. 219 a) Vivienda de adobe, Santo Domingo. b) Eliminación de revestimiento cuarteado y desprendido.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 4. REVOCOS

REFUERZO DE REVESTIMIENTO CON MADERA

El refuerzo de los revestimientos utilizando madera es recomendado en el caso de que existan pérdidas importantes de revoco en muros de adobe. Este procedimiento es adecuado para revestimientos de varias capas, sobre todo en paramentos de espesor considerable, donde los refuerzos de madera no sean evidentes una vez terminado el revoco. En paredes de bahareque no se emplea ya que la misma estructura de cañizo funciona como elemento para retener el revestimiento.

Recomendaciones para la intervención

Como primera etapa se eliminan por completo los restos de revestimiento de manera que la pared quede totalmente libre y con la fábrica al descubierto. Este proceso debe efectuarse minuciosamente para evitar el deterioro de la estructura portante. Una vez retirado el revoco se debe realizar una limpieza general, con especial énfasis en suprimir por completo las áreas sueltas y el polvo, verificando crear una superficie rugosa para facilitar la posterior adherencia del nuevo mortero, además, se debe procurar realizar una revisión detallada de la fábrica para descartar daños estructurales. La siguiente etapa consiste en realizar unas rozas al muro de adobe para introducir pequeñas piezas longitudinales de madera donde se fijará el entablillado. El distanciamiento entre cada elemento debe ser de 0.60m como longitud máxima.

A continuación se procederá a construir un entramado de madera de 0.025 m x 0.025 m aproximadamente, fijándolo al muro contra las piezas anteriormente empotradas (Fig. 219). Seguidamente, es necesario pulverizar agua sobre el paramento, cuidando de no humedecer excesivamente la fábrica, con el fin de lograr un mejor afianzamiento del mortero. Asimismo, tras finalizar esta operación, se aplica sobre la superficie un mortero de tierra realizado según la manera tradicional, empleando fibras naturales hasta obtener una textura plástica. La superficie inicial debe ser áspera para contribuir con la adherencia de las capas siguientes de revestimiento. Es importante efectuar este procedimiento consecutivamente hasta conseguir uniformidad con el nivel existente antes de la intervención o hasta alcanzar en nivel deseado, priorizando cubrir por completo el emplentillado de madera e intentando obtener una superficie homogénea. Finalmente, para dar el acabado a los paramentos, se ejecuta la mezcla de cal, agua y aglomerante natural, aplicándolo a manera de pintura, en toda la superficie.

R. 1M

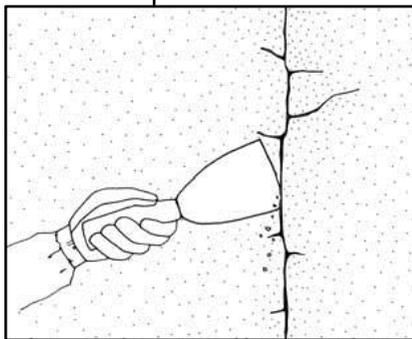


Fig. 220 a) Edificio de bahareque, Heredia. b) Limpieza y eliminación de residuos sueltos en grieta.

Fuentes: a) Archivo Personal.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 1. MUROS

REPARACIÓN DE GRIETAS CON BARRO

En el caso de que los paramentos presenten fisuraciones en su revestimiento y al retirar el revoco dichas grietas se repitan en la fábrica de tierra o relleno de los muros, el tratamiento a emplear debe comprender la reparación de las fisuraciones, con el objetivo de restituir la continuidad en la estructura de tierra. Este tipo de grietas pueden aparecer en construcciones de adobe o de bahareque, siendo en ambos casos, de importancia primordial, ya que merman la capacidad resistente del edificio, aunque inicialmente pueden ser pequeñas.

Recomendaciones para la intervención

Deberá realizarse una demarcación de la zona en la que se ubica la fisura. Es importante que de existir más de una, se delimiten las áreas y de ser necesario se considere la eliminación de todo el revestimiento para atacar el problema en su totalidad. Una vez retirado todo el revoco de las zonas a intervenir, se debe efectuar la limpieza de las fisuras de manera que queden libres de polvo y residuos sueltos o frágiles. Es conveniente que las grietas se limpien internamente aplicando agua, para evitar que partículas acumuladas impidan el relleno posterior. Para limpiar estos resquicios es factible la utilización de instrumentos como bisturí o espátula. Seguidamente, es necesario saturar el muro con agua para asegurar la adherencia de la mezcla de relleno (Fig. 220).

El paso siguiente consiste en preparar la pasta para la reparación de las grietas, generalmente se emplearán mezclas elaboradas con tierra tamizada, cal y agua, con una textura pastosa ligeramente fluida. Esta pasta se aplicará a mano, proyectándola fuertemente e imprimiendo presión contra la zona afectada. Una vez ha sido rellena la fisura, esta misma mezcla se aplicará en el área aledaña, con un instrumento nervado para facilitar la adherencia del revoco.

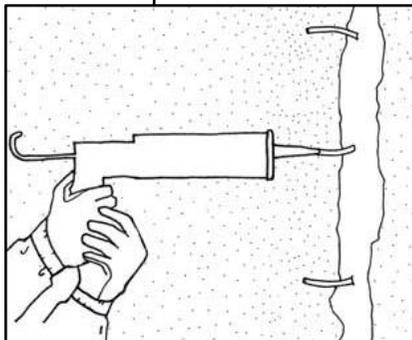
A continuación se procede a efectuar la mezcla para el revestimiento y su posterior aplicación por etapas, realizándolo en capas no superiores a 3 mm. Este revoco tendrá características similares al utilizado originalmente en las construcciones de tierra tradicionales.

Por último, se aplica el acabado final de cal, agua y aglomerante natural dejando los paramentos según la apariencia que originalmente se solía dar a estas edificaciones.

R. 2M



a)



b)

Fig. 221 a) Edificio de adobe, Santo Domingo. b) Inyección de mortero en grietas.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 2. MUROS

REPARACIÓN DE GRIETAS CON INYECCIONES

La técnica de reparación de grietas por medio de la aplicación de inyecciones de barro líquido “grout” se emplea recientemente, para fisuras estructurales que comprometen la estabilidad de las edificaciones de tierra. No es necesaria esta técnica, en el caso de fisuraciones poco profundas, como las analizadas anteriormente. Además, puede aplicarse la técnica, para restituir la resistencia de los muros de adobe o de bahareque, pudiendo ser utilizado tanto en los bloques como en el relleno de los paramentos (Fig. 221).

Recomendaciones para la intervención

Al igual que en los procedimientos anteriores, se inician los trabajos con la delimitación del área a tratar eliminando todo el revoco. Al finalizar este procedimiento, se efectúa la limpieza de las fisuras, abriéndolas ligeramente para limpiar los espacios interiores de polvo y residuos sueltos. A continuación, se procede a realizar el sellado superficial de la grieta por medio de la utilización de yeso o silicona, de manera que se evite el derrame del material de relleno. Cuando este material ha secado, se realizarán perforaciones de 3mm aproximadamente, guardando una distancia máxima de separación de 0.20m entre ellas. En dichas perforaciones se colocarán posteriormente, pequeñas cánulas de plástico para la realización de las inyecciones.

Seguidamente, se procede a efectuar la mezcla de barro tamizado y agua, hasta conseguir una textura líquida para el relleno de las grietas. El paso siguiente consiste en introducir por las cánulas, agua para saturar la zona y eliminar posible polvo que impida la libre circulación del relleno. A continuación se debe inyectar el barro líquido siguiendo un orden ascendente iniciando desde la cánula más baja hasta la ubicada a mayor altura. El relleno debe aplicarse hasta que rebosen las gomas aldañas, asegurando que la grieta está siendo colmada.

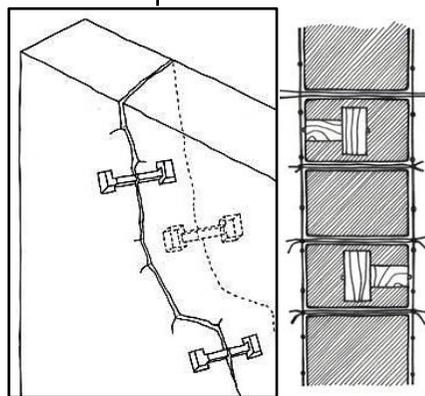
Posteriormente, debe darse un tiempo de secado, de al menos 3 días antes de retirar las cánulas. Una vez ha transcurrido este tiempo y se eliminan las gomas, se retira además el sello de yeso o silicona y se prepara la superficie para realizar el revestimiento.

La aplicación del revoco se realizará siguiendo el procedimiento detallado anteriormente en los apartados respectivos. El acabado final, seguirá las mismas condiciones que en las edificaciones tradicionales de tierra.

R. 3M



a)



b)

c)

Fig. 222 a) Edificio de adobe, Santo Domingo. b) y c) Cosido de las lesiones con elementos de madera.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) y c) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 3. MUROS

REPARACIÓN DE GRIETAS CON LLAVES

Este procedimiento busca recuperar la estabilidad estructural de muros agrietados por medio de la sutura de las lesiones. Constituye una medida puntual a adoptar ante grietas determinadas, ya que por su impacto en la estructura no se recomienda para fisuraciones pequeñas o múltiples. Además, en muchos casos se sugiere que para optimizar el procedimiento, se emplee malla de refuerzo como complemento a esta intervención.

Recomendaciones para la intervención

Inicialmente se realiza la delimitación del área alrededor de la fisura, eliminando todo el revestimiento hasta descubrir la fábrica de tierra. Seguidamente, es necesario efectuar una limpieza de la zona para asegurarse de que no existen residuos sueltos. Este procedimiento se debe seguirse en ambas caras de los muros, ya que se utiliza para grietas pasantes. A continuación, se confeccionan las llaves de anclaje utilizando piezas de madera con estacas perpendiculares más cortas en los extremos. Una vez fabricados los elementos de madera, se procede a picar los muros proyectando la forma de las llaves de anclaje construidas (Fig. 222a y b). Estas piezas se introducirán en pares, una de cada lado del muro, en forma alternada en el interior y exterior. Los extremos perpendiculares de cada llave, contribuirán a obtener una mejor fijación dentro de las paredes.

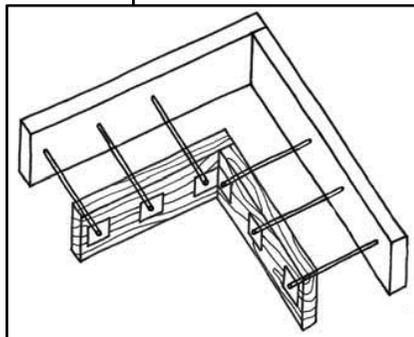
El paso siguiente consiste en preparar una grilla a lo largo y ancho de la zona en la que se eliminó el revestimiento, marcando los puntos para fijar una malla sintética o tela metálica. Posteriormente se realizarán perforaciones con herramientas de rotación, para preparar el anclaje de la tela con el muro, introduciendo después, fibras de nylon (Fig. 222, c). Seguidamente, se dispondrán las mallas o telas por ambas caras del paramento, afianzándolas cada 0.15m como distancia máxima en ambas direcciones, hasta lograr el confinamiento de los muros. Una vez colocadas las telas, se rellenarán las aberturas donde se colocaron las llaves, utilizando mortero de cal. Después de este procedimiento, se debe respetar el tiempo de secado.

Posteriormente, la superficie de los muros se humedecerá con ayuda de un aspersor y seguidamente, se restituirá el revestimiento tradicional de tierra, fibras secas y agua, por etapas hasta alcanzar el nivel del resto de los paramentos. Finalmente, es necesario dar a la edificación, el acabado habitual con agua, cal y aglutinante.

R. 4M



a)



b)

Fig. 223 a) Edificio de adobe, Santa Ana. b) Refuerzo de encuentro entre muros con elementos de madera.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 4. MUROS

REFUERZO ENCUESTRO ENTRE MUROS

El refuerzo en el encuentro entre muros de adobe constituye otra de las recomendaciones a implementar para mejorar el comportamiento de las estructuras. Este procedimiento permite acoplar los muros mediante la inserción de piezas generalmente, de madera, con varillas de anclaje, con la finalidad de conseguir un trabajo conjunto de las uniones consideradas más vulnerables, impidiendo su disgregación, desplome o desplazamiento.

Recomendaciones para la intervención

El primer paso consiste en proyectar el perfil de las piezas de madera a instalar para realizar luego, las rozas en el muro en 0.025 m de profundidad como máximo. Este procedimiento debe hacerse por toda la longitud de la unión a reparar y por una distancia aproximada del 20% del largo de la pared a reparar. Seguidamente, es necesario colocar piezas de madera de 0.025 m x 0.05 m en los muros que componen el vértice interior y exterior. Es importante destacar que ambas piezas deberán estar previamente perforadas para la posterior inserción de las varillas y deberán estar protegidas con tratamientos antixilófagos.

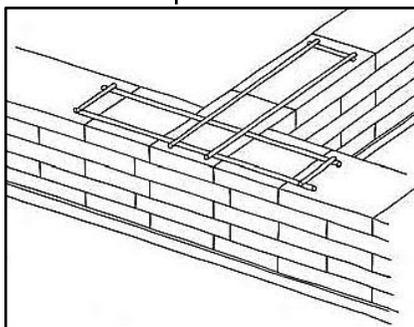
A continuación, se deben instalar las barras metálicas roscadas, tratadas para impedir la oxidación, con el objetivo de confinar los muros y conseguir la unificación de los encuentros (Fig. 223). Seguidamente, se rellenan las perforaciones con un mortero de cal. Se recomienda además que las piezas de madera se aíslen del muro por medio de la colocación de una pequeña lámina de corcho, esto impediría procesos de degradación del material.

El paso siguiente es la restitución del revestimiento, para esto se requiere que la superficie de la fábrica sea lo suficientemente irregular para asegurar la adherencia del revoco. Una vez verificada la textura del paramento, se debe humedecer la superficie con la utilización de un aspersor. Asimismo se procederá con la preparación de la mezcla del revestimiento utilizando tierra, agua y fibras naturales, realizando la aplicación primero de una capa rugosa para permitir la adición de las siguientes capas de mortero. Por último, una vez se termina la colocación del revoco en toda la superficie y tras asegurarse de que las conexiones están embutidas en el paramento, se dará el acabado tradicional a los muros por medio de la mezcla habitual realizada con agua, cal y aglutinante natural. En caso de existir colores distintos al blanco en el edificio, se utilizarán siempre pigmentos naturales.

R. 5M



a)



b)

Fig. 224 a) Edificio de adobe, Santa Ana. b) Restitución de encuentro ente muros de adobe.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 5. MUROS

RESTITUCIÓN DE ENCUENTRO ENTRE MUROS

Este procedimiento se basa fundamentalmente, en realizar una sustitución parcial del área de los muros que ha sufrido disgregaciones, desprendimientos o desplazamientos y como consecuencia de estos procesos, parte de la pared ha desaparecido. Existe una notable falla en el comportamiento estructural de las edificaciones con esta patología por lo que amerita necesariamente, la realización de un nuevo aparejo, o en el caso de edificaciones de bahareque, una mejora de la traba y posterior relleno del muro.

Recomendaciones para la intervención

El primer procedimiento a realizar es el desarme del muro de adobe -de manera escalonada- hasta llegar al nivel en que se encuentren firmes los bloques, sin que existan disgregaciones o piezas incompletas. Este paso debe efectuarse cuidadosamente para evitar romper los adobes en buen estado. Además, en muchos casos no es estrictamente necesario, ya que con una consolidación previa, es factible continuar con la restitución.

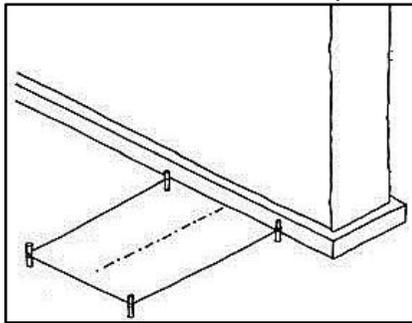
Una vez se retiran los trozos sueltos y se depura la zona afectada por medio de una limpieza manual, debe humedecerse la pared para mejorar la adherencia del nuevo mortero con los bloques existentes. Seguidamente es importante realizar un replanteo de los elementos a colocar para asegurarse de la traba y de no alterar las dimensiones del paramento. A continuación, se inicia con la reconstrucción de las hiladas faltantes con nuevos bloques trabándolos, adecuadamente, con la fábrica original y fijándolos por medio de un mortero de barro similar al que se utilizaba a la manera tradicional. Asimismo, dependiendo del alcance del daño estructural en la edificación, es posible reforzar el encuentro entre los muros, cada 3 o 4 hiladas aproximadamente, por medio de la inserción de pequeñas piezas de madera en el espacio con el mortero, además, verificar el encuentro de los muros con la viga de coronación (Fig. 224).

Es trascendental que las restituciones se efectúen utilizando los mismos materiales que el paramento, ya que de esta manera se evitarán incompatibilidades físicas, químicas y mecánicas, asegurando el comportamiento íntegro de la edificación. Finalmente, se procederá a realizar el revestimiento tradicional, siguiendo la elaboración y aplicación comunes, para por último, dar el acabado final habitual, con la cal, el agua y el aglutinante natural.

R. 6M



a)



b)

Fig. 225 a) Iglesia de Castilla, Santo Domingo. b) Elaboración de contrafuerte en edificación de adobe.

Fuentes: a) Olman Hernández Vargas.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 6. MUROS

CONTRAFUERTES EN MUROS DE ADOBE

La elaboración de contrafuertes es una alternativa que se emplea en casos de desplome de muros, asientos e incluso por fallas en la traba, con el objetivo de dotar de estabilidad a la estructura, contrarrestando los movimientos. Sin embargo es también una alternativa que no se utiliza demasiado, ya que requiere de espacio suficiente para el dimensionado apropiado del nuevo componente.

Recomendaciones para la intervención

Es importante primero delimitar el espacio donde se levantará el contrafuerte de acuerdo a un diseño previo según las necesidades del edificio. Seguidamente, se debe nivelar el terreno y despejar la capa superior hasta retirar por completo la materia orgánica. A continuación, es necesario excavar el terreno hasta una profundidad de al menos 0.40 m, intentando compactar el suelo y evitando dejar material suelto (Fig. 225).

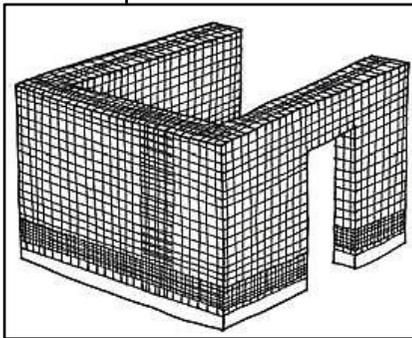
El siguiente paso es la colocación de las piedras, ubicándolas en el nuevo espacio para la elaboración del cimiento; una vez colocadas, se realizará el vertido de mortero de cal hasta una altura definida según el diseño de la obra. Este elemento además, protegerá los bloques de adobe del contacto con el suelo, impidiendo patologías futuras derivadas de la humedad. Además, es necesario realizar de previo, una revisión minuciosa del muro de adobe, para identificar si existen bloques disgregados o inestables antes de proceder con la ejecución del contrafuerte.

Una vez terminada la revisión y tras haberse fraguado el nuevo cimiento, se ejecuta el levantamiento del contrafuerte, por medio de la instalación de bloques de adobe nuevos –realizados según la técnica original- y fijados entre sí con mortero de barro. Este procedimiento es de suma importancia, ya que debe preverse la vinculación de este contrafuerte, con la fábrica perpendicular, ya sea por medio de llaves de madera o como suele realizarse comúnmente, efectuando un entretejo con el aparejo del muro de adobe existente. Dependiendo del compromiso del daño se recomienda reforzar, cada 3 o 4 hiladas, con elementos longitudinales de madera instalados con el mortero. Por último y tras revisar la vinculación del nuevo elemento con la estructura perimetral, se reviste el área intervenida y se aplica el acabado tradicional.

R. 7M



a)



b)

Fig. 226 a) Fundo San Nicolás, Chile.
b) Geomalla instalada en estructura de adobe.

Fuentes: a) 123CUA Arquitectos.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 7. MUROS

REFUERZO DE MUROS CON GEOMALLA

Tal y como se ha analizado anteriormente, la técnica de reforzamiento de estructuras de tierra utilizando geomalla, es considerada de las más exitosas en cuanto a edificaciones sometidas a esfuerzos de sismo constantes e intensos. Se emplea para construcciones de adobe como de bahareque y su objetivo principal es conseguir un comportamiento estructural homogéneo, sin alterar las características de la fábrica original.

Recomendaciones para la intervención

En primera instancia, es necesario eliminar por completo el revestimiento de los muros por ambas caras utilizando herramientas apropiadas que no impriman demasiados esfuerzos horizontales a los paramentos. Seguidamente, se prepara la geomalla, colocándola provisionalmente sobre el muro para delimitar las áreas donde se deben efectuar los orificios de los amarres.

A continuación, se procede a retirar la malla y se ejecutan los agujeros utilizando una herramienta de rotación, haciendo coincidir los orificios con las uniones de mortero entre cada bloque. Posteriormente, se procede a insertar los conectores sintéticos en cada uno de los orificios. Este procedimiento se puede realizar con ayuda de una cánula de plástico. La distancia máxima de separación entre conectores será de 0.30m en ambas direcciones.

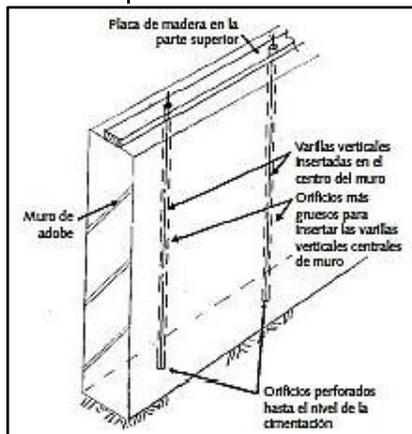
El siguiente paso consiste en disponer las geomallas por ambas caras de los muros, afianzándolas con los dispositivos de fibra sintética de manera que los paramentos queden perfectamente confinados. Es importante que los traslapes no sean menores de 0.40 m y que se logre una vinculación con el zuncho de madera perimetral y con la cimentación o zócalo de piedra (Fig. 226).

Por otra parte, es necesario realizar una revisión del acabado de los muros, de manera que presenten una superficie rugosa para el posterior revestido de los mismos. Antes de proceder con la colocación del revoco, se procede a saturar las paredes de agua para facilitar la adherencia del mortero. Consecutivamente, se realiza la mezcla para revestir los paramentos siguiendo las técnicas y materiales tradicionales y se aplica al muro realizando capas, hasta conseguir el nivel apropiado. Por último se da el acabado definitivo habitual, por medio de la mezcla de cal, agua y aglutinante natural, según las disposiciones originales de estas edificaciones.

R. 8M



a)



b)

Fig. 227 a) Vivienda de adobe San Salvador. b) Inserción de elementos verticales en los muros de adobe.

Fuentes: a) Getty Conservation Institute.
b) Getty Conservation Institute.

RECOMENDACIÓN 8. MUROS

REFUERZOS VERTICALES DE MUROS

Este procedimiento es una alternativa para la estabilización y anclaje de muros de adobe con un espesor no superior a 0.40 m. En caso de espesores mayores, no se recomienda aplicar este sistema, ya que puede causar efectos por cortante sobre los muros. Tampoco es recomendable emplearla en presencia de muros muy delgados, pues las perforaciones que implica debilitan la composición monolítica del muro. Este procedimiento funciona para prevenir grietas en secciones de muro expuestas a solicitaciones prolongadas.

Recomendaciones para la intervención

Aunque existe la alternativa de insertar los elementos verticales, de madera o cañizo, en el alma de los paramentos, implica una técnica arriesgada y relativamente invasiva, por lo que se recomienda utilizarla para restituciones, donde los bloques puedan ser colocados desde el inicio de la construcción de las paredes. En el caso de contar con paramentos en buen estado, es preferible optar por la colocación de refuerzos verticales en ambas caras de los muros, de manera que se logre confinar la estructura completamente (Fig. 227).

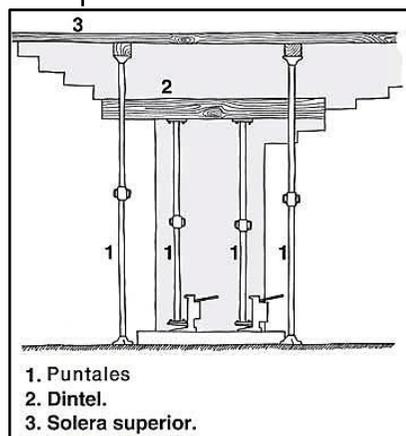
Para lograr esta vinculación, es necesario efectuar rozas en los muros de adobe, no superiores a 0.025 m de profundidad. Dichas hendiduras serán ejecutadas por ambas caras de los paramentos. Seguidamente se eliminarán residuos de polvo y material disgregado de los muros, por medio de una limpieza en seco. Posteriormente, se procede a insertar las piezas verticales de madera, cañizo o bambú, previamente tratadas contra la humedad, y se intentará lograr una vinculación de estos elementos con la cimentación o zócalo y el zuncho perimetral de la coronación. Para intentar mejorar la adherencia de estas piezas con la fábrica de tierra y los cimientos, pueden aplicarse lechadas de cal en los orificios conectores con las fundaciones y en las rozas. Asimismo, estas piezas permitirán mejorar la ductibilidad de los muros, cuidando que su distanciamiento máximo no sea superior a 0.60 m. En su extremo superior, estos elementos deberán conectarse por medio de tornillos galvanizados a la estructura de reparto de la cubierta.

Finalmente y tal y como se ha analizado anteriormente, se deberá revocar la totalidad de los muros intervenidos utilizando el mortero habitual de barro y por último encalarlos con la mezcla tradicionalmente empleada.

R. 1B



a)



b)

Fig. 228 a) Vivienda de adobe, Alajuela. b) Instalación de nuevo dintel de madera en buque de puerta.

Fuentes: a) Erick Díaz. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 1. BUQUES

REPARACIÓN BUQUES DE PUERTA S/VENTANAS

La presencia de fisuraciones importantes en los buques de puertas y ventanas suele deberse a un compendio de problemas que, tras un movimiento sísmico, desencadenan patologías importantes. Dentro de los factores principales está la inexistencia de dinteles, la insuficiente dimensión de éstos o que los elementos de madera se encuentren en mal estado y se supere su capacidad resistente. Ante estos inconvenientes, las fisuraciones aparecen y es necesaria la intervención para reemplazar estos elementos.

Recomendaciones para la intervención

El primer paso debe consistir en asegurar la estructura para evitar su colapso. En este caso se debe apuntalar el dintel en malas condiciones, aplicando presión para intentar colocarlo en el nivel deseado. De la misma manera, se debe tener en consideración, asegurar todas las estructuras secundarias que estuviesen apoyadas en el muro a intervenir. Esta operación permite liberar el dintel del peso que soporta, facilitando las labores de corrección de las deformaciones. Seguidamente, pueden retirarse los elementos de cerramiento y sus correspondientes marqueterías.

Por otra parte, se debe asegurar que exista zuncho de reparto en la coronación del muro, para proceder a retirar de la parte superior del dintel y en forma escalonada, algunos bloques de adobe facilitando el reemplazo del elemento dañado. En otras ocasiones puede que este dintel sea demasiado corto, por lo que se recomienda cambiarlo por otro de mayor longitud (Fig. 228).

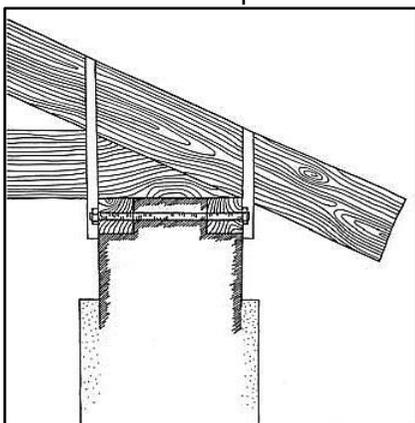
Una vez instalada la nueva pieza de reemplazo, se colocan de nuevo los adobes utilizando el mortero tradicional de tierra, cuidando, en todo momento, la traba de los bloques con la fábrica original. Posteriormente, tras el período de secado, se debe realizar otro relleno a las fisuras que se presenten por retracción, antes de revestir el paramento.

Tras haber reparado toda el área, se realizan las labores de restitución del revoco, utilizando la misma técnica y proporción del realizado tradicionalmente, hasta llegar al nivel del resto de la edificación. Por último se dará el acabado según el procedimiento original de agua y cal y se instalarán las marqueterías y demás elementos.

R. IES



a)



b)

Fig. 229 a) Iglesia de Castilla, Santo Domingo. b) Incorporación de dintel en estructuras de tierra.

Fuentes: a) Olman Hernández Vargas.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 1. ELEMENTOS SUPERIORES INCORPORACIÓN DE ZUNCHO PERIMETRAL

Tal y como se ha analizado en anteriores apartados, en caso de que no exista un elemento de amarre horizontal en los muros de una edificación, se recomienda la incorporación de un zuncho perimetral. Este elemento funcionará como unión entre los paramentos y la cubierta, dotando a la construcción de mayor resistencia, al favorecer el comportamiento estructural en conjunto. Existen técnicas para incorporar estas vigas de amarre sin necesidad de retirar la cubierta, facilitando la instalación y evitando intervenciones excesivas en el edificio.

Recomendaciones para la intervención

Primeramente se requiere hacer una limpieza en seco, para remover de la superficie superior de los muros, todo el material disgregado que pudiese existir, además de trozos de adobes en mal estado o fisurados. Se eliminará también el revoco hasta descubrir el muro al menos 0.30m hacia abajo a partir del borde superior.

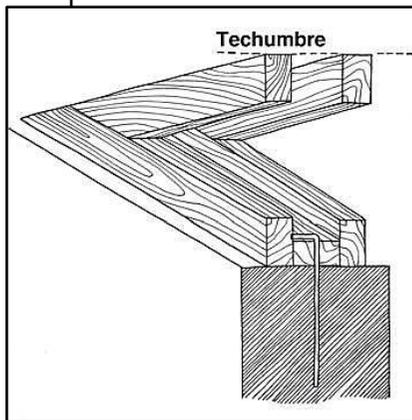
A continuación es necesario realizar una roza en el muro, iniciando por una de las caras, hacia toda la longitud de la pared, de manera que sea posible instalar, posteriormente, una pieza de madera de 0.10m x 0.10m. Antes de colocar la nueva pieza, se recomienda que ésta esté tratada contra la humedad y que a manera de aislamiento, se coloque también lámina de corcho, evitando el contacto directo de la madera con el muro de tierra. Este procedimiento se repetirá en la otra cara del paramento, centrando especialmente la atención en las uniones de las piezas no coincidan en ambos lados del muro para asegurar anclajes adecuados. Seguidamente, se efectuarán perforaciones en las piezas de madera, que atraviesen además el muro de tierra, de forma tal, que en dichos orificios se coloquen posteriormente, tornillos galvanizados para conectar las dos caras del muro. La distancia que se debe guardar entre cada perforación dependerá del espesor del muro y el peso de la cubierta, variando entre los 0.30m y 0.60m aproximadamente (Fig. 229).

Una vez aseguradas las soleras de madera al muro perimetral, se fijarán también a la estructura de la cubierta, por medio de nuevas piezas de madera o elementos metálicos tratados contra la corrosión. Se recomienda que estos elementos de fijación no sean demasiado delgados para evitar que la solera o los adobes generen fuerzas de corte. Finalmente se revestirá el muro con la mezcla habitual de barro y se dará el acabado final tradicional.

R. 2ES



a)



b)

Fig. 230 a) Iglesia de bahareque, Liberia. b) Reconstrucción de espacio entre el muro y la cubierta.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 2. ELEMENTOS SUPERIORES

RECONSTRUCCIÓN ESPACIO ENTRE MURO Y CUBIERTA

Es frecuente que las edificaciones de adobe principalmente, pierdan durante eventos sísmicos, parte del muro medianero que se ubica sobre la viga de coronación y la cubierta. Este problema se presenta al no encontrarse anclados de ninguna manera, a la estructura, lo que tiene como consecuencia, la libertad de movimiento ante las fuerzas horizontales y la pérdida de su capacidad. No es frecuente en edificaciones de bahareque por resultar una extensión de toda la estructura portante, lo que facilita el trabajo conjunto.

Recomendaciones para la intervención

La intervención se inicia con la verificación de la estabilidad de la cubierta y todos sus elementos, garantizando la inexistencia de movimientos que puedan afectar la reconstrucción del cerramiento. Seguidamente, es necesario retirar el material restante que conformaba la sección superior de la medianera, hasta llegar al nivel de los muros o de la viga perimetral. Además, es importante realizar una limpieza de la cara superior del muro asegurándose que no queden residuos sueltos ni material disgregado. Los bloques de adobe que se encuentren en buenas condiciones, se almacenarán para aprovecharse en posteriores trabajos de mantenimiento.

El siguiente paso es efectuar un trazado del eje central de la cara superior de muro para demarcar puntos de perforación a una distancia máxima de 1.2 m y 0.30 m de profundidad aproximadamente. Luego se coloca una pieza de madera sobre el eje central y se fija a la parte superior del muro utilizando tornillos galvanizados.

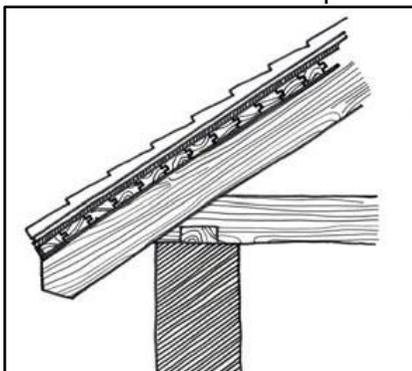
A continuación, se inicia la confección de un doble entramado de madera, alineado con cada cara del muro usando piezas de 0.05 m x 0.10 m aproximadamente. Este entramado se ancla a la pieza de madera inicialmente instalada en el centro del tabique. De esta forma se construirá el tabique para, posteriormente, rellenarse con mortero de barro, utilizando un sistema similar al de la confección de muros de bahareque (Fig. 230).

Esta nueva estructura se anclará además, a las viguetas de la cubierta por medio de tornillos galvanizados. Finalizado el proceso y tras haberse dejado el tiempo de secado del material del tabique, se procederá a efectuar el revestimiento y posterior acabado, siguiendo las técnicas originales de tierra, cal y agua.

R. IC



a)



b)

Fig. 231 a) Vivienda de adobe en Zapote. b) Detalle de estructura de madera de la cubierta y su apoyo sobre el muro.

Fuentes: a) Manuel Meléndez Garita.
b) Corporación de Desarrollo Tecnológico.

RECOMENDACIÓN 1. CUBIERTA NIVELACIÓN DE CUBIERTA

Durante los eventos sísmicos, frecuentemente existen problemas con la cubierta, principalmente porque puede ser atacada por patologías relacionadas con la humedad a lo largo del tiempo, la falta de mantenimiento y el peso excesivo de la cubierta. Las deformaciones a las que se ve sometida la estructura pueden comprometer algunas piezas de la cubierta e incluso otras partes de la construcción. Los desniveles producto de rotura de parte de los elementos de madera, debe tratarse adecuadamente para evitar la sobrecarga sobre los muros, acarreado desplomes o colapsos.

Recomendaciones para la intervención

Inicialmente, es necesario apuntalar la estructura de la cubierta que presenta desnivel, asegurándose de liberar a los paramentos de la carga excesiva producto de fuerzas puntuales. Una vez efectuadas estas labores y tras asegurarse de que no existe riesgo de desplome, se retirarán todos los materiales sueltos, disgregados o fisurados, por medio de una limpieza exhaustiva en seco. Seguidamente, se efectuará una inspección detallada de todos los elementos de madera, de manera que se diagnostique adecuadamente su estado de conservación y se detallen aquellos que ameritan tratamiento o reemplazo.

A continuación se procede a retirar parte de las tejas de barro de la cubierta que se encuentren en riesgo de deslizamiento, intentado retirar las menos posibles para no afectar la imagen final de la edificación. Una vez afianzada toda la estructura y los elementos de cubrición, se procede a nivelar la cubierta colocando más puntales y elementos verticales provisionales. Además, se retirarán aquellas piezas en mal estado, las que presenten roturas o patologías asociadas a la humedad. En caso de que sean rescatables, se les aplicará tratamiento antixilófagos y se emplearán técnicas de reconstitución.

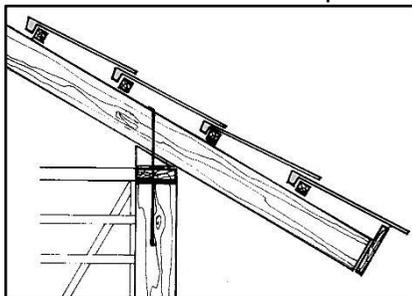
Finalmente, se anclará la estructura de la cubierta con el elemento de reparto localizado sobre los muros, por medio de tornillos galvanizados o placas metálicas tratadas contra la corrosión (Fig. 231).

Por último se deben colocar de nuevo, las piezas de la cubierta que habían sido retiradas previamente, reemplazando las tejas deterioradas por otras en buen estado.

R. 2C



a)



b)

Fig. 232 a) Casa Familia Zúñiga Clachar, Liberia. b) Detalle de estructura de madera de la cubierta y su apoyo sobre el muro.

Fuentes: a) www.patrimonio.go.cr
b) Julio Vargas Neumann.

RECOMENDACIÓN 2. CUBIERTA

RESTITUCIÓN DE CUBIERTA

Existen muchas edificaciones que por falta de mantenimiento y problemas derivados de los movimientos telúricos, terminan por colapsar parcial o totalmente. En dichos casos, lo más importantes es que se proceda con su restitución, el proceso contemple nuevas medidas para evitar las filtraciones y dotar a la estructura de una mayor resistencia, mejorando el comportamiento estructural conjunto de todo el edificio.

Recomendaciones para la intervención

Previamente será necesario efectuar una revisión de las condiciones en las que se encuentran las piezas de madera originales de la cubierta. De esta forma es factible determinar los elementos dañados para reposición, además de verificar si es posible el rescatar algunas piezas, aplicándoles un tratamiento de restauración. Además, es importante identificar problemas de filtraciones así como el estado de los cielos, generalmente realizados con cañizo o tablas de madera. Asimismo, en caso de ser necesario, desmontar la estructura en su totalidad, es necesario tomar en consideración la posición de cada pieza en el sistema, para su posterior colocación.

Se reinstalarán las vigas, las correas y los rastreles que sean necesarios, siguiendo el sistema original y el diseño de la cubierta, cuidando la posición de los elementos de madera originales. Además, de no existir, se colocará un zuncho de reparto perimetral, según las especificaciones anteriormente indicadas, de manera que se evite generar en los muros, cargas puntuales que tiendan a su deterioro. A este elemento se anclarán las vigas de la cubierta utilizando tornillos galvanizados.

Seguidamente se verificará que la estructura de la cara superior contemple la instalación de láminas de protección contra la humedad. Finalmente, se instalarán guías de madera para recibir las tejas anclándolas con alambre galvanizado y clavando éste a la estructura de cubierta para evitar el deslizamiento. En caso de que existan tejas deterioradas y ameriten reemplazo, se recomienda ubicarlas como tejas-canal, de manera que no afecten la imagen del edificio (Fig. 232).

Posteriormente, se deben colocar los falsos techos de cañizo o de tablas de madera según sea el caso, reemplazando los elementos dañados por nuevos con acabado similar y previamente tratados contra humedad.

A pesar de la cantidad de técnicas y de soluciones que existen actualmente, en muchas ocasiones el empleo de materiales y métodos modernos aplicados a procesos de restauración, generan múltiples problemas derivados, principalmente, de la incompatibilidad con los sistemas constructivos presentes en el patrimonio arquitectónico. El tipo de resistencia, el comportamiento térmico, las características químicas, mecánicas y físicas, son solamente algunas de las variables que intervienen en el proceso de degradación de las estructuras históricas cuando se ven sumergidas en este tipo de tratamientos modernos.

Aunque se han dado importantes avances en materia de restauración y se han experimentado soluciones exitosas, desde el punto de vista de comportamiento antisísmico aplicado en edificaciones de tierra, aún existe la creencia popular e incluso profesional, de que el empleo de los materiales contemporáneos es sinónimo de resistencia, estabilidad y pervivencia en el tiempo, razón por la cual, aún se continúan aplicando en proyectos de conservación patrimonial.

Tal y como se ha mencionado en reiteradas ocasiones, las respuestas a las patologías que presentan este tipo de construcciones, suelen responder a criterios personalizados para cada planteamiento en particular, impidiendo muchas veces, generar soluciones que se continúen implementando en edificios con características similares. Este tipo de comportamiento, ha contribuido con la lenta difusión de las buenas soluciones en materia constructiva, que trabajan armoniosamente con las edificaciones de tierra. En este sentido, el objetivo de este capítulo es la elaboración de una serie de recomendaciones para hacer frente a las principales patologías derivadas de la alta sismicidad en la que se asienta la arquitectura vernácula en Costa Rica. Dichos lineamientos obedecen a la investigación de las respuestas más habituales que han obtenido un mejor rendimiento en países con latitudes y condiciones geológicas similares.

Los esfuerzos deben continuarse centrados en las múltiples posibilidades de la tierra como material de construcción y sobre todo en el alto valor histórico de las obras elaboradas con ella. La identidad de los habitantes de un país está también en su arquitectura, por lo que se debe tener especial interés por el rescate de la misma, haciéndolo de la manera más adecuada y bajo la utilización de los materiales originales.

Erradicar la puesta en práctica de soluciones que alteren la fisonomía de los edificios, la concienciación de la importancia del valor histórico y de hacer que las restauraciones sean más que un simple carácter estético, son los nuevos retos a los que deben enfrentarse los profesionales en materia de conservación arquitectónica.



13 CONCLUSIONES

Las consecuencias de los eventos sísmicos sobre las edificaciones de tierra a lo largo de los años, sugieren que su falta de estabilización y su comportamiento frágil ante los movimientos telúricos -principalmente en las construcciones de adobe- han contribuido a las múltiples y reiteradas pérdidas de este patrimonio alrededor del mundo. Asimismo, se ha llegado a identificar a la tierra como un material inestable e inadecuado para edificar en zonas con altos niveles sísmicos, e incluso se ha prohibido su utilización en muchos países, bajo criterios de seguridad humana.

A la fragilidad de la tierra, se suma la pérdida progresiva de las técnicas constructivas asociadas con su utilización, la falta de mantenimiento de los inmuebles históricos construidos con ella, las inapropiadas prácticas de reparación empleando métodos extemporáneos, todos estos aspectos, entre otros, contribuyen a que al momento de un movimiento telúrico, las edificaciones de barro se encuentren aún más inconsistentes que en su concepción y por lo tanto sean más propensas a desplomes y colapsos.

El reto de adecuar sísmicamente a las edificaciones de tierra resulta una tarea indispensable y conveniente, ya que facilita la preservación de los recursos históricos de un país, al mismo tiempo que consolida la seguridad de sus usuarios. La pérdida de las construcciones de adobe y bahareque tradicionales no debe convertirse en una consecuencia habitual después de un evento tectónico, como tampoco debe permitirse la libre la ejecución de medidas de adecuación antisísmica intrusivas o poco eficientes. Asimismo, es importante impedir que la concepción de tierra como material peligroso e inseguro continúe afianzándose en la memoria colectiva de los ciudadanos de un país, donde la mayor parte de sus construcciones tradicionales que le han dado identidad, se han elaborado con esta materia prima. La presente generación y las futuras tienen la responsabilidad de conservar y salvaguardar las estructuras que aún perviven, mediante el empleo de medidas apropiadas, solidarias y poco invasivas, de forma tal que se preserven las raíces de la arquitectura vernácula construida en tierra y se resguarde la seguridad de sus ocupantes.

Es viable alcanzar un equilibrio que garantice tanto la autenticidad de una construcción histórica como la estabilidad de ésta ante fuerzas sísmicas. Los lineamientos que se han presentado anteriormente, así como los ejemplos expuestos, tienen la finalidad de ofrecer otra perspectiva, con el objetivo de abrir las puertas hacia la

puesta en práctica de nuevas estrategias de actuación -coherentes con los principios de conservación- y al mismo tiempo, apropiadas para la adecuación de este tipo de construcciones frente a los constantes movimientos sísmicos.

Por otra parte, las recomendaciones que se han esbozado no se corresponden con parámetros absolutos, ni puede afirmarse que en el cien por cien de los casos, la puesta en práctica de los mismos, asegura el desempeño definitivamente eficiente de las construcciones de tierra ante los terremotos. No obstante, dichos lineamientos buscan que a nivel general, se mejoren las oportunidades de adaptación, con el fin de evitar el deterioro comúnmente analizado en estas obras y la pérdida de las vidas humanas. Asimismo, la puesta en práctica de medidas para prevenir el colapso de estas estructuras, no deberían ser las únicas disposiciones a tomar en consideración, para adaptar su comportamiento ante diversos tipos de fuerzas, sino, por el contrario, la adecuación antisísmica debe ir de la mano de nuevos parámetros como el mantenimiento apropiado y periódico de las construcciones, de manera que se realicen intervenciones integrales y no solamente tratamientos puntuales.

Buscar la estabilidad de las construcciones de adobe y bahareque y optimizar su respuesta ante fuerzas horizontales o de torsión, puede acometerse desde múltiples perspectivas, dentro de las que destacan la incorporación de zunchos, la limitación de las cargas de las cubiertas, los recubrimientos con elementos de madera, entre otras, siendo de momento, las que trabajan confinando los muros de tierra, las más exitosas en cuanto a conseguir un comportamiento conjunto de las edificaciones, sin que éstas manifiesten importantes daños estructurales que comprometan su integridad.

Sin embargo, el intentar que una construcción cualquiera responda de la forma más apropiada ante este tipo de esfuerzos, no puede depender únicamente de la aplicación de una de las propuestas que a nivel estructural, han sido consideradas las más óptimas, sino, que por el contrario, el comportamiento idóneo debería ser la consecuencia de una serie de actuaciones conjuntas encaminadas a obtener resultados después de un largo proceso de investigación. Asimismo, la exploración de nuevas iniciativas en pro de la conservación del patrimonio arquitectónico edificado en tierra, debería a su vez, convertirse en una prioridad desde el punto de vista investigativo, ya que a partir de ella podrían encontrarse nuevas claves de diseño que estableciesen la línea guía ante futuras intervenciones sismorresistentes sobre otros inmuebles.

La consideración de centrar los esfuerzos en buscar asegurar la estabilidad sísmica de las edificaciones de adobe y bahareque -más allá de dotarlas de mayor resistencia- ha demostrado ser eficaz y debería ser considerado al diseñar adecuaciones antisísmicas futuras para estructuras históricas de tierra. Resulta prudente desarrollar una política de conservación consecuente, que utilice un enfoque individualizado, por encima de seguir confiadamente los señalados cánones establecidos.

Otro aspecto importante es establecer principios de conservación para las construcciones patrimoniales en tierra, para asegurar la idoneidad de los criterios que se deben adoptar al momento de llevar a cabo un proyecto de restauración. Hasta el momento y según se ha manifestado en el estudio de los planteamientos elaborados durante los últimos años en Costa Rica, las intervenciones han respondido más a valores estéticos, donde lo fundamental es asegurar que los edificios transmitan una imagen pulcra y nueva, por encima de los criterios de mínima intervención, del respeto por la conservación del valor histórico y por la aplicación de medidas correctivas para incrementar la resistencia de los edificios y minimizar el impacto de las fuerzas telúricas.

Asimismo, es trascendental establecer posiciones regionales concordantes con el uso del material tierra en los proyectos de conservación patrimonial, ya que frecuentemente la intrusión de materiales contemporáneos por sus características físicas y su elevada resistencia en comparación con las fábricas de adobe, por ejemplo, suelen acarrear nuevas patologías a las edificaciones, mismas que posteriormente conllevan, en muchos casos, al colapso de las estructuras, o en otras circunstancias, alteran irremediablemente la imagen que las obras, contribuyendo a la pérdida de su propia identidad.

Por otra parte, es necesario tener en consideración las normativas establecidas para regular las intervenciones en bienes patrimoniales, de forma que se encuentren en concordancia con una filosofía de proyecto que brinde seguridad, cuantifique el daño material tolerable y vele por la preservación de los bienes históricos, frente a los otros niveles de severidad de los seísmos siguientes. El establecer un equilibrio, teniendo en cuenta que las características de las obras patrimoniales no son equiparables con las modernas, puede ser el principal punto de convergencia en la adaptación de estas edificaciones con las nuevas reglamentaciones existentes. Es factible incluso, aplicar algunas medidas de seguridad y de control de daños, al mismo tiempo que se preserve la autenticidad de las edificaciones históricas.

El desafío de conservar y restaurar las construcciones patrimoniales realizadas con tierra, debe partir de planeamientos reflexivos e independientes del tamaño de los proyectos, en el que se consideren, al detalle, todos los temas relevantes que pueden intervenir en el diseño de un plan de adecuación antisísmica coherente con la realidad social, económica y cultural de cada núcleo urbano o rural.

Por otra parte, la proporción de los recintos, las esbelteces, la relación entre llenos y vacíos en los paramentos, la presencia de elementos auxiliares como los contrafuertes, la implementación de llaves de madera u otros elementos de una construcción histórica, constituyen saberes técnicos y tradicionales que forman parte de un proyecto de restauración y que se benefician de éste, haciéndoles posible su pervivencia en el tiempo.

Finalmente, es necesario que tanto las normas antisísmicas que regulan la construcción patrimonial en tierra, como las directrices propias de los proyectos de restauración, establezcan la necesidad de reforzar las obras utilizando materiales compatibles con las estructuras originales, erradicando la creencia de las intervenciones con aplicación de materiales modernos que además de ser incompatibles, conforman acciones irreversibles, en clara contradicción con los criterios establecidos en las Cartas de Restauración Internacionales.

El camino a seguir en materia de conservación de los inmuebles tradicionales de adobe y bahareque, es aún largo y arduo, el daño en las construcciones antiguas representa la desaparición paulatina del patrimonio arquitectónico en tierra y sus expresiones vernáculas. Es fundamental que los esfuerzos continúen centrándose en su rescate y en la revalorización de los valores materiales, de la identidad que dichas construcciones engloban y sobre todo, de la importancia que los proyectos de intervención se enfoquen hacia la preservación de sus características propias, sin intentar crear o imponer planteamientos contemporáneos a partir de las construcciones patrimoniales.

“El costarricense vive sin pasado, no tiene memoria colectiva porque no tiene edificios conmemorativos y viceversa, más bien es un ser enajenado con una idea muy cuestionable de modernidad, que desprecia lo mejor de nuestro pasado e imita lo peor del presente ajeno. En este sentido, es urgente la difusión, valoración y protección de nuestra arquitectura patrimonial” (Woodbridge, 2003).



14 APÉNDICE

razón y se manda publicar de conformidad con lo que dispone el acuerdo número 520 de 26 de junio de 1906.—El Subsecretario.—R. BRENES MESAEN.

CARTERA DE GOBERNACIÓN

Nº 10.—San José, 12 de setiembre de 1910.—Examinado el Reglamento de Construcciones Urbanas emitido por la Municipalidad de Cartago, en sesión de 29 de agosto anterior, y que á la letra dice:

CAPÍTULO I

Licencias para edificar

Artículo 1º.—Toda persona que intente construir en la ciudad deberá forzosamente sujetarse á los planos adoptados por la Municipalidad, en cuanto á alineación y nivelación.

El interesado, antes de comenzar su construcción, deberá ocurrir á la Gobernación de la Provincia y solicitar que el Ingeniero Municipal se constituya en el lugar, y marque, por medio de estacas, tanto la línea que ha de tenerse como extrema del ancho de la calle, como el nivel que habrá de servir de guía al propietario para levantar el edificio.

La línea extrema de la calle deberá solicitarse, no sólo cuando se intente construir casa, sino también cuando simplemente se trate de hacer una tapia ó echar una cerca que den frente á la vía pública.

Artículo 2º.—El que se proponga construir ó reconstruir en la ciudad deberá además presentar á la Gobernación los planos de planta, elevación y cortes longitudinal y transversal del edificio proyectado. La escala de los planos será la de dos centímetros por metro.

Si no se tuvieron planos en forma, el interesado deberá presentar una descripción tan minuciosa como sea posible, del edificio que se intente construir.

La Gobernación, oyendo al Ingeniero Municipal, concederá ó denegará en el término de ocho días, el permiso de edificar, según que se respeten ó no las reglas que contiene el presente reglamento, y que se consulten las conveniencias de la higiene y seguridad de los edificios.

CAPÍTULO II

Alineaciones

El Ingeniero Municipal deberá levantar y tener cuantado antes en su despacho, para que pueda fácilmente ser consultado por los interesados, un plano de la ciudad, en donde estén marcadas con tinta negra las calles existentes, con sus medidas actuales, y con tinta roja las líneas que habrán de ser definitivas, en cuanto á dirección y ancho de calles, de modo que resulten á primera vista las fajas que habrán de ceder á la calle, los propietarios de terrenos confluantes, así como aquellas fajas que habrán de comprarse de la calle, por los mismos propietarios, á fin de que cada calle conserve la misma anchura en toda su extensión.

A más de ese plano, levantará y tendrá á la vista en su despacho otro de nivelación de la ciudad, en el cual aparezcan, para cada esquina de las manzanas, la cota de nivel actual y la que habrá de tener en definitiva, cuando se arregle el pavimento de las calles.

Cuando estos planos se hallen definitivamente estudiados y resueltos, la Municipalidad dispondrá que se impriman y se fijen en las oficinas públicas de la ciudad.

Artículo 4º.—El Ingeniero Municipal llevará un libro en que anotará las solicitudes de línea y nivel.

El acta indicará el nombre y apellidos del solicitante, el lugar, calle y demás detalles que sirvan para reconocimiento del terreno en donde va á edificarse, y en ella indicará día y hora para efectuar el trazo.

Hecho ésto, el Ingeniero, en hoja volante, consignará los detalles de la línea y nivel que hubiera fijado, y firmará junto con el interesado. Esta razón también podrá consignarse en el libro mismo de solicitudes, y en ese caso se omitirá la constancia en hoja volante.

El Ingeniero deberá conservar coleccionadas dichas hojas, para el caso de discusiones ulteriores, ó para renovar estacas que se hubieren alterado ó perdido.

La línea ó nivel dados por el Ingeniero, sólo podrán alterarse por acuerdo de la Municipalidad, si contra ellos reclamare el interesado.

Artículo 5º.—El propietario podrá construir sus edificios dentro de la línea de calle, pero en tal caso no podrá dejar, como faja de separación, menos de dos metros y medio de ancho, entre la línea de la calle y la línea del edificio.

El que construya de este modo, deberá colocar en la propia línea de la calle, sin invadir el terreno público, un muro de mampostería ó piedra, que no exceda de un metro de altura, ó bien una verja ó baranda de hierro ó de madera, platabas, que no exceda de un metro y medio de altura, ó bien un muro combinado de mampostería ó piedra con verja de hierro ó de madera, cuya altura total no pase de metro y medio.

Si todos los propietarios del frente de una manzana se

Materiales de construcción y otras reglas sobre edificaciones

— 410 —

pusieren de acuerdo para ello, construyeren todos en una faja de por lo menos dichos dos metros y medio al frente de sus edificios, podrán omitir el muro ó verja prescritos; pero en tal caso, deberán colocar, en lugar de muro ó verja, un cordón de piedra que no baje de 30 centímetros, ni suba de un metro, y además sembrar la faja, de zacate, ó bien utilizarla como jardín.

Artículo 6º.—La Municipalidad asegura una rebaja de quince por ciento de los impuestos urbanos (no entendiéndose en ellos el servicio de agua), á los propietarios que dejen sin edificio alguno una faja de por lo menos dos metros y medio, al frente de sus construcciones del lado de la calle y la adyacente á jardín ó sabaneta.

Si á los costados de la construcción se dejare sin edificar aunque no se haga jardín ni sabaneta, una faja igual, la rebaja de impuestos se hará de un cinco por ciento por cada faja lateral.

La rebaja concedida se garantiza al interesado por veinte años contados desde que se haga la notificación á la Municipalidad y el Ingeniero Municipal certifique el hecho.

La rebaja se pierde desde el momento en que se ocupe la faja de terreno con alguna construcción.

Para los efectos de este artículo, se expedirá al interesado una certificación del acta que acuerde la rebaja de impuestos.

Artículo 7º.—Todo solar no edificado que linde con la vía pública deberá cerrarse con tapias ó muros que no estén prohibidos en este reglamento, ó con alambre sin púas, puesto en pilares de hierro ó madera labrada, de un metro veinticinco centímetros, por lo menos, sobre el nivel de la acera.

Queda estrictamente prohibido tener cercas vivas frente á las calles. Las que hoy existan deberán ser cambiadas en forma dentro de un año á lo sumo.

Artículo 8º.—Quienquiera que edifique sin solicitar y obtener la línea y nivel correspondientes, incurrirá en la multa que impone el artículo 85 del Reglamento de Policía de 1839 y será además obligado á demoler lo construido si no se hallare en debida regla.

El que construyere en contravención á la línea ó nivel que hubiere marcado el Ingeniero Municipal, será obligado á hacer, sin pérdida de tiempo, la demolición de lo construido, á más de pagar la multa correspondiente. Si el culpable no procediere en seguida á la demolición, la Municipalidad podrá ejecutarla por cuenta del interesado.

El Ingeniero Municipal ordenará la suspensión de cualquier trabajo de edificación, si no estuviere conforme con la línea y nivel que ha de tener.

Artículo 9º.—No se permitirá construir con ladrillo, en la forma comúnmente usada en el país, salvo que se trate de tapia, de cerramiento de solares, de baños ó excusados, ó de hornos de panadería, siempre que se observen las prescripciones que adelante se consignan, ó que se trate de zócalos, pilas de lavadero, pilastras para sostener marcos de madera ó otras construcciones bajas, que no excedan de un metro de altura.

Artículo 10º.—Tapias de ladrillo, calicanto ó piedra pueden construirse frente á la vía pública, siempre que no se eleven más de un metro sobre el nivel de la acera. Pueden dárseles mayor elevación (hasta completar dos metros y medio), poniendo sobre el referido muro, armazones de hierro, zinc ó madera.

Esas tapias de ladrillo y calicanto deberán ser repelladas convenientemente por el lado exterior, y tanto la parte del muro como la armazón superior deberán ser pintadas.

En cuanto á tapias de cerramiento en los lados interiores del solar, pueden hacerse de ladrillo de 20 centímetros de espesor como mínimo, pero no podrán subir más de dos metros sobre el nivel del suelo y tendrán que ser reforzadas con pilastras que sobresalgan del lado interior por lo menos medio ladrillo, y esas pilastras irán de tres en tres metros de distancia máxima.

No se permitirá en ningún caso apoyar en esas tapias construcción alguna.

Artículo 11º.—Si se hubiere construido una tapia de ladrillo para cerrar el solar y el vecino quisiere construir por su lado en la línea extrema de su terreno confinante con la tapia, será obligación de dicho vecino, ó bien levantar su pared de modo que pegue á la tapia, si esta fuere del propietario contiguo, ó bien si la tapia fuere medianera, destruirla á su costa y reponerla con la pared de su edificio, sin ocupar más terreno que el que ocupaba la tapia.

Queda á salvo para este caso, lo dispuesto en este reglamento respecto á edificios de madera ó de dos pisos.

Si la cerca divisoria fuere de otra clase, como de madera muerta ó viva, de hierro, zinc, etc., el que vaya á construir deberá avisar á su vecino para que la remueva en la parte que vaya á sustituirla el nuevo edificio.

Artículo 12º.—No se permitirá tampoco, en ninguna clase de edificio, el techar con tejas de barro, pizarra ó cemento ó cualquiera otra de material pesado.

Transitorio.—Las casas que estén en la actualidad cubiertas con teja de barro, deberán ser techadas, dentro de un año, á lo sumo, con tejas de hierro, zinc, ruberoida, fibrocemento ó otro material liviano, á juicio del Ingeniero Municipal.

Artículo 13.—El techo de zinc ó hierro se colocará sobre tablas ó tablillas de por lo menos un centímetro y cuarto de espesor. Si la habitación tuviera cielo raso, las tablas, tablillas ó reglas podrán quedar separadas á la distancia que exija la conveniente fijación de las tejas ó planchas. Si no hubiere cielo raso, deberá cubrirse todo el espacio con madera ó bien cañas, cartón ó otro material cuya conductibilidad para el calor no sea superior al de la madera.

En todo caso, la cumbrera ha de quedar á lo menos un metro más alto que el nivel superior de los cadenillos. Debe dejarse además á los lados del artesonado, formando corriente, aberturas para la circulación del aire.

Artículo 14.—No se permitirá en ninguna clase de construcciones, dentro de la ciudad, el empleo de adobes, calicanto ó piedra.

Esta prohibición se hace extensiva á los otros distritos del cantón.

Artículo 15.—Todo propietario, podrá adoptar para la fachada de su edificio, la arquitectura que le plazca, siempre que el proyecto no constituya un conjunto extravagante ó ridículo.

Si sobre este punto se formare discusión entre el interesado y el Ingeniero Municipal, se someterá la cuestión al juicio de la Facultad Técnica, ó si ésta no existiere, al de peritos arquitectos.

Artículo 16.—No podrá construirse en un terreno más del ochenta por ciento de su superficie, si el edificio fuere destinado á habitación. Lo demás deberá dejarse para patio.

Artículo 17.—Se permitirá construir casas de madera, siempre que se coloquen, por lo menos, dos metros y medio adentro de la línea de calle. Esa faja sin embargo, podrá ocuparse, con un corredor agregado al edificio.

El propietario deberá poner á la orilla de su construcción, del lado de la calle, un muro de mampostería ó un vallado de madera que tape el hueco que quede entre el piso de la casa ó corredor y el suelo.

Artículo 18.—Casas de madera no podrán estar, una de otra, á menos de cuatro metros, aun cuando entre ellas quedase una tapia de ladrillo.

Si el interesado no se pusiere de acuerdo con el vecino, á fin de que cada cual deje de su lado dos metros sin edificar, deberá dejar de su solo lado dichos cuatro metros. Pero si más tarde el propietario vecino quisiere construir de madera, tendrá que linearlo á cuatro metros de la línea divisoria, salvo que entendiéndolo con el vecino, presente á la Gobernación constancia escrita, firmada por éste, de lo que resulte que el vecino consiente en que el nuevo edificio de madera se ponga á cuatro metros de la casa ya edificada.

Casas de madera no podrán construirse, cuando queden cerca de otras casas de distinto material, á menos de dos metros de distancia de la vecina.

Artículo 19.—Las casas de madera pueden construirse de horcoques, en la misma forma determinada para bahareque, ó bien sobre un marco hecho de soleras de veinte centímetros en cuadro, por lo menos de madera resistente á la humedad.

Estas soleras deberán alquitranarse en sus puntas y en las pegas ó juntas.

El marco deberá descansar sobre pilastras de mampostería, de cuarenta centímetros ó más en cuadro y de la profundidad necesaria para que lleguen á suelo firme. Serán también permitidas las basas de madera buena, calificada como tal por el Ingeniero Municipal.

Las pilastras estarán á lo sumo distantes un metro una de otra, y deberán sobresalir del suelo lo bastante para que el piso de las habitaciones guarde la altura reglamentaria.

La mampostería puede ser de ladrillos enteros, bien cocidos y perfilados, ó de piedra picada (jamás redonda ni caliza), y en uno ú otro caso se empleará mezcla bien podrida y de calidad superior.

Artículo 20.—El arteson de madera se sujetará á las siguientes reglas:

1.º—Las soleras deberán ser empalmadas y ligadas entre sí de tal manera que no pueda una pieza desprenderse ó separarse de las demás que formen el cuadro.

2.º—Los cadenillos ó soleras deberán sobresalir de la línea exterior de las soleras por lo menos quince centímetros, y guardar distancias entre sí de á lo sumo un metro.

3.º—Cada par de alfajías deberá ligarse, debajo de la cumbrera ó caballete, por medio de un tirante paralelo al cadenillo.

4.º—Cada alfajía deberá apoyarse, por medio de un pie de amigo, sobre el cadenillo. Ese apoyo se podrá formando ángulo recto con la alfajía.

5.º—Cada par de alfajías deberá ligarse con el siguiente por medio de reglones ó manecas de madera, que les impida desplomarse.

El interesado deberá indicar en el plano ó en la descripción supletoria, las medidas de las diferentes piezas de madera que intente emplear para la estructura del edificio; y el Ingeniero Municipal las objetará cuando no se conformen con las medidas reglamentarias, ó cuando, callando el reglamento no ofrezcan la suficiente seguridad.

Artículo 21.—En las casas de madera, los pilares ó gigantones, de un grueso proporcionado al peso del edificio, no deberán ponerse á más de un metro y medio uno de otro. Tales gigantones deberán arriostarse en la misma forma indicada para el bahareque.

Lo dicho para casas de madera se aplicará, bien se intente forrar de madera, bien de planchas metálicas expandidas, fibrocemento ú otro material ligero.

Artículo 22.—Los edificios de bahareque, del tipo común ó popular, se sujetarán á las siguientes reglas:

a) — Los horcoques serán de guachipelin, madera negra, cítril ú otra madera resistente y que soporte bien la humedad. La cebolla ó base se enterrará, por lo menos un metro, y al rededor de ella se pondrá una capa de barro de olla ú otra sustancia impermeable.

b) — Si no se emplearen horcoques de una sola pieza, la base se enterrará, por lo menos un metro, en la forma dicha antes, y el empalmo con la parte superior del horcón, se hará de

modo que quede fuera de tierra y á quince centímetros, por lo menos, del nivel del suelo. El empalme ha de protegerse con alquitrán, y se atornillará con tornillos de tuerca que pasen de un lado á otro, abrazando las dos partes del horcón.

c) — Los horcones, bien sean enteros, bien de dos piezas, no podrán ponerse á mayor distancia que dos metros uno de otro. Serán arriostros con madera sólida, en diagonal, haciendo que el arriostro penetre, por medio de cabote, por lo menos dos centímetros en cada horcón. Los arriostros se colocarán en sentido inverso uno de otro.

d) — Las paredes de bahar, que no podrán tener más de veinte centímetros de espesor, incluidos repellos.

e) — Para el relleno del bahar, que puede emplearse caña blanca, de buen sazón, ó reglas de madera resistente y sana. Como material de relleno, puede emplearse barro mezclado con pitilla ó cerdas, y dentro del barro pedruzcos de teja ó ladrillo, que estén nuevos. El repello se hará con barro bien batido ó con mezcla (mortero). En uno ú otro caso, deberá repellarse con mezcla cementada (1 á 5) la parte de las paredes que queden expuestas á la lluvia, en una faja de treinta centímetros á lo menos sobre el nivel del suelo, á fin de que queden preservados contra la humedad.

Artículo 23. — Es prohibido en construcciones de bahar, que ó madera colocar gigantones ó pilares sobre basas de piedra, á no ser que tales basas queden embutidas ó empotradas en pilastras cuadradas de mampostería, de á lo menos cuarenta centímetros por lado y de un metro á lo menos de profundidad.

La piedra tendrá espiga ó botón, y el horcón su correspondiente escopleadura para recibirla, pues será prohibido poner horcones con espiga que éntre en la piedra.

También podrá hacerse hueco en piedra y horcón y ligarlos con un perno de hierro de dos centímetros de diámetro á lo menos.

En todos estos casos, se pondrá alquitrán á la pega de la piedra y horcón.

Artículo 24. — Los edificios pueden hacerse también con estructura de hierro ó acero, siempre que el Ingeniero Municipal apruebe las medidas y pesos proyectados, desde el punto de vista de la resistencia y seguridad.

Artículo 25. — Pueden construirse casas de dos pisos, siempre que sean de bahareque y madera, de sólo madera, de cemento armado, de madera y hierro, de hierro ó de cualquier otro material ó combinación de materiales que ofrezcan seguridad contra temblores, á juicio del arquitecto municipal.

Para ello, sin embargo, se observarán las siguientes restricciones:

1.º — Si la casa fuere forrada de madera en el piso bajo, deberá ponerse á dos metros y medio de la línea de calle, como se prescribe para las de madera de un solo piso y con el mismo derecho para el propietario de ocupar esa faja con un corredor.

2.º — No podrá ponerse el piso alto á menos de dos metros y medio de la propiedad vecina, salvo que el propietario vecino expresamente y por escrito lo consienta.

3.º — Si el piso alto fuere forrado de madera, no podrá colocarse á menos de dos metros de distancia de la línea divisoria, aun cuando el propietario vecino lo consienta, á fin de que si éste por su parte hiciera más tarde igual construcción, se guarde la distancia de cuatro metros entre casas de madera.

Artículo 26. — Los balcones del piso superior no podrán sobresalir de la línea de pared, en el frente que dé á la calle, más de veinticinco centímetros.

Es prohibido poner balcones de piedra, cemento ú otro material análogo. Los de hierro ó madera deberán fijarse, de modo seguro, á satisfacción del Ingeniero Municipal.

Artículo 27. — Los aleros que den frente á la calle deberán estar forrados con tabla ó tablilla y tener una precia en donde fijar los canales de desagüe.

Al forro del alero se le dejarán en forma de adorno, huecos suficientes para la ventilación de la parte del techo, siempre que no estén puestos por los otros frentes de la construcción.

Artículo 28. — Se prohíbe la colocación de adornos, en la fachada que da á la calle, que sobresalgan de la línea de pared más de veinticinco centímetros, y los que se coloquen han de fijarse de modo seguro, á satisfacción del Ingeniero Municipal. Esto no obsta para que pongan los aleros de estilo común, adheridos con toda seguridad á los cadenillos de la armadura ó artesón, aun cuando excedan la medida indicada, pero ésta no pasará en ningún caso de un metro.

Artículo 29. — Las chimeneas que sirvan á cocinas, hornos ú hornillas, se harán de hierro y se aislarán convenientemente de todo material de fácil combustión.

La salida de humos quedará á un metro por lo menos del nivel del tejado y deberá disponerse en tal forma que no cause perjuicio ni molestia á los vecinos.

Ninguna chimenea podrá ser introducida en la pared, ni á menos de un metro de una pared ajena ó medianera.

Artículo 30. — Las puertas que den al exterior no medirán menos de dos metros de alto, no incluida la linternilla, si la hubiere, por ochocientos treinta y cinco milímetros de ancho.

Las ventanas que igualmente den al exterior no medirán menos de un metro sesenta y cinco centímetros de alto por ochocientos treinta y cinco milímetros de ancho.

Las puertas y ventanas del interior podrán ser de altura más reducida, pero en ningún caso, aquéllas de menos de un metro noventa centímetros, ni éstas de menos de un metro sesenta y siete centímetros. El ancho nunca será menos de ochocientos treinta y cinco milímetros.

Ninguna puerta ó ventana podrá abrirse sin dejar un metro cincuenta centímetros entre la esquina que forman las paredes principales del edificio y el comienzo de la abertura.

Artículo 31. — Las puertas y ventanas que den frente á la calle deberán abrir hacia el interior del edificio, salvo que la casa se hallare situada dentro de la línea de acera y en el interior del solar.

Por excepción se permitirá que las hojas de madera desti-

nadas á cerrar ventanas, en casas de comercio, abran hacia afuera, siempre que tales hojas se aseguren, una vez abiertas, contra el muro, en forma tal, que no estorben el tránsito ni constituyan un peligro para el transeúnte.

No se permitirá en ningún caso que las ventanas ó sus decoradas sobresalgan de la línea de muro más de cinco centímetros.

Artículo 32.—La altura mínima de las habitaciones que den frente á la calle será de tres metros treinta centímetros, medidas del piso á los empellos. La de habitaciones interiores podrá ser de tres metros.

Si la casa fuere de dos pisos, las habitaciones del primero podrán ser de tres metros y las del segundo de dos metros setenta y cinco centímetros.

Artículo 33.—Toda habitación del edificio deberá recibir luz directa de la calle, callejones laterales ó patios, y estar provista de un sistema eficaz de ventilación.

Las destinadas á dormitorios medirán por lo menos doce metros cuadrados de superficie y no podrán ocuparse sino en la proporción mínima de veinte metros cúbicos por persona.

Artículo 34.—El piso de las habitaciones que den frente á la calle deberá estar quince centímetros, por lo menos, más alto que el nivel de la acera.

Los pisos de madera que se pongan en el único ó primer piso de una casa, deberán quedar á treinta centímetros, por lo menos, más altos que el nivel del suelo, del cual deberá además removerse la capa de tierra vegetal.

Los pisos de la planta baja ó única del edificio, pueden ser enladrillados, siempre que el pavimento se coloque después de haber removido la tierra vegetal y puesto tierra colorada, mezcla ú otro material que no deje pasar humedad.

CAPÍTULO IV

Desagües, excusados, baños y hornos

Artículo 35.—Todo solar edificando ó no, deberá tener una instalación de desagües descubiertos, de suficiente capacidad y declive para dar salida á las aguas pluviales, hacia la calle.

En los solares edificados, esos desagües deberán ser de media caña y ementados.

Artículo 36.—Los desagües de aguas sucias ó domésticas deberán ir por conductos descubiertos de media caña y ementados ó por tubos de hierro ó barro vitificado á descargar á la conexión de la cloaca, en aquellas secciones de la ciudad en donde hubiere, ó á los caños de la calle, en donde no hubiere cloaca.

La Municipalidad no podrá restablecer las antiguas acequias, que sirvian para desagüe de los terrenos.

Artículo 37.—Cuando de un solar no fuere posible, por diferencia de nivel, echar las aguas directamente á la calle, se permitirá, si hubiere habido antes del terremoto servidum-

DECLARATORIAS DE INMUEBLES
PATRIMONIALES SEGÚN SU
APARICIÓN EN EL ANÁLISIS.

La Gaceta N° 208 — Martes 30 de octubre del 2001

N° 29896-C.

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Y EL MINISTRO DE CULTURA, JUVENTUD Y DEPORTES

Con fundamento en el artículo 25.1 de la Ley General de la Administración Pública, y la Ley N° 7555 del 4 de octubre de 1995, publicada en *La Gaceta* N° 199 del 20 de octubre del mismo año, Ley de Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica.

Considerando:

1.—Que la casa de adobe, conocida como "La Casona", ubicada en el cantón de La Unión de Tres Ríos, propiedad de las hermanas Julieta y María Virginia Calderón Gené, constituye un ejemplo de la utilización de la tierra como material de construcción, principalmente en las técnicas del adobe y el bahareque, el cual fue de gran aceptación durante el siglo XIX.

2°—Que por su distribución arquitectónica, de cuartos alargados y su forma de tránsito a través de ellos, forma una tipología propia de la época de construcción.

3°—Que dicha edificación por su antigüedad, reviste no solo importancia histórica, sino también una muestra de aprecio de la comunidad manifestado en su interés por conservarla.

4°—Que es deber del Estado salvaguardar el patrimonio cultural del país. Por tanto,

DECRETAN:

Artículo 1°—Declarar e incorporar al patrimonio histórico-arquitectónico de Costa Rica, el inmueble conocido como La Casona, inscrito en el Registro Nacional, Sección Propiedad, partido de Cartago, bajo las matrículas de Folio Real Nos. 152476-000 y 152477-000, propiedad respectivamente, de Julieta Calderón Gené, cédula de identidad N° 1-116-4472 y María Virginia Calderón Gené, cédula de identidad N° 1-177-477, ubicado en el distrito de San Juan, del cantón de La Unión, de la provincia de Cartago.

Artículo 2°—Esta declaratoria prohíbe la demolición del inmueble, e igualmente su remodelación parcial o total, sin la autorización previa del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural, del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.

Artículo 3°—Rige a partir de su publicación.

Dado en la Presidencia de la República.—San José, a los veintiocho días del mes de setiembre del dos mil uno.

MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ ECHEVERRÍA.—El Ministro de Cultura, Juventud y Deportes, Enrique Granados Moreno.—*1 vez*—(Solicitud N° 208).—C-6620.—(76887).

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN
DEL PATRIMONIO CULTURAL
M. C. J. D.

N° 33636-C

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Y LA MINISTRA DE CULTURA, JUVENTUD Y DEPORTES

Con fundamento en los artículos 140 inciso 20), y 146 de la Constitución Política, artículo 25.1 de la Ley General de la Administración Pública, la Ley N° 7555 del 4 de octubre de 1995, publicada en *La Gaceta* N° 199 del 20 de octubre del mismo año y el Decreto N° 32749-C del 14 de marzo de 2005, publicado en *La Gaceta* N° 219 del 14 de noviembre del mismo año.

Considerando:

1°—Que el inmueble denominado Casa de Enseñanza de Villa Pacacua, posee un significativo valor histórico y afectivo para la comunidad de Mora, porque en él se educaron varias generaciones de sus pobladores.

2°—Que dicha edificación, aún bien conservada y construida durante la segunda administración de don Ricardo Jiménez Oreamuno (1924-1928), constituye un ejemplo de la arquitectura en madera y bahareque francés de la primera mitad del siglo XX.

3°—Que es de interés de la comunidad devolver al inmueble su condición física original, recuperando los elementos arquitectónicos que han sido intervenidos con implementaciones contemporáneas no propias.

4°—Que la Casa de Enseñanza de Villa Pacacua, ha estado ligada al desarrollo histórico, social y urbano del cantón de Mora, por más de setenta años.

5°—Que el inmueble es un elemento arquitectónico que complementa la escala urbana, de forma tal que mantiene la lectura homogénea del núcleo central de la ciudad junto con la Policía Local y el "Mercado Viejo".

6°—Que es deber del Estado salvaguardar el Patrimonio Cultural e Histórico-Arquitectónico del país. Por tanto,

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Y LA MINISTRA DE CULTURA, JUVENTUD Y DEPORTES

DECRETAN:

Artículo 1°—Declarar e incorporar al Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica, el inmueble denominado Casa de Enseñanza de Villa Pacacua, ubicada en la provincia de San José, cantón Mora, distrito 1° Colón, en posesión de la Municipalidad del Cantón de Mora, representada por el señor Félix Arborea Gutiérrez, cédula de identidad N° 1-556-548, en su calidad de Alcalde Municipal.

Artículo 2°—Esta declaratoria prohíbe la demolición del inmueble e igualmente su remodelación parcial o total, sin la autorización previa del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.

Artículo 3°—Rige a partir de su publicación.

Dado en la Presidencia de la República.—San José, a los quince días del mes de diciembre de dos mil seis.

ÓSCAR ARIAS SÁNCHEZ.—La Ministra de Cultura, Juventud y Deportes, María Elena Carballo Castagnaro.—1 vez.—(Solicitud N° 41735).—C-19380.—(D33636-21493).

CENTRO DE INVESTIGACION Y CONSERVACION
DEL PATRIMONIO CULTURAL
M. C. J. D.

N° 14590-C

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Y EL MINISTRO DE CULTURA, JUVENTUD Y DEPORTES,

En uso de las facultades conferidas en los artículos 140, incisos 3) y 18) de la Constitución Política y 28.2.b de la Ley General de la Administración Pública,

Considerando:

1°—Que la construcción del edificio de la Gobernación de Liberia, es única y refleja el rostro glorioso de un pretérito en que toda la bella ciudad sólo tenía casas de adobe.

2°—Que fue construida por el año 1850, o sea que cuenta con más de 130 años.

3°—Que en esta sala se celebraban ostentosos bailes para las fechas más importantes, como era el 25 de julio, 15 de setiembre, 12 de octubre, 31 de diciembre y otros, a las que concurrían las familias más distinguidas de la época.

4°—Que en este vetusto y hermoso edificio, fue recibido el General don Tomás Guardia Gutiérrez en las diferentes oportunidades que visitó Liberia, pues antes de ser el edificio de la Gobernación, era la casa más apropiada para celebrar reuniones sociales y esta clase de ceremonias.

5°—Que fue en este edificio el lugar en donde el 25 de abril de 1854, se suscribió la célebre acta por los miembros de la Municipalidad y "Los vecinos notables", en la que solicitan sustituir el nombre de Guanacaste por el de Moravia y darle a su cabecera el de Liberia.

6°—Que en sus corredores los labriegos sencillos convertidos en humildes soldados descansaron de la "larga caminata" hacia el norte, para lograr nuestra verdadera independencia en la gesta de 1856.

7°—Que en esta bella casona, el pueblo liberiano ha tomado sus grandes decisiones y se han forjado y agitado hermosas inquietudes cívicas. Asimismo por muchos años se han alojado las oficinas del gobierno local.

Por tanto,

De conformidad con lo dispuesto en los artículos tercero y cuarto de la ley número 5397 del 8 de noviembre de 1873,

DECRETAN:

Artículo 1°—Declarar reliquia de interés histórico y arquitectónico el edificio de la Gobernación de Liberia, situado en la esquina sureste de la plaza principal de la ciudad de Liberia, distrito y cantón primeros de la provincia de Guanacaste.

Artículo 2°—Esta declaratoria prohíbe cualquier remodelación o demolición total o parcial de dicho inmueble.

Artículo 3°—El futuro uso del inmueble será acordado por el Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes y la Municipalidad de Liberia.

Artículo 4°—El mantenimiento del inmueble corresponderá a la Municipalidad de Liberia y cualquier restauración o remodelación deberá hacerse bajo la asesoría del Departamento de Patrimonio Histórico del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.

Artículo 5°—Rige a partir de su publicación.

Dado en la Presidencia de la República.—San José, a los veinte días del mes de mayo de mil novecientos ochenta y tres.

LUIS ALBERTO MONGE

El Ministro de Cultura, Juventud
y Deportes,
HERNAN GÓNZALEZ GUTIÉRREZ.

N° 27981-C

**EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA
Y LA MINISTRA DE CULTURA, JUVENTUD Y DEPORTES,**

Con fundamento en el artículo 25.1 de la Ley General de la Administración Pública y la Ley N° 7555 del 4 de octubre de 1995, publicada en "La Gaceta" N° 199 del 20 de octubre del mismo año y,

Considerando:

1°—Que la vivienda de la Familia Zúñiga Clachar en la ciudad de Liberia, posee valor patrimonial.

2°—Que la edificación se construyó posible mente a fines del siglo XIX en bahareque, con zóculo de piedra canchada.

3°—Que a inicios del siglo XX, el inmueble sufrió una serie de mejoras que determinaron la aparición de molduras en madera calada en los marcos de las puertas y ventanas, trabajadas con pericia y sentido artístico.

4°—Que en el interior de la vivienda todas las puertas que comunican los distintos aposentos son talladas en pochote.

5°—Que en el cielo raso de la sala, existe un lienzo con pintura alegórica de gran belleza estética.

6°—Que esta vivienda vernácula es parte integrante del centro histórico de la ciudad de Liberia.

7°—Que es deber del Estado salvaguardar el patrimonio cultural del país. Por tanto,

DECRETAN:

Artículo 1°—Declarar e incorporar al Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica, el inmueble conocido como la Casa de la Familia Zúñiga Clachar, inscrito en el Registro Nacional, Sección Propiedad, Partido de Guanacaste, matrícula de Folio Real N° 7371-000, ubicado en el distrito primero del cantón de Liberia, de la provincia de Guanacaste, propiedad de Zúñiga Clachar, S. A., cédula jurídica N° 3-101-015344.

Artículo 2°—Esta declaratoria prohíbe la demolición del inmueble e igualmente su remodelación parcial o total, sin la autorización previa del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.

Artículo 3°—Rige a partir de su publicación.

Dado en la Presidencia de la República.—San José, a los veintidós días del mes de junio de mil novecientos noventa y nueve.

MIGUEL ANGEL RODRIGUEZ ECHEVERRIA.—La Ministra de Cultura, Juventud y Deportes, Astrid Fischel Volio.—1 vez.—(Solicitud N° 22741).—C-2750.—(44896).

N° 32033-MCJD

**EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA
Y EL MINISTRO DE CULTURA, JUVENTUD Y DEPORTES**

Con fundamento en el artículo 140 inciso 20), y 146, de la Constitución Política, 25.1 de la Ley General de la Administración Pública, y la Ley N° 7555 del 4 de octubre de 1995, publicada en "La Gaceta" N° 199 del 20 de octubre del mismo año.

Considerando:

1°—Que las fincas de café y el beneficiado del mismo son un aspecto netamente relacionado con el desarrollo histórico, económico y social de nuestro país.

2°—Que la casa de bahareque construida en 1894, presenta características muy peculiares de ornamentación y acabados poco comunes en este tipo de edificaciones.

3°—Que la vivienda de madera construida a mediados del siglo XX maneja un lenguaje arquitectónico de influencia francesa que la convierte en un hito referencial y simbólico que muestra la bonanza económica generada por el auge cafetalero del período.

4°—Que el edificio utilizado como centro de acopio y distribución de holetos, de sencillez arquitectónica, fue parte importante en la actividad cafetalera y es de los pocos de este tipo en el país que aún se conservan.

5°—Que el edificio de procesado de granos aún permite observar las diferentes etapas del beneficiado rudimentario del café. Es importante resaltar el hecho de que la fuente energética primordial para el beneficiado provenía del agua. Siendo un claro ejemplo de nuestro escaso patrimonio arquitectónico industrial.

6°—Que los patios de secado construidos en cal y canto demuestran la antigüedad de las instalaciones que datan del siglo XIX.

7°—Que es deber del Estado salvaguardar el patrimonio cultural del país. Por tanto:

DECRETAN:

Artículo 1°—Declarar e incorporar al Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica, las edificaciones denominadas Casa de Bahareque, Casa de Madera, Centro de Acopio, edificio de procesado del grano y patios de secado de la que fuera la Finca Cafetalera Miramontes, ubicada en el inmueble, inscrito en el Registro Nacional, Sección Propiedad, partido de Heredia, matrícula de Folio Real N° 31178, distrito primero, del cantón primero, de la provincia de Heredia, propiedad de la Caja Costarricense de Seguro Social, cédula jurídica N° 4-000-042147.

Artículo 2°—Esta declaratoria prohíbe la demolición de las edificaciones y la alteración de los elementos con valor histórico y cultural que en ella se encuentran, e igualmente su remodelación parcial o total, sin la autorización previa del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural, del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.

Artículo 3°—Rige a partir de su publicación.

Dado en la Presidencia de la República.—San José, a los seis días de mes de agosto del dos mil cuatro.

ABEL PACHECO DE LA ESPRIELLA.—El Ministro de Cultura, Juventud y Deportes, Guido Sáenz González.—1 vez.—(Solicitud N° 27788).—C-15385.—(D-32033-78055).

2°—Que el propietario del inmueble de cita interpuso ante el Tribunal Contencioso Administrativo y Civil de Hacienda, proceso de conocimiento para que se declarara la nulidad del procedimiento de declaratoria del inmueble conocido como " Casa de don Jenaro Leiton", resolviendo el Tribunal en sentencia 2130-09 de las 8:05 horas del 30 de setiembre del 2009, nulidad absoluta del procedimiento, a partir de la notificación por edictos del auto de apertura reseñado, debiendo el Órgano Director señalar nueva hora y fecha para la realización de la comparencia oral y privada; debiendo notificar la resolución respectiva en forma debida a la interesada; y como medidas cautelares mantener la anotación de afectación al patrimonio histórico inscrita, inscrita en el Registro Público de la Propiedad Inmueble al tomo 561 asiento 11902 consecutivo 01 y debiendo su propietario permitir el acceso a los funcionarios del Ministerio de Cultura y Juventud, a efecto de que garanticen la adecuada conservación del inmueble cuido.

3°—Que en cumplimiento de lo establecido en la Sentencia No 2130-2009 de cita y con fundamento en los artículos 7 de la Ley N° 7555, Ley de Patrimonio Histórico-Arquitectónico, y 21 a 36 de su Reglamento, se retomó el procedimiento de declaratoria e incorporación al Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica, bajo la categoría de Edificación, del inmueble conocido como la "Casa de Don Jenaro Leiton", ubicado en el distrito primero, del cantón primero de la provincia de Heredia, matrícula de folio real 005044, propiedad de Adilia Vargas Montero, cédula de identidad N° 4-0102-0635, y mediante resolución del Órgano Director de las ocho horas y treinta minutos del día veintiséis de octubre del dos mil nueve, se convocó a la señora Adilia Vargas Montero y al representante de la Municipalidad del cantón primero de la provincia de Heredia, a la comparencia oral y privada que se llevara a cabo el día 23 de noviembre del 2009 a las 9:00 a. m., en la sede del órgano director, ubicada en la Asesoría Jurídica del Ministerio de Cultura y Juventud. Además, se le previno señalar medio y lugar para notificaciones (folio 805).

4°—Que dicha resolución fue notificada el día 29 de octubre del 2009, en la casa de habitación de la señora Adilia Vargas Montero.

5°—Que mediante escrito recibido el día 4 de noviembre del 2009, en la Asesoría Jurídica del Ministerio de Cultura y Juventud, la señora Adilia Vargas Montero presenta recurso de revocatoria con apelación en subsidio y nulidad concomitante contra la resolución de las 8:30 horas del 26 de octubre del 2009, sin señalar medio o lugar para notificaciones.

6°—Que mediante resolución de las ocho horas diez minutos del día nueve de noviembre del dos mil nueve, dictada por el órgano director, se inadmiten por extemporáneas los recursos interpuestos y se desestima por improcedente la nulidad alegada. Esta decisión fue notificada en la casa de habitación de la señora Adilia Vargas Montero el día 12 de noviembre del 2009.

7°—Que a dicha comparencia se presentó únicamente el representante de la Municipalidad de Heredia manifestando su anuencia a la declaratoria, no asistiendo a la misma la señora Adilia Vargas Montero, dueña del inmueble.

8°—Que mediante auto de las diez horas quince minutos del día 23 de noviembre del 2009, se le concedió, a la propietaria, plazo para emitir conclusiones del procedimiento. Este auto se le notificó a la señora Adilia Vargas Montero en su casa de habitación el día 24 de noviembre del 2009.

9°—Que mediante oficio de fecha 30 de noviembre del 2009, se solicitó la opinión de la Comisión Nacional de Patrimonio Histórico-Arquitectónico, sobre la incorporación del citado inmueble al Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica.

N° 27493-C

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA Y LA MINISTRA DE CULTURA, JUVENTUD Y DEPORTES,

Con fundamento en el artículo 25.1 de la Ley General de la Administración Pública y la ley 7555 del 4 de octubre de 1995, publicada en "La Gaceta" N° 199 del 20 de octubre del mismo año y,

Considerando:

1°—Que la Iglesia del Carmen de San Miguel de Santo Domingo de Heredia, fue construida en el último cuarto del siglo XIX.

2°—Que es una de las últimas iglesias existentes elaboradas a partir de la técnica del adobe.

3°—Que evidencia la integración de las pequeñas comunidades rurales del siglo XIX, en torno a la satisfacción de sus necesidades religiosas, cuyo legado reciben las actuales generaciones.

4°—Que es deber del Estado salvaguardar el Patrimonio Cultural del país. Por tanto,

DECRETAN:

Artículo 1°—Declarar e incorporar al Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica, el inmueble conocido como la Iglesia del Carmen de San Miguel de Santo Domingo de Heredia, inscrita en el Registro Nacional, Sección Propiedad, Partido de Heredia, Matrícula de Folio Real N° 135340-000, ubicado en el distrito de San Miguel, del Cantón de Santo Domingo de la Provincia de Heredia, propiedad de las Temporalidades de la Arquidiócesis de San José, cédula jurídica N° 3-100-045148.

Artículo 2°—Esta declaratoria prohíbe la demolición del inmueble e igualmente su remodelación parcial o total, sin la autorización previa del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes.

Artículo 3°—Rige a partir de su publicación.

Dado en la Presidencia de la República.—San José, a los cinco días del mes de noviembre de mil novecientos noventa y ocho.

MIGUEL ANGEL RODRIGUEZ ECHEVERRIA.—La Ministra de Cultura, Juventud y Deportes, Astrid Fischel Volio.—1 vez.—(Solicitud N° 14832).—C-2550.—(78526).

CENTRO DE INVESTIGACION Y CONSERVACION DEL PATRIMONIO CULTURAL

M. C. J. D.

CENTRO DE INVESTIGACION Y CONSERVACION DEL PATRIMONIO CULTURAL M. C. J. D.

N° 36044-C

LA PRESIDENTA DE LA REPUBLICA Y EL MINISTRO DE CULTURA Y JUVENTUD

Con fundamento en los artículos 140 inciso 20) y 146 de la Constitución Política, artículo 25.1 y 28.2 b) de la Ley General de la Administración Pública, la Ley N° 7555 del 4 de octubre de 1995, publicada en La Gaceta N° 199 del 20 de octubre del mismo año el Decreto Ejecutivo N° 32348-C del 22 de enero del 2005, publicado en La Gaceta N° 47 de 08 de mayo del 2005, y Reglamento a la Ley N° 7555, Ley de Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica, y

Considerando,

1°—Que mediante Decreto Ejecutivo N° 32348, de 22 de enero del 2005, publicada en La Gaceta N° 47 del 08 de marzo del 2005, se declara e incorpora al Patrimonio Histórico-Arquitectónico de Costa Rica, el inmueble conocido como "Casa de don Jenaro Leiton", inscrito en el Registro Nacional, Sección Propiedad, Partido de Heredia, Matrícula de Folio Real N° 005044, ubicado en el distrito primero, del cantón primero de la provincia de Heredia, propiedad de Adilia María Vargas Montero, cédula de identidad N° 4-0102-0635.

N° 28392-C

LA SEGUNDA VICEPRESIDENTA
EJERCICIO DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA Y
EL MINISTRO DE CULTURA, JUVENTUD Y DEPORTES

Con fundamento en el artículo 140, incisos 3) y 18) de la Constitución, artículo 25 inciso 1) de la Ley General de la Administración Pública y en la Ley N° 7555 del 4 de octubre de 1995, publicada en La Gaceta N° 199 del 20 de octubre del mismo año, y

Considerando:

1°—Que hay constancia que el inmueble esquinero, ubicado en Calle 2, Avenida 1, del Cantón Central de Heredia, inscrito en el Registro Nacional, Sección de Propiedad, Partido de Heredia, Folio Real Número 8795-000, fue construido hace ya más de un siglo y que aún evidencia en su estructura, gruesas paredes de adobe propias de las técnicas, métodos y materiales de construcción utilizados desde la Colonia y que hoy día no se utilizan, por lo que se considera como un importante representante de la arquitectura colonial, de la ciudad de Heredia.

2°—Que el inmueble es parte de un conjunto urbano de interés histórico, por contener edificaciones de tipologías y sistemas constructivos de anteriores periodos de la evolución de la ciudad.

3°—Que el inmueble aún conserva el cuarto de manzana característico de la distribución espacial, determinada por la política española para la formación de ciudades.

4°—Que es deber del Estado salvaguardar el patrimonio histórico-arquitectónico del país. Por tanto,

DECRETAN:

Artículo 1°—Declarar e incorporar al patrimonio histórico-arquitectónico de Costa Rica, el inmueble inscrito en el Registro Nacional, Sección de Propiedad, Partido de Heredia, Folio Real Número 8795-000, ubicado en la Provincia de Heredia, Cantón Central, Distrito Central, Calle 2, Avenida 1, propiedad de la Municipalidad de Heredia, cédula jurídica número 3-014-042092.

Artículo 2°—Esta declaratoria prohíbe la demolición del inmueble, e igualmente su remodelación parcial o total, sin autorización previa del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural.

Artículo 3°—Rige a partir de la publicación.

Dado en la Presidencia de la República, San José, a los quince días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y nueve.

ELIZABETH ODIO BENITO.—El Ministro de Cultura, Juventud y Deportes, Enrique Granados Moreno.—1 vez.—(Sol: N° 28645).—C. 3950.—(3107).

CENTRO DE INVESTIGACION Y CONSERVACION
DEL PATRIMONIO CULTURAL
M. C. J. D.



15 AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la oportunidad de ampliar mis conocimientos en una especialidad que me ha interesado desde que empecé a estudiar arquitectura hace casi catorce años.

Mi sincero agradecimiento a mis tutores Fernando Vegas y Camilla Mileto, por el interés que mostraron desde el principio en mi tema de investigación, porque a pesar de estar inmersos en múltiples ocupaciones, siempre se mostraron anuentes a colaborar, por sus recomendaciones, su respaldo y su tiempo.

A mi familia en Costa Rica, porque a pesar de la distancia que nos ha separado físicamente, siempre están ahí para lo que se necesite, por toda la información que me han hecho llegar por todos los medios posibles, por el tiempo que han dedicado a ayudarme con las fotografías, los escaneos, los libros y hasta las entrevistas, pero sobretodo por su disposición, su entrega y su cariño de siempre.

A Ivan, por todo el tiempo que este trabajo y que este Máster le han robado y que a pesar de todo siempre ha compensado con su cariño, su apoyo y su ayuda incondicional, no me cabe la menor duda de que sin él no me habría sido posible llegar al final.

Por último agradezco a la familia Navarro Monferrer, por su comprensión y respaldo y a todas aquellas personas que directa o indirectamente me han brindado su ayuda para la realización de este Máster.



16 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

AA. VV. (Ed.). (2010). *Costa Rica: Guía de Arquitectura y Paisaje*. San José-Sevilla: Instituto Andaluz de las Artes y las Letras.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (Ed.). (2004). *Manual Para la Rehabilitación de Viviendas Construidas con Adobe y Tapia Pisada*. Bogotá: Red de Solidaridad Social.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (Ed.). (2004). *Manual de Evaluación, Rehabilitación y Refuerzo de Viviendas de Bahareque Tradicionales Construidas con Anterioridad a la Vigencia del Decreto 052 de 2002*. Bogotá: Red de Solidaridad Social.

Abarca Hernández, O. (2011). *Poder, colonización y arquitectura: Región del Pacífico costarricense 1780-2010*. San José: Editorial Alquiminia.

Apuy Stier, A. (1982). *Casa de Adobes*. San José: Editorial Alfaro.

Blondet, M., Iwaki, C. y Vargas, J. (2013). *La Intervención del Patrimonio Edificado en Tierra en Áreas Sísmicas y las Cartas de Conservación*. Lisboa: Universidad de Coimbra y Porto.

Blondet, M., Brzev, S. y Villa, G. (2003). *Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos: Tutor*. California: Earthquake Engineering Research Institute.

Blondet, M., Torrealva, D. y Vargas, J. (2007). *Construcción de casas saludables y sismoresistentes: Adobe reforzado con geomallas*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Brenes Ramírez, L. (1990). *Construcciones de adobe y madera en Costa Rica*. Heredia: Universidad Nacional.

Carranzas Aedo, W., Rivero Olmos, A. (2002). *Bahareque: Guía de construcción parasísmica*. Villefontaine Cedex: Ediciones CRATerre.

Cátedra. (Ed.). (2012). *Diccionario Visual de Términos Arquitectónicos* (2ª ed). Madrid: Grupo Anaya.

Chavez, S. (1993). *El bahareque: una técnica de solución precolombina. Programa de rescate y revitalización del patrimonio cultural*. San José: Universidad de Costa Rica.

Cancino, C. (2009). *Damage Assessment of Historic Earthen Buildings After the August 15, 2007 Pisco, Perú*. Los Ángeles: Getty Conservation Institute.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (Ed.). (2010). *Código Sísmico de Costa Rica 2010*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Corporación de Desarrollo Tecnológico. (Ed.). (2012). *Evaluación de Daños y Soluciones Para Construcciones en Tierra Cruda. Manual de Terreno*. Santiago de Chile: Ediciones Raizfutura.

Dowling, D., Farneth, S. y Leroy, E. (2011). *The Application of Stability – Based Seismic Retrofit Techniques to Historic Adobes and Housing in Developing Countries*. California: Terra 2008.

Esquivel, L., Hidalgo, M. y Vallejos, S. (2012). *Histórico de Desastres en Costa Rica (Febrero 1723-Setiembre 2012)*. San José: Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.

Feilden, B. (1991). *Entre Dos Terremotos. Los Bienes Culturales en Zonas Sísmicas*. Lima: Getty Conservation Institute.

Fernández, L. (1975). *Historia de Costa Rica Durante la Dominación Española*. San José: Editorial Costa Rica.

Fonseca, E. y Garnier, E. (1998). *Historia de la Arquitectura en Costa Rica*. San José: Fundación Museos del Banco Central de Costa Rica.

Getty Conservation Institute. (Ed.). (2006). *Proceedings of the Getty Seismic Adobe Project 2006 Colloquium*. Los Ángeles: Getty Center.

Ginell, W., Kimbro, E. y Leroy, E. (2006). *Guías de Planeamiento e Ingeniería Para la Estabilización Sísmorresistente de Estructuras Históricas de Adobe*. Los Ángeles: Getty Conservation Institute.

- Gómez Alzate, A. (1994). *Expresión visual en las ciudades de bahareque*. Manizales: Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico.
- Gutiérrez Rojas, M. (2007). *La casa de adobes costarricense*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Milleto, C. y Vegas, F. (2011). *Aprendiendo a Restaurar. Un Manual de Restauración de la Arquitectura Tradicional de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana.
- Milleto, C. y Vegas, F. (2008). *Terra Incognita Preserving European Earthen Architecture*. Portugal: Argumentum. Culture Lab.
- Milleto, C. y Vegas, F. (2007). *Renovar Conservando: Manual Para la Restauración de la Arquitectura Rural Del Rincón de Ademuz*. Valencia: Mancomunidad de Municipios Rincón de Ademuz.
- Moas Madrigal, M. (1996). *La vivienda del costarricense hasta mediados del siglo XX*. San José: Instituto Nacional de Aprendizaje.
- Minke, G. (2005). *Manual de construcción de viviendas antisísmicas de tierra*. Kassel: Forschungslabor für Experimentelles Bauen.
- Strouhal, E. (1994). *La Vida en el Antiguo Egipto*. Barcelona: Ediciones Folio.
- Tarque Ruiz, S. (2008). *Seismic Risk Assessment of Adobe Dwellings*. Pavia: Istituto Universitario di Studi Superiori.
- Vargas Arias, C. (2007). *El Patrimonio Histórico Arquitectónico en Costa Rica y su Tutela Jurídica*. San José: Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural.
- Viñuales, G. (2002). *Arquitectura de tierra en Iberoamérica. Programa de Ciencia y Tecnología Para el Desarrollo*. San José: Habiterra.
- Webster, F. (1999). *Seismic design of adobe structures in Costa Rica*. San José: Earth building.
- Woodbridge París, R. (2003). *Historia de la Arquitectura en Costa Rica*. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Publicaciones Oficiales

Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). *Guía Práctica Para Talleres de Capacitación de Restauración en Adobe. Plan de Recuperación de Patrimonio de Arquitectura Tradicional en Tierra*. Arica: Fundación Altiplano.

Perú. Ministerio de Vivienda y Construcción. (2010). *Edificaciones Antisísmicas de Adobe. Manual de Construcción*. Lima: Dirección Nacional de Construcción.

Artículos de Revista

Argüello, G. (1998). El Adobe y su Resistencia. *Patrimonio* 3, 3(3), 12-17.

Céspedes, M. (2006). Ventaja Ambiental del Adobe. *Ambientico*, 155(8), 16-17.

Esquivel Morales, M. (2011). Puesta en Valor de la Arquitectura de Tierra. Experiencias desde la Comunidad de Santo Domingo de Heredia. *Revista Herencia*, 24(1 y 2), 15-27.

González Vázquez, F. (1997). Memorias de Barro: Las Casas de Adobe. *Revista Fronteras*, 4, 16-18.

Meza Ocampo, T. (1999). *Origen y Características Geológicas de Costa Rica*. Revista Geografía de Costa Rica, 1(1), 10-16.

Morales, L. (1984). Historia de la Sismología en Costa Rica. *Revista Filosofía UCR*, 23(59), 10-15.

Ortega Andrade, F. (1993). La construcción Etrusca. *Revista de Edificación*, 15(9), 55-62.

Pávez, A. (2012). Restaurando en Adobe con Geomalla: Levantando Tradición. *Revista BIT*, 82(1), 36-39.

Quiroga Cuéllar, S. (2012). Condenan a científicos italianos por no predecir sismo de L'Aquila en 2009. *Revista ERNtérate*, 1(10), 1-2.

Red Sismológica Nacional (RSN). (2009). El Terremoto de Cinchona del Jueves 8 de Enero de 2009. *Revista Geológica de América Central*, 40, 91-95.

Vargas Neumann, J. (2012) Principios para la conservación de estructuras históricas de tierra en áreas sísmicas. *Revista América Patrimonio*, 2, 93-105.

Tesis

Alvarado Grugiel, S. (2011). *Arquitectura con bahareque: Centro de visitantes y Museo de Cultura Popular de la Universidad Nacional*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica. San José.

Barbeta, G. (2002). *Mejora de la Tierra Estabilizada en el Desarrollo de Una Arquitectura Sostenible Hacia el Siglo XXI*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.

Blanco Urbina, J. (1987). *La vivienda de bahareque moderno*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica. San José.

Bolaños, M. (2000). *Estudio y Análisis del Bahareque Como Material de Construcción y su Posible Reutilización*. Tesis de Licenciatura, Universidad Central. San José.

González Piedra, F. (2010). *Las estrategias de participación ciudadana en los proyectos del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de Cultura y Juventud*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional, Heredia.

Piedra León, E. (2004). *La habitación de tierra: experimentación y aplicación de técnicas de construcción con tierra dentro de un lenguaje plástico*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica. San José.

Viquez Quesada, A. (2011). *Diseño de la envolvente y sus implicaciones en el confort higrotérmico*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica. San José.

Referencias Web

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (nd). Biblioteca Digital Mundial. *Antigüedades de Samarcanda. Mausoleo del Jeque Burk Haneddin Kilich. Bukhabad*. Obtenida el 10 de Julio de 2013, en <http://www.wdl.org/>.

Cal-Earth. The California Institute of Earth Art and Architecture (2012). *Cal-Earth. The California Institute of Earth Art and Architecture*. Obtenida el 30 de junio de 2013, en <http://calearth.org/>.

Centro de Extensión Duoc UC, Valparaíso (2013). *Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción en Tierra (SIACOT)*. 13 SIACOT Valparaíso- Chile. Material Universal, Realidades locales. Del 28 al 30 de agosto 2013.

Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (2010). Centro de Conservación del Patrimonio Cultural. Obtenida el 30 de marzo de 2013, en <http://www.patrimonio.go.cr/index.html/>.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (2010). *Código sísmico 2010*. Obtenida el 30 de abril de 2013, en <http://www.codigosismico.or.cr/>.

Costa Rica. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2009). *Ministerio de Obras Públicas y Transportes*. Obtenida el 30 de junio de 2013, en <http://www.mopt.go.cr/>.

CRATerre. (nd). *Construire en terre - Architectures à vivre n°28*. Obtenida el 05 de Mayo de 2013, en <http://craterre.org/diffusion:articles/>.

CRATerre (2010). *CRATerre: cultures, constructives et development durable*. Obtenida el 30 de junio de 2013, en <http://www.craterre.org/>.

Fundación Altiplano MSV: Patrimonio y Desarrollo Sostenible (2010). *Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés*. Obtenida el 30 de junio de 2013, en <http://fundacionaltiplano.cl/>.

Fundación Altiplano MSV. (2002). *Manual de restauración y conservación de construcciones patrimoniales de tierra*. Obtenida el 30 de junio de 2013, en <http://fundacionaltiplano.cl/archivo/publicaciones/>.

García-Huidobro Severin, G. y Pereira Gigogne, H. (2012). *Arquitectura en Tierra*. Obtenida el 10 de Mayo de 2013, en <http://www.siacotchile2013.cl/arquitectura-en-tierra/>.

Getty Trust, J. (nd). *The Getty Conservation Institute*. Obtenida 05 de Mayo de 2013, en <http://www.getty.edu/conservation/>

Getty Trust, J. (nd). *Publications & Resources*. Obtenida el 05 de Mayo de 2013, en http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/

Grupo Nación. (2010). *Al Día. A 100 años del terremoto de Cartago*. Obtenida el 1 de Mayo de 2013, en http://www.aldia.cr/ad_ee/2010/mayo/02/nacionales2354879.html/.

Grupo Nación (2009). *El Financiero*. Obtenida el 27 de abril de 2013, en <http://www.elfinancierocr.com/>.

Grupo Tierra. (2013). *Construcción con tierra: Pasado, Presente y Futuro*. Obtenida el 06 de Junio de 2013, en <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html/>.

Lectorias.com. (2009). *Casas de Adobe en Santo Domingo de Heredia, Costa Rica; Tibás Norte*. Obtenida el 30 de junio de 2013, en <http://lectorias.com/ericdiaz-adobes.html/>.

Museo Nacional de Costa Rica. (2011). *Museo Nacional de Costa Rica: Biblioteca "Héctor Gamboa Paniagua"*. Obtenida el 10 de Diciembre de 2012, en <http://biblioteca.museocostarica.go.cr/>.

National Geographic Society. (1996-2013). *National Geographic*. Obtenida el 15 de marzo de 2013, en <http://www.nationalgeographic.com/>.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (nd). *Biblioteca Digital Mundial*. Obtenida el 15 de marzo de 2013, en <http://www.wdl.org/es/>.

Tectónicablog (2009). *Tectónicablog*. Obtenida el 30 de junio de 2013, en <http://www.tectonicablog.com/>.

Unesco: World Heritage Centre. (2010). *Chan Chan Archaeological Zone*. Obtenida el 27 de febrero de 2013, en <http://www.whc.unesco.org/>.

Universidad Nacional de Costa Rica. (2011). *Museo de Cultura Popular UNA*. Obtenida el 27 de febrero de 2013, en <http://www.museo.una.ac.cr/>.

Wikimapia (2013). *Mapa Gran Área Metropolitana GAM*. Obtenida el 30 de junio de 2013, en <http://wikimapia.org/#lang=en&lat=10.002400&lon=-84.116500&z=12&m=b/>.

Wordpress (2011). *Hábitat y Desarrollo. Instrucciones Para Elaborar Adobes y Repellos*. Obtenida el 25 de julio de 2013, en <http://habitatydesarrollo.wordpress.com/category/grupos-de-trabajo-2011-12/bioconstruccion/>.

Listado de Imágenes

Figura 1: Biblioteca Digital Mundial. (2013). Mausoleo del jeque Burkhaneddin Kilich, Samarcanda. Uzbekistán. Disponible en <http://www.wdl.org/>. Consultado el 10 de Julio de 2013.

Figura 2: Lourdes Santos. (2010). Mezquita de Djenné, Malí. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 10 de Julio de 2013.

Figura 3: Randy Olson (2012). Ciudadela Mohenjo Daro. Disponible en <http://www.nationalgeographic.com/>. Consultado el 1 de Julio de 2013.

Figura 4: Randy Olson (2012). Ciudadela de Kashan. Irán. Disponible en <http://www.nationalgeographic.com/>. Consultado el 2 de Julio de 2013.

Figura 5: Santiago Urquijo. (2005). Ciudadela de Shibam, Yemen. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 2 de Julio de 2013.

Figura 6: Sergio Rademacher. (2011). Detalle Gran Muralla China. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 10 de Julio de 2013.

Figura 7: George Hatcher. (2010). Basamento Teotihuacán, México. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 1 de Julio de 2013.

Figura 8: Strouhal, E. (1994). Piedra caliza policromada.

Figura 9: Ortega Andrade, F. (1993). Casa etrusca hacia el siglo II.

Figura 10: Steven Whitebread. (2012). Cuarenta Casas, México. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 1 de Julio de 2013.

Figura 11: Scott Newman. (2013). Ciudad de Chan Chan, Perú. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 1 de Julio de 2013.

Figura 12: Scott Newman. (2013). Ciudad de Chan Chan, Perú. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 1 de Julio de 2013.

Figura 13: Olman Hernández Vargas (2010). Maqueta Monumento Nacional Guayabo, Turrialba. Disponible en Archivo Personal.

Figura 14: Olman Hernández Salazar (2012). Conjunto Monumento Nacional Guayabo, Turrialba. Disponible en Archivo Personal.

Figura 15: Pedro Szekely. (2012). Vista calles Antigua, Guatemala. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 15 de Julio de 2013.

Figura 16: Pedro Szekely. (2012). Vista calles Antigua, Guatemala. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 15 de Julio de 2013.

Figura 17: Pedro Szekely. (2009). Vista calles Granada, Nicaragua. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 15 de Julio de 2013.

Figura 18: Roberto Segura. (2011). Templo de Quircot, Cartago. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 29 de Junio de 2013.

Figura 19: Olman Hernández Vargas (2010). Templo de Orosi, Cartago. Disponible en Archivo Personal.

Figura 20: Olman Hernández Vargas (2013). Iglesia El Llano, Alajuela. Disponible en Archivo Personal.

Figura 21: Laboratorio de Procesado de Imagen. (2007). Mapa de placas tectónicas. Disponible en <http://www.lpi.tel.uva.es/>. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 22: Laboratorio de Procesado de Imagen. (2007). Mapa Zonas de Mayor Riesgo Sísmico. Disponible en <http://www.lpi.tel.uva.es/>. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 23: Laboratorio de Ingeniería Sísmica. (2004). Mapa de Zonas Sísmicas, Costa Rica. Disponible en <http://www.lis.ucr.ac.cr/>. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 24: Frank Leslie's Illustrierte Zeitung. (1889). Ilustración ciudad San José. Disponible en <http://archive.org/details/>. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 25: Frank Leslie's Illustrierte Zeitung. (1889). Ilustración ciudad San José. Disponible en <http://archive.org/details/>. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 26: Franco Fernández. (1910). Construcciones destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica. Disponible en http://www.aldia.cr/ad_ee/2010/mayo/02/. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 27: Franco Fernández. (1910). Vista de construcciones de adobe destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica. Disponible en http://www.aldia.cr/ad_ee/2010/mayo/02/. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 28: La Nación. (1950). Extracto de diario La Nación con el reporte de daños por el terremoto de 1950, Costa Rica. Disponible en http://www.aldia.cr/ad_ee/2012/septiembre/06/. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 29: La Nación. (1991). Daños en vías de tráfico después del terremoto de 1991, Limón, Costa Rica. Disponible en http://www.nacion.com/ln_ee/ESPECIALES/visual/2000/agosto/31/. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 30: La Nación. (1991). Daños en vías férreas después del terremoto de 1991, Limón, Costa Rica. Disponible en http://www.nacion.com/ln_ee/ESPECIALES/visual/2000/agosto/31/. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 31: Leticia Vindas. (2009). Deslizamientos ocasionados por el terremoto de 2009, Heredia, Costa Rica. Disponible en http://www.elfinancierocr.com/ef_archivo/2009/marzo/15/. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 32: Leticia Vindas. (2009). Deslizamientos ocasionados por el terremoto de 2009, Heredia, Costa Rica. Disponible en http://www.elfinancierocr.com/ef_archivo/2009/marzo/15/. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 33: Eyleen Vargas. (2012). Daños en iglesia colonial de Nicoya, después de terremoto de 2012, Costa Rica. Disponible en http://www.nacion.com/archivo/Sismologos-UCR-refutan-Ovsicori-terremoto_0_1292870725.html/. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 34: Eyleen Vargas. (2012). Daños en iglesia colonial de Nicoya, después de terremoto de 2012, Costa Rica. Disponible en http://www.nacion.com/archivo/Sismologos-UCR-refutan-Ovsicori-terremoto_0_1292870725.html/. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 35: Anónimo. (nd). Extracto del Decreto Presidencial, 1910. Disponible en [http:// www.codigosismico.or.cr/](http://www.codigosismico.or.cr/). Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 36: Anónimo. (1974). Mapa de zonificación. Código Sísmico de Costa Rica CSCR-74. Disponible en <http://www.codigosismico.or.cr/>. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 37: Anónimo. (1986). Mapa de zonificación. Código Sísmico de Costa Rica CSCR-86. Disponible en <http://www.codigosismico.or.cr/>. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 38: Anónimo. (2002). Mapa de zonificación. Código Sísmico de Costa Rica CSCR-2002. Disponible en <http://www.codigosismico.or.cr/>. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 39: Anónimo. (2010). Mapa de zonificación. Código Sísmico de Costa Rica CSCR-2010. Disponible en <http://www.codigosismico.or.cr/>. Consultado el 25 de Abril de 2013.

Figura 40: Manuel Gómez. (1908). Iglesia de la Inmaculada Concepción, Heredia, Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 25 de Junio de 2013.

Figura 41: Anónimo. (nd). Distribución del complejo religioso de la Iglesia de Orosi, Cartago. Costa Rica. Disponible en <http://www.nacion.com/>. Consultado el 25 de Junio de 2013

Figura 42: Manuel Moas. (1996). Esquema urbano típico, Cartago. Costa Rica.

Figura 43: Manuel Gutiérrez. (2007). Esquema casa urbana típica.

Figura 44: Manuel Gutiérrez. (2007). Cocina típica de casa de adobe.

Figura 45: Manuel Gutiérrez. (2007). Esquema casa rural típica.

Figura 46: Fernando González. (2011). Acceso casa rural típica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 29 de Junio de 2013.

Figura 47: Instituto Costarricense de Turismo. (2009). Mapa geográfico de Costa Rica donde destacan las regiones donde se construyó con adobe. Disponible en <http://www.ict.go.cr/>. Consultado el 10 de Mayo de 2013.

Figura 48: Paula García. (2011). Proceso de realización de la mezcla de tierra y agregados. Disponible en <http://habitatydesarrollo.wordpress.com/category/grupos-de-trabajo-2011-12/bioconstruccion/>. Consultado el 10 de Mayo de 2013.

Figura 49: Anónimo. (nd). Bloque recién desmoldado. Disponible en <http://www.siacotchile2013.cl/>. Consultado el 10 de Mayo de 2013.

Figura 50: Manuel Moas. (1996). Descripción de cimiento típico de vivienda.

Figura 51: Fernando González. (2011). Detalle de cimiento en vivienda. Escazú, San José. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 10 de Mayo de 2013.

Figura 52: Fernando González. (2011). Detalle de cimiento en vivienda. Escazú, San José. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 10 de Mayo de 2013.

Figura 53: Diccionario Visual de Términos Arquitectónicos. (2012). Aparejo a tizón y a sogá.

Figura 54: Diccionario Visual de Términos Arquitectónicos. (2012). Aparejo a sogá.

Figura 55: Diccionario Visual de Términos Arquitectónicos. (2012). Aparejo a tizón.

Figura 56: Ileana Hernández Salazar (2013). Esquema de la composición de la cubierta. Disponible en Archivo Personal.

Figura 57: Silvia Aguilar. (2012). Detalle de cubierta de teja, Casona Santa Rosa, Guanacaste. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 10 de Mayo de 2013.

Figura 58: Anónimo. (nd). Casona en Guanacaste, principios del siglo XX. Ejemplo de casa rural. Disponible en Museo Juan Santamaría, Alajuela. Costa Rica. Consultado el 25 de Mayo de 2013.

Figura 59: Anónimo. (nd). Ejemplo de casa urbana, San Joaquín de Flores, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.tribuglobal.com/>. Consultado el 25 de Mayo de 2013.

Figura 60: Juan Sibaja. (2009). Vivienda de adobe, Desamparados, Alajuela. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 25 de Mayo de 2013.

Figura 61: Fernando González. (2011). Casona de adobe, Escazú, San José. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 10 de Mayo de 2013.

Figura 62: Ileana Hernández Salazar (2006). Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 63: Ileana Hernández Salazar (2006). Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 64: Ileana Hernández Salazar (2006). Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 65: Manuel Moas. (1996). Vivienda de bahareque. Santa Bárbara, Heredia. Costa Rica.

Figura 66: Wilfredo Carranzas y Alba Rivero (2002). Esquema estructura primaria.

Figura 67: Wilfredo Carranzas y Alba Rivero (2002). Esquema estructura secundaria.

Figura 68: Wilfredo Carranzas y Alba Rivero (2002). Esquema colocación de refuerzos diagonales.

Figura 69: Ileana Hernández Salazar (2006). Sección constructiva vivienda de bahareque Santa Bárbara, Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 70: Ileana Hernández Salazar (2006). Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 71: Ileana Hernández Salazar (2006). Detalle muro de bahareque. Disponible en Archivo Personal.

Figura 72: Ileana Hernández Salazar (2006). Detalle muro de bahareque. Disponible en Archivo Personal.

Figura 73: Ileana Hernández Salazar (2006). Muro de bahareque vivienda. Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 74: Ileana Hernández Salazar (2006). Muro de bahareque vivienda. Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 75: Ileana Hernández Salazar (2006). Museo de Cultura Popular, Barva, Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 76: Wilfredo Carranzas y Alba Rivero (2002). Efecto de las fuerzas horizontales en la edificación.

Figura 77: Wilfredo Carranzas y Alba Rivero (2002). Efecto de las fuerzas verticales en la edificación.

Figura 78: Wilfredo Carranzas y Alba Rivero (2002). Efecto de las fuerzas de torsión en la edificación.

Figura 79: Wilfredo Carranzas y Alba Rivero (2002). Efecto de las fuerzas de sismo.

Figura 80: Manuel Meléndez. (2009). Vivienda de adobe, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 27 de julio de 2013.

Figura 81: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). Grieta en esquina.

Figura 82: Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Grieta en esquina.

Figura 83: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). Grietas por desgarre.

Figura 84: Getty Conservation Institute. (2006). Grietas por desgarre.

Figura 85: Getty Conservation Institute. (2006). Grietas por desgarre.

Figura 86: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). Grietas por cortante.

Figura 87: Getty Conservation Institute. (2006). Grietas por cortante.

Figura 88: Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Grietas por cortante.

Figura 89: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). Grietas en buques.

Figura 90: Getty Conservation Institute. (2006). Grietas en buques.

Figura 91: Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Grietas en buques.

Figura 92: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). Grietas intersección de muros.

Figura 93: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). Grietas intersección de muros.

Figura 94: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). Grietas por flexión.

Figura 95: Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Grietas por flexión.

Figura 96: Manuel Meléndez. (2009). Cuarteamiento en pared de bahareque, Zapote, San José. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 27 de julio de 2013.

Figura 97: Olman Hernández Vargas (2013). Cuarteamiento en pared de bahareque, El Llano, Alajuela. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 98: Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Cuarteamiento de revestimiento.

Figura 99: Manuel Meléndez. (2009). Desprendimiento de revoco en pared de bahareque, Zapote, San José. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 27 de julio de 2013.

Figura 100: Manuel Meléndez. (2011). Desprendimiento de revoco en pared de adobe, Barva, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 27 de julio de 2013.

Figura 101: Manuel Meléndez. (2011). Desprendimiento de revoco en pared bahareque, Heredia, Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 27 de julio de 2013.

Figura 102: Getty Conservation Institute. (2006). Desplome parcial del muro.

Figura 103: Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Desplome parcial del muro.

Figura 104: Manuel Meléndez. (2012). Reparaciones con mortero de cemento en vivienda de bahareque, Zapote, San José, Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013.

Figura 105: Manuel Meléndez. (2012). Vivienda de adobe revestida con mortero de cemento, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013.

Figura 106: Franco Fernández. (1910). Vista de construcciones de adobe destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica. Disponible en http://www.aldia.cr/ad_ee/2010/mayo/02/. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 107: Franco Fernández. (1910). Vista de construcciones de adobe destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica. Disponible en http://www.aldia.cr/ad_ee/2010/mayo/02/. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 108: Franco Fernández. (1910). Vista de construcciones de adobe destruidas por el terremoto de 1910, Costa Rica. Disponible en http://www.aldia.cr/ad_ee/2010/mayo/02/. Consultado el 1 de Mayo de 2013.

Figura 109: Caterina Elizondo. (2010). Casona de adobe demolida en 2010, San Joaquín de Flores, Heredia, Costa Rica. Disponible en <http://www.nacion.com/2010-05-18/AldeaGlobal/FotoVideoDestacado/AldeaGlobal2375026.aspx/>. Consultado el 30 de julio de 2013.

Figura 110: Manuel Meléndez. (2011). Casona de adobe revocada con mortero de cemento, Liberia, Guanacaste, Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 27 de julio de 2013.

Figura 111: Erick Díaz. (2010). Casona de adobe revocada con mortero de cemento, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. Disponible en <http://www.lectorias.com/ericdiaz-adobes.html/>. Consultado el 27 de julio de 2013.

Figura 112: Manuel Meléndez. (2012). Casona de adobe revocada con mortero de cemento, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013.

Figura 113: Oyarzo Vera y Griffith (2009). Daños en edificaciones con diafragma rígido y acero liso. L'Aquila, Italia, 2009. Disponible en <http://www.ern.com.mx/Boletines/NotadeInteres/121025-O.pdf/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 114: Ileana Hernández Salazar (2006). Casa de bahareque, San Pablo, Heredia, Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 115: Anónimo. (nd). Construcción de bahareque con bambú, México. Disponible en <http://www.tectonicablog.com/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 116: Instituto Geográfico Nacional. (nd). Ubicación de los proyectos de restauración a analizar. Costa Rica. Disponible en <http://www.tectonicablog.com/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 117: Anónimo. (nd). Casona Fausto Calderón, La Unión, Cartago. Costa Rica. Disponible en <http://www.videos.historia.fcs.ucr.ac.cr/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 118: Rosa Malavassi. (2012). Presencia de muros de ladrillo, Casona Fausto Calderón. Disponible en Archivo Personal.

Figura 119: Rosa Malavassi. (2012). Grietas puntuales por apoyo de cubierta, Casona Fausto Calderón. Disponible en Archivo Personal.

Figura 120: Rosa Malavassi. (2012). Colocación de zuncho de madera, Casona Fausto Calderón. Disponible en Archivo Personal.

Figura 121: Rosa Malavassi. (2012). Ejecución de la nueva cubierta, Casona Fausto Calderón. Disponible en Archivo Personal.

Figura 122: Rosa Malavassi. (2012). Detalle de refuerzos en esquinas, Casona Fausto Calderón. Disponible en Archivo Personal.

Figura 123: Rosa Malavassi. (2012). Detalle de elaboración de adobes, Casona Fausto Calderón. Disponible en Archivo Personal.

Figura 124: Alexandra Ramírez. (2012). Antes y durante intervención. Disponible en Archivo Personal.

Figura 125: Alexandra Ramírez. (2012). Corredor interior al final de los trabajos de restauración. Disponible en Archivo Personal.

Figura 126: Andrea González. (2012). Casona, estado actual. Disponible en <http://www.nacion.com/2012-02-28/AldeaGlobal/casona-de-200-anos-vuelve-a-verse-como-quinceanera.aspx/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 127: Anónimo. (nd). Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua, Mora, San José. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 128: Anónimo. (nd). Escuela Pedro María Badilla, San Rafael, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.wikimapia.org/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 129: Anónimo. (nd). Escuela José Martí, San Isidro, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.wikimapia.org/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 130: Anónimo. (nd). Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua, Mora, San José. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 131: Anónimo. (nd). Planos de Intervención, Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 132: Anónimo. (nd). Vistas del pasillo, Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 133: Anónimo. (nd). Casa de la Enseñanza Villa de Pacacua, antes y después de las obras. Disponible en http://www.patrimonio.go.cr/certamenes/certamen_salvemos_nuestro_patrimonio/2007/. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 134: Anónimo. (nd). Casa de la Gobernación, Liberia, Guanacaste. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 135: Anónimo. (nd). Casa de la Gobernación, Liberia, Guanacaste. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 136: Anónimo. (nd). Casa de la Gobernación, previo a la intervención. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 137: Anónimo. (nd). Detalle de balaustrada, Casa de la Gobernación. Disponible en <http://www.costaricaexplorerguide.com/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 138: Juan Sibaja. (2009). Casa de la Gobernación después de la intervención. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 139: Anónimo. (nd). Casa de la Gobernación después de la intervención. Disponible en <http://www.skyscrapercity.com/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 140: Anónimo. (nd). Casa de la Gobernación después de la intervención. Disponible en <http://www.skyscrapercity.com/>. Consultado el 02 de agosto de 2013.

Figura 141: Anónimo. (nd). Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 142: Rodolfo Gutiérrez Cerdas. (2011). Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 143: Anónimo. (nd). Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 144: Anónimo. (nd). Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 145: Anónimo. (nd). Casa familia Zúñiga Clachar, Liberia, Guanacaste. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 146: Anónimo. (nd). Casa familia Zúñiga Clachar, proceso de intervención. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 147: Anónimo. (nd). Casa familia Zúñiga Clachar, detalle de cañizo sobre corredor. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 148: Anónimo. (2011). Casa familia Zúñiga Clachar, detalle de pinturas falso techo. Disponible en <http://www.cafeliberia.com/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 149: Erick Chaves Ch. (2007). Planta, Casa familia Zúñiga Clachar. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 150: Erick Chaves Ch. (2007). Elevación, Casa familia Zúñiga Clachar. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 151: Erick Chaves Ch. (2011). Casa familia Zúñiga Clachar, estado actual. Disponible en Disponible en <http://www.cafeliberia.com/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 152: Erick Chaves Ch. (2011). Casa familia Zúñiga Clachar, estado actual. Disponible en Disponible en <http://www.cafeliberia.com/>. Consultado el 03 de agosto de 2013.

Figura 153: Anónimo. (nd). Complejo Beneficio Miramonte, San Francisco de Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/inmuebles/busqueda/Inmueble.aspx/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 154: Anónimo. (nd). Complejo Beneficio Miramonte, San Francisco de Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.soloheredia.blogspot.com/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 155: Anónimo. (nd). Complejo Beneficio Miramonte, estado actual. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 156: Rodolfo Gutiérrez Cerdas. (2012). Complejo Beneficio Miramonte, estado actual. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 157: Rodolfo Gutiérrez Cerdas. (2011). Casa “La Leitona”, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 158: Mario Ramírez Espinoza. (2011). Casa “La Leitona”, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 159: Pablo Fonseca (2010). Casa “La Leitona”, estado previo a la intervención. Disponible en <http://www.nacion.com/2010-03-16/AldeaGlobal/FotoVideoDestacado/AG16-JENARO.aspx/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 160: Pablo Fonseca (2010). Casa “La Leitona”, estado previo a la intervención. Disponible en <http://www.nacion.com/2010-03-16/AldeaGlobal/FotoVideoDestacado/AG16-JENARO.aspx/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 161: Pablo Fonseca (2010). Casa “La Leitona”, estado previo a la intervención. Disponible en <http://www.nacion.com/2010-03-16/AldeaGlobal/FotoVideoDestacado/AG16-JENARO.aspx/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 162: Ana Álvarez Rojas. (2013). Casa “La Leitona”, primer nivel, después de la intervención. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 06 de agosto de 2013.

Figura 163: Ana Álvarez Rojas. (2013). Casa “La Leitona”, primer nivel, después de la intervención. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 06 de agosto de 2013.

Figura 164: Ana Álvarez Rojas. (2013). Casa “La Leitona”, primer nivel, después de la intervención. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 06 de agosto de 2013.

Figura 165: Ana Álvarez Rojas. (2013). Casa “La Leitona”, primer nivel, después de la intervención. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 06 de agosto de 2013.

Figura 166: Olman Hernández Vargas (2013). Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 167: Anónimo. (nd). Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 168: Anónimo. (nd). Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 169: Anónimo. (nd). Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 170: Anónimo. (nd). Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 171: Anónimo. (nd). Iglesia del Carmen, durante el proceso de intervención. Disponible en <http://www.miprensacr.com/inician-trabajos-de-restauracion-de-la-iglesia-de-castilla-en-san-miguel-de-santo-domingo-de-heredia/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 172: Anónimo. (nd). Iglesia del Carmen, durante el proceso de intervención. Disponible en <http://www.miprensacr.com/inician-trabajos-de-restauracion-de-la-iglesia-de-castilla-en-san-miguel-de-santo-domingo-de-heredia/>. Consultado el 05 de agosto de 2013.

Figura 173: Olman Hernández Vargas (2013). Iglesia del Carmen, Santo Domingo, Heredia. Costa Rica. Disponible en Archivo Personal.

Figura 174: Olman Hernández Vargas (2013). Iglesia del Carmen, después de la intervención. Disponible en Archivo Personal.

Figura 175: Olman Hernández Vargas (2013). Iglesia del Carmen, después de la intervención. Disponible en Archivo Personal.

Figura 176: Olman Hernández Vargas (2013). Iglesia del Carmen, después de la intervención. Disponible en Archivo Personal.

Figura 177: Olman Hernández Vargas (2013). Iglesia del Carmen, después de la intervención. Disponible en Archivo Personal.

Figura 178: Olman Hernández Vargas (2013). Iglesia del Carmen, después de la intervención. Disponible en Archivo Personal.

Figura 179: Anónimo. (nd). Casa de Domingo González, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 07 de agosto de 2013.

Figura 180: Anónimo. (nd). Casa de Domingo González, Heredia. Costa Rica. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 07 de agosto de 2013.

Figura 181: Anónimo. (nd). Casa de Domingo González, durante la intervención. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 07 de agosto de 2013.

Figura 182: Anónimo. (nd). Casa de Domingo González, durante la intervención. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 07 de agosto de 2013.

Figura 183: Anónimo. (nd). Casa de Domingo González, finalizada la intervención. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 07 de agosto de 2013.

Figura 184: Anónimo. (nd). Casa de Domingo González, finalizada la intervención. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 07 de agosto de 2013.

Figura 185: Ministerio de Vivienda y Construcción. (2010). Ejemplo de mejora de traba.

Figura 186: Ministerio de Vivienda y Construcción. (2010). Ejemplo de mejora de traba.

Figura 187: Ministerio de Vivienda y Construcción. (2010). Ejemplo de mejora de traba.

Figura 188: Anónimo. (nd). Desprendimiento de hoja exterior en muro de adobe. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 189: Anónimo. (nd). Desprendimiento de hoja exterior en muro de adobe. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 190: Ginell, W., Kimbro, E. y Leroy, E., (2006) Viga de amarre perimetral o zuncho de reparto.

Figura 191: Anónimo. (nd). Viga de amarre perimetral o zuncho de reparto. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 192: Anónimo. (nd). Refuerzos en esquinas de los muros. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 193: Anónimo. (nd). Refuerzos en esquinas de los muros. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 194: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). Viga tirante entre muros.

Figura 195: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). Viga tirante entre muros.

Figura 196: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). Viga tirante entre muros.

Figura 197: Anónimo. (nd). Colocación de contrafuertes en proyecto de restauración. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 198: Anónimo. (nd). Colocación de contrafuertes en proyecto de restauración. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 199: Julio Vargas. (2012). Reparación por inyección de grout de suelo tamizado diluido en agua, con sello de yeso. Disponible en <http://www.pucp.edu.pe/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 200: Anónimo. (nd). Reparación por cosido con bloques de adobe. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 201: Ministerio de Vivienda y Construcción. (2010). Refuerzos verticales en fábricas de tierra.

Figura 202: Getty Conservation Institute. (2006). Refuerzos verticales en fábricas de tierra.

Figura 203: Getty Conservation Institute. (2006). Refuerzos verticales en fábricas de tierra.

Figura 204: Getty Conservation Institute. (2006). Refuerzos verticales en fábricas de tierra.

Figura 205: Getty Conservation Institute. (2006). Refuerzos verticales en fábricas de tierra.

Figura 206: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). Sistema elementos madera.

Figura 207: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). Realización de rozas en muro.

Figura 208: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). Realización rozas e instalación.

Figura 209: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). Acabado Final.

Figura 210: Anónimo. (nd). Esquemas de instalación de geomalla en muros de adobe. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 211: Anónimo. (nd). Inserción de fibras sintéticas para el anclaje de la geomalla. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 212: Julio Vargas. (2012). Colocación de la geomalla. Disponible en <http://www.pucp.edu.pe/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 213: Anónimo. (nd). Colocación de la geomalla, anclaje con cimentación existente. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013.

Figura 214: Blondet, M., Torrealva, D. y Vargas, J. (2007). Refuerzo de vanos de puertas y ventanas.

Figura 215: Blondet, M., Torrealva, D. y Vargas, J. (2007). Colocación de revestimiento de mortero de cal y arena.

Figura 216: a) Manuel Meléndez Garita. (2009). Vivienda de adobe, Heredia. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Delimitación del área de la fisura superficial del revestimiento.

Figura 217: a) Manuel Meléndez Garita. (2009). Vivienda de adobe, Santo Domingo. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Eliminación de revestimiento cuarteado y desprendido.

Figura 218: a) Manuel Meléndez Garita. (2009). Vivienda de bahareque, Zapote. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Refuerzo con malla.

Figura 219: a) Manuel Meléndez Garita. (2010). Vivienda de adobe, Santo Domingo. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Eliminación de revestimiento cuarteado y desprendido.

Figura 220: a) Ileana Hernández Salazar. (2006). Edificio de bahareque, Heredia. Disponible en Archivo Personal. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Limpieza y eliminación de residuos sueltos en grieta.

Figura 221: a) Manuel Meléndez Garita. (2010). Edificio de adobe, Santo Domingo. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Inyección de mortero en grietas.

Figura 222: a) Manuel Meléndez Garita. (2010). Edificio de adobe, Santo Domingo. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013. b) y c) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Cosido de las lesiones con elementos de madera.

Figura 223: a) Manuel Meléndez Garita. (2010). Edificio de adobe, Santa Ana. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 25 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Refuerzo de encuentro ente muros con elementos de madera.

Figura 224: a) Manuel Meléndez Garita. (2010). Edificio de adobe, Santa Ana. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 25 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Restitución de encuentro ente muros de adobe.

Figura 225: a) Olman Hernández Vargas. (2013). Iglesia de Castilla, Santo Domingo. Disponible en Archivo Personal. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Elaboración de contrafuerte en edificación de adobe.

Figura 226: a) Anónimo. (nd). Fundo San Nicolás, Chile. Disponible en <http://www.123cua.cl/>. Consultado el 04 de febrero de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Geomalla instalada en estructura de adobe.

Figura 227: a) Getty Conservation Institute. (2006). Vivienda de adobe San Salvador. b) Getty Conservation Institute. (2006). Inserción de elementos verticales en los muros de adobe.

Figura 228: a) Erick Díaz. (2010). Vivienda de adobe, Alajuela. Disponible en <http://www.lectorias.com/ericdiaz-adobes.html/>. Consultado el 27 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Instalación de nuevo dintel de madera en buque de puerta.

Figura 229: a) Olman Hernández Vargas. (2013). Iglesia de Castilla, Santo Domingo. Disponible en Archivo Personal. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Incorporación de dintel en estructuras de tierra.

Figura 230: a) Manuel Meléndez Garita. (2011). Iglesia de bahareque, Liberia. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Reconstrucción de espacio entre el muro y la cubierta.

Figura 231: a) Manuel Meléndez Garita. (2011). Vivienda de adobe en Zapote. Disponible en <http://www.flickr.com/>. Consultado el 30 de julio de 2013. b) Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Detalle de estructura de madera de la cubierta y su apoyo sobre el muro.

Figura 232: a) Anónimo. (nd). Casa Familia Zúñiga Clachar, Liberia. Disponible en <http://www.patrimonio.go.cr/>. Consultado el 03 de agosto de 2013. b) Blondet, M., Torrealva, D. y Vargas, J. (2007). Detalle de estructura de madera de la cubierta y su apoyo sobre el muro.