



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA  
en acción continua...

## Mantenimiento de obras.

### **Patologías.**

*Museo del pasado cuyano.*

*Junta de Estudios Históricos de Mendoza.*



Grupo:

*CARDOZO, Ricardo*

*FERNÁNDEZ, Marcos*

*FRAU, Facundo*

*GÓMEZ, Cecilia*

*GÓMEZ, Marcos*

Año: 2015

## **Contenido**

RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	3
ADOBE .....	4
Efecto de los sismos en las construcciones de adobe .....	4
Sistemas constructivos .....	4
<i>Técnicas constructivas tradicionales</i> .....	4
<i>Detalles de la mampostería</i> .....	5
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CONSTRUCCIÓN.....	6
Problemas.....	7
CRITERIO DE REHABILITACIÓN .....	12
DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS QUE CONTRIBUYEN A LA VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE ADOBE. ....	12
• Ausencia de cimentación.....	13
• Protección contra la humedad .....	13
• Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.....	13
• Recubrimiento de muros.....	14
SOLUCIÓN ESTRUCTURAL ADOPTADA .....	14
REHABILITACIÓN DE MUROS CON MALLA DE ACERO Y MORTERO DE ARENA Y CAL.....	14
REHABILITACIÓN DE MUROS CON ELEMENTOS DE MADERA CONFINANTES.....	16
REHABILITACIÓN DE REVOQUES .....	18
CONCLUSIONES .....	20
REFERENCIAS.....	19



## RESUMEN

Las construcciones de adobe exhiben usualmente problemas estructurales y de durabilidad. Esta situación se agrava cuando la construcción se ubica en zonas sísmicas, debido a la baja resistencia a tracción del adobe, que le impide soportar los esfuerzos de flexión originados por la acción lateral. Además, el uso del adobe conduce a construcciones masivas, aumentando significativamente las fuerzas de inercia inducidas por el sismo. Es por ello que en numerosas jurisdicciones del país, el uso del adobe está prohibido para construcciones nuevas. Sin embargo, existen situaciones en las que es necesario aplicar técnicas de reparación y refuerzo para preservar edificios que resultan de interés arquitectónico o histórico.

Se presenta en este trabajo un caso práctico de rehabilitación de una construcción de adobe ubicada en la Provincia de Mendoza. Se describe en el trabajo la solución adoptada para reparar la construcción existente.

## INTRODUCCIÓN

El adobe es uno de los materiales de construcción más antiguos, pero presenta un pobre comportamiento estructural, especialmente en construcciones ubicadas en zonas sísmicas. Ello es el resultado de una reducida (casi nula) resistencia a tracción en combinación con una masa elevada de la construcción (muros de gran espesor) que incrementa los efectos inerciales originados por el sismo. A estos problemas estructurales hay que agregarles otras desventajas vinculadas a la durabilidad de la construcción y a condiciones sanitarias. A pesar de estos inconvenientes, el adobe presenta algunas ventajas arquitectónicas y funcionales.

En Argentina, la construcción de edificaciones nuevas de adobe se encuentra prohibida en muchas jurisdicciones. Sin embargo, existen construcciones antiguas de interés arquitectónico o con valor histórico, en las cuales se justifica realizar tareas de rehabilitación que permitan mejorar la respuesta estructural. Para ello, debe realizarse un diagnóstico sobre la construcción existente y, a partir de una evaluación estructural, determinar una solución conveniente para el caso en estudio.

Se describe en el presente trabajo las características de una construcción de adobe. Para ello se realizó un relevamiento de la estructura existente y a partir de ello se elaboró un diagnóstico sobre los problemas que debían solucionarse para conferir a la estructura un grado razonable de seguridad. Con este criterio se preparó una solución para rehabilitar la construcción, teniendo en cuenta no solo aspectos estructurales, sino también requerimientos arquitectónicos y funcionales propios del destino de la edificación.

## **ADOBE**

Existen un gran número de viviendas construidas en adobe. Este tipo de edificaciones, en general, no incluyen elementos de refuerzo adecuados ni se han construido con requisitos de diseño Sismorresistente.

Es importante advertir que el objetivo de esta investigación no ha sido estimular la construcción de viviendas nuevas con estos materiales, pues las normas vigentes prohíben su construcción actualmente. Su propósito ha sido ilustrar la manera como se construían en el pasado, identificar sus principales deficiencias ante los terremotos y sugerir la manera como se pueden intervenir o rehabilitar aquellas edificaciones existentes; muchas de ellas de reconocido valor patrimonial.

### **Efecto de los sismos en las construcciones de adobe**

Aunque buena parte de los centros históricos construidos en tierra se mantienen en pie, la experiencia ha demostrado que son vulnerables a los terremotos y que pueden ser afectados notablemente por eventos sísmicos de magnitudes intermedias o altas.

Las intervenciones estructurales en este tipo de edificaciones deben realizarse cuidadosamente manteniendo un adecuado equilibrio que permita la conservación de las características arquitectónicas del bien inmueble y la seguridad de sus ocupantes.

Un conocimiento adecuado de las propiedades mecánicas de las construcciones de adobe y de las diferentes alternativas de rehabilitación facilita la selección de esquemas óptimos que permiten integrar los criterios de seguridad con los de conservación patrimonial.

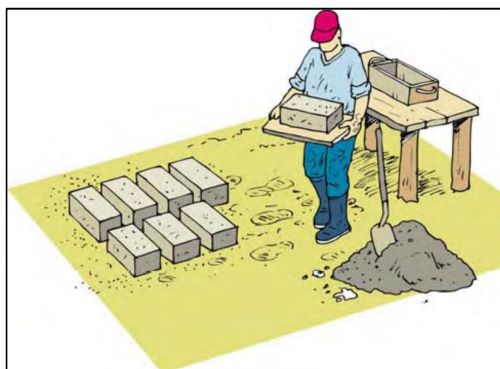
### **Sistemas constructivos**

#### ***Técnicas constructivas tradicionales***

Esta técnica se basa en piezas macizas o unidades de barro sin cocer. Las dimensiones de las piezas son muy variables y responden tanto a la tradición como a criterios constructivos.



Los adobes se elaboran colocando el barro humedecido en un punto cercano a la plasticidad en moldes de madera con las dimensiones deseadas. Pasados un par de días y una vez contraídos por el secado, se retiran los moldes y los adobes se dejan secar al aire libre desde 15 días hasta un mes sin la acción directa del sol.



El mortero de pega se hace con el suelo del terreno siempre y cuando este proporcione una buena cohesión. Si la cohesión no es suficiente se le agrega cal. En algunos casos al mortero también se le

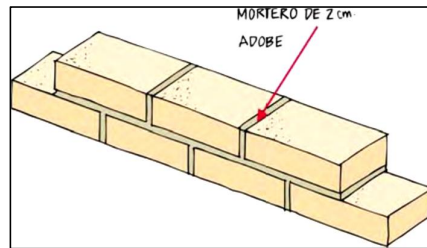
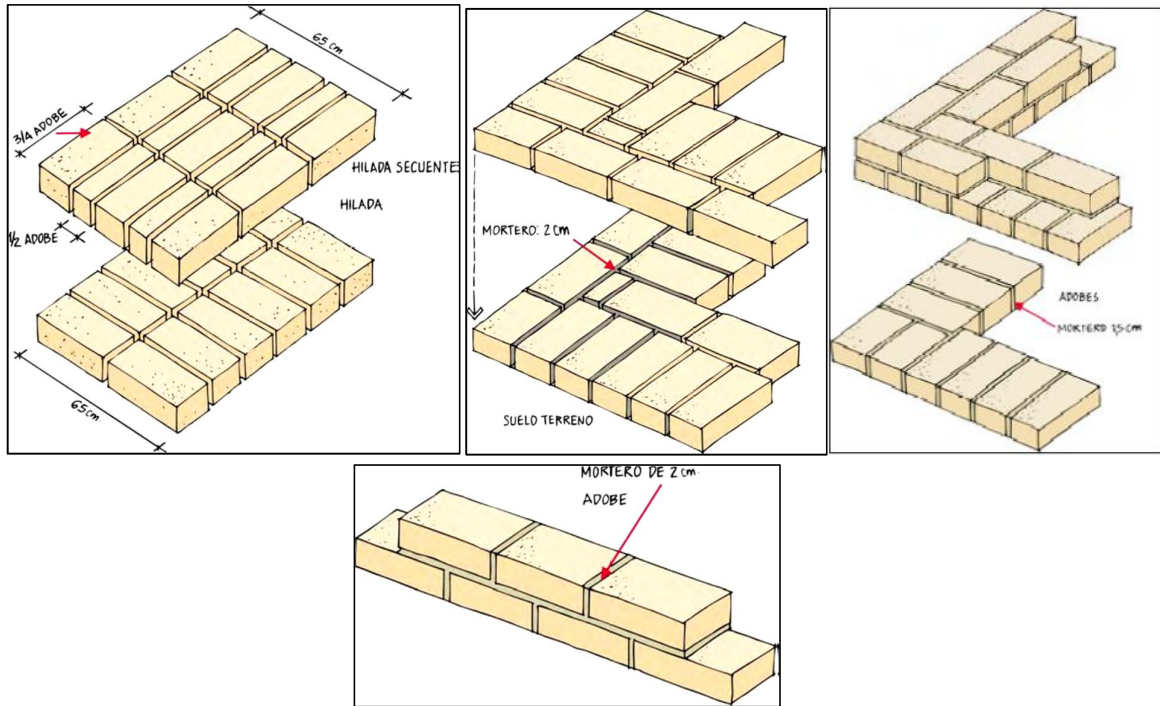
adiciona paja para mejorar su resistencia a la tensión. En general el espesor de las juntas de mortero es del orden de 2 cm.

Frecuente para mejorar las condiciones del suelo se adicionaban otros materiales como fibras naturales (paja y estiércol de caballo), cal e incluso sangre de toro.

### ***Detalles de la mampostería***

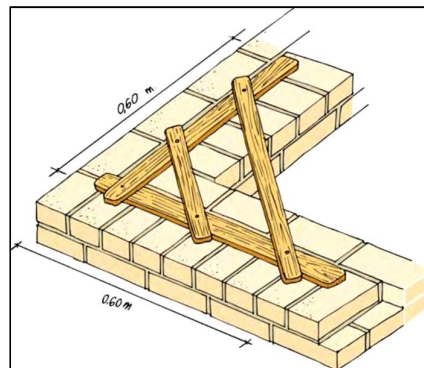
#### ***Aparejo de muros***

Las figuras ilustran los aparejos más representativos utilizados para muros cargueros (aquellos que soportan la carga vertical del entrepiso o cubierta principalmente) de acuerdo con su exigencia estructural.



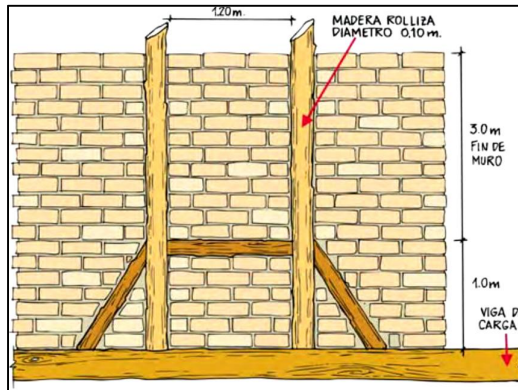
#### ***Refuerzos en esquinas***

En algunos muros ortogonales se instalan refuerzos de esquina a manera de escuadra conformados por elementos de madera. Este elemento de refuerzo se coloca únicamente en la parte superior del muro, a nivel de las vigas de amarre de la cubierta generalmente.



### *Refuerzos internos en muros divisorios*

Algunas veces se incorpora un tipo de refuerzo interno en los muros divisorios que no queda amarrado a los muros principales de la edificación. Este refuerzo se coloca con la intención de mejorar la estabilidad del muro en dirección perpendicular al plano.



### **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CONSTRUCCIÓN**



Ubicación: Montevideo 544. Ciudad de Mendoza.

La Junta de Estudios Históricos de Mendoza fue creada en 1923 por un grupo de estudiosos y personalidades mendocinos como Junta de Historia de Mendoza. En 1934 se reorganizó la Institución, desde entonces, e ininterrumpidamente, esta Junta cumplió con su propósito fundacional: promocionar y difundir las investigaciones de la Historia mendocina y cuyana. Obtuvo Personería Jurídica según Decreto N°378-G/45 el 28 de marzo de 1945.

Ocupa el edificio que le fuera cedido en propiedad por Ley Provincial 2845/60, solar que perteneció a Don Francisco Civit, declarado Monumento Histórico Nacional por Decreto N°2282/70 del 12 de noviembre de 1970.



*Biblioteca:*

La Junta de Estudios Históricos sostiene una Biblioteca cuyo fondo está integrado por más de 5000 volúmenes y posee una valiosa hemeroteca, como también un importante archivo de documentos de hechos y personalidades mendocinas. Dirigen la misma una Comisión de Miembros de Número de la Junta y cuenta con personal para la atención de los lectores e investigadores.

*Museo del Pasado Cuyano "Dr. Edmundo Correas":*

Fue inaugurado el 24 de marzo de 1967 como lugar necesario para hacer visible nuestra Historia local a cuyo estudio está abocada específicamente. La Junta de Estudios Históricos de Mendoza ocupa dieciséis salas de su edificio y, cuatro de sus patios.

La Historia se recrea en ambientes evocadores mediante elementos de época, desde mobiliario, obras pictóricas, documentos y objetos de uso.

Además de hacer viva la Historia, se cumple con la finalidad de preservar esos elementos que legaron descendientes y allegados de sus propietarios originales, o fueron adquiridos a través de los años. Ellos sirven de valioso testimonio de nuestro pasado para los investigadores del presente y de las futuras generaciones.

En la actualidad, está bajo la dirección de una Comisión de tres Miembros de Número de la Junta y cuenta con personal que cumple con las tareas de orientación y visitas guiadas y tareas de control y seguridad.

**Problemas**

Desde el punto de vista estructural, los mayores problemas detectados fueron los siguientes:

- I. Patio interno
  - i. Apuntalamiento del techo



- ii. Fisuras en los sectores inferiores de las esquinas



- II. Sala Ing. R. Silveyra
  - i. Fisuras diagonales en muros



ii. Descuadre de aberturas

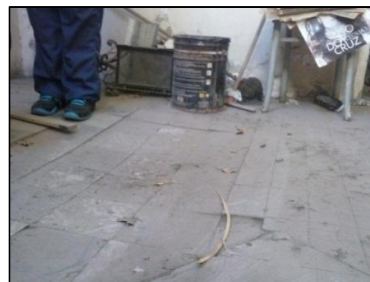


iii. Fisuras en esquina de marcos



III. Primer patio externo

i. Hundimiento del piso



IV. Baños

i. Detección de humedad





ii. Fisuras horizontales



iii. Fisuras diagonales



iv. Hundimiento del piso



- V. Segundo patio externo  
i. Fisuras diagonales



ii. Fisuras en esquina de marcos



iii. Detección de humedad



iv. Desprendimiento del material



v. Evidencia de reparación



VI. Cocina

i. Fisuras diagonales



VII. Garaje

i. Fisuras diagonales



ii. Desprendimiento de material en sector inferior del muro



VIII. Sala

i. Fisuras borde de columna



ii. Fisuras horizontales



iii. Fisuras diagonales



### **CRITERIO DE REHABILITACIÓN**

A partir del diagnóstico realizado sobre el estado de la construcción se planteó un criterio general para la rehabilitación, dado que no siempre es posible alcanzar el nivel de seguridad que la normativa vigente exige a las construcciones nuevas.

Esta pauta fue necesaria para permitir alcanzar una solución aceptable desde el punto de vista económico y funcional. Caso contrario la construcción tendría que haber sido demolida, con una pérdida importante para el patrimonio arquitectónico de Mendoza.

### **DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS QUE CONTRIBUYEN A LA VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE ADOBE.**

Las edificaciones de adobe debido a sus técnicas constructivas contribuyen a aumentar su vulnerabilidad sísmica estructural. Frecuentemente la edad de estas edificaciones y el deterioro de las propiedades mecánicas de sus materiales hacen que en caso de un terremoto su capacidad de soportarlo sea mínima. Por

esta razón es necesario intervenir estas edificaciones de tal forma que se puedan reducir los efectos nocivos de los sismos en estas estructuras.

#### • **Ausencia de cimentación**

Un gran número de edificaciones de adobe se construyen sin un adecuado sistema de cimentación, lo que facilita que se presenten asentamientos diferenciales que debilitan los muros principales y disminuyen la capacidad de la estructura ante las diferentes fuerzas que debe soportar. Adicionalmente la ausencia de cimentación contribuye a la acumulación de humedad en los muros de tierra disminuyendo su capacidad portante de manera significativa y aumentando su nivel de deterioro con el tiempo.



#### • **Protección contra la humedad**

La falta de sobrecimientos en los muros de adobe favorece que se presenten humedades en la zona inferior de los muros por capilaridad. Esta humedad tiende a deteriorar los materiales con el paso del tiempo. La presencia de aleros cortos o deficiencias en él aumentan la probabilidad que el agua lluvia penetre en el muro, generando socavación y erosión de los materiales, lo cual facilita la presencia de agrietamientos y disminuye la resistencia del sistema estructural.



#### • **Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias**

Las instalaciones hidrosanitarias dentro de los muros en tierra o adosadas a ellos, pueden producir filtraciones de agua, lo cual genera erosión y pérdida de unión entre los diferentes materiales que componen el muro. Las aberturas y regatas realizadas en los muros para la instalación de las tuberías se reparan en general con materiales poco compatibles con la tierra, lo cual genera agrietamientos y desprendimientos del material. Estas regatas y aberturas generan simultáneamente zonas de debilidad y planos que favorecen la falla, lo cual aumenta las posibilidades de inestabilidad de los muros y las cubiertas.



### • **Recubrimiento de muros**

Cuando los revoques o recubrimientos de los muros de fachada tienen muy poco contenido de cal presentan desmoronamiento, lo cual los hace susceptibles a deteriorarse por los factores climáticos. El uso de recubrimientos con excesiva cantidad de cemento o materiales no tradicionales, genera un bloqueo del frente de evaporación del muro, lo cual disminuye la cohesión entre las partículas de suelo que conforman el muro. Esto induce pérdida en la capacidad portante y disminución de la vida útil de las edificaciones de adobe.



### **SOLUCIÓN ESTRUCTURAL ADOPTADA**

Para llevar a cabo cualquier tipo de solución nombrada, se debe realizar un estudio de suelos para determinar humedad, capacidad portante, profundidad de fundación y tipo de fundación. También se debe mencionar que se tiene que tener en cuenta la tecnología disponible localmente para elegir la mejor solución. A continuación presentaremos algunas de las técnicas usuales para la reparación de muros de adobe.

### **REHABILITACIÓN DE MUROS CON MALLA DE ACERO Y MORTERO DE ARENA Y CAL**

Consiste en instalar mallas con vena por franjas horizontales y verticales (simulando franjas verticales y horizontales confinadas) en las zonas críticas de los muros principales de la vivienda. Los tramos de malla se instalan en la cara interna y externa del muro en forma simultánea. Las mallas de las dos caras se interconectan con alambrones de 8 mm colocado en orificios previamente perforados los cuales se rellenan con mortero de cal y arena. El amarre del alambrón y la malla se realiza únicamente en las venas de la malla.

Los alambrones van espaciados cada 20 cm en promedio en las dos direcciones. Posteriormente la malla se recubre con mortero de cal y arena.

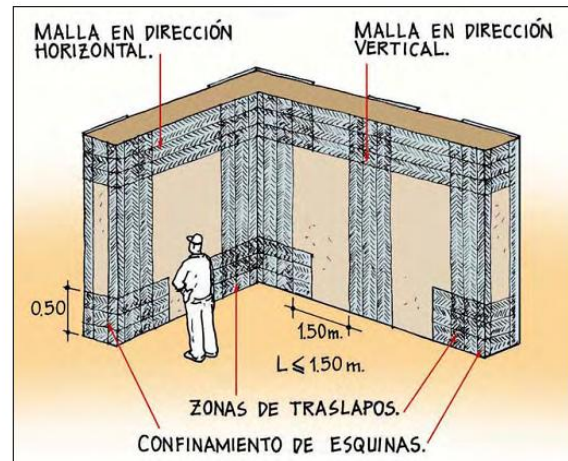
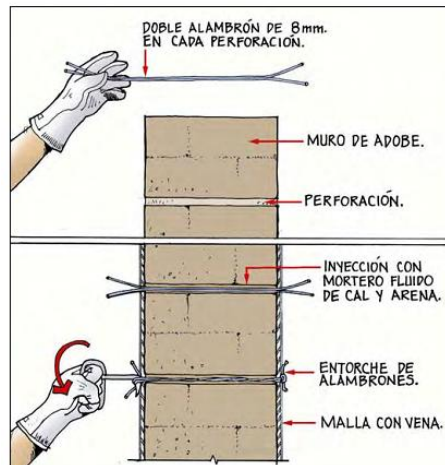
#### Materiales

- Malla galvanizada
- Cal apagada
- Arena fina
- Alambrones de 8 mm
- Clavos o tornillos de 2" de longitud.

Cuando se trate de muros en adobe, los orificios de los mechinales deben rellenarse con una matriz de mortero de cal, arena y roca, ladrillos o adobes. Para lograr un mejor llenado se recomienda clavar una cuña de madera en el orificio apenas unos minutos después de haberlo llenado.



- 1) Ubicación de orificios de conectores según distribución de las venas de la malla y zonas de traslapos. Preparación de alambrones para conexión.
- 2) Detalle de instalación de malla en las esquinas. Definir ubicación de malla para localizar orificios. Soportar mallas en su posición con puntillas.
- 3) Abrir los orificios para conectores en las proyecciones de las venas de la malla. Los orificios deben quedar espaciados a distancias del orden de 20 cm o menos en las dos direcciones.
- 4) Rellenar los orificios con mortero fluido de cal y arena en proporción 1:2. Ir ajustando alambrones en las zonas de mallas no traslapadas.
- 5) Aplicación del pañete (revoque) de recubrimiento. Se debe humedecer el muro previamente a la aplicación del mismo. Se recomienda aplicar el pañete únicamente en la zona de ubicación de las mallas de refuerzo.



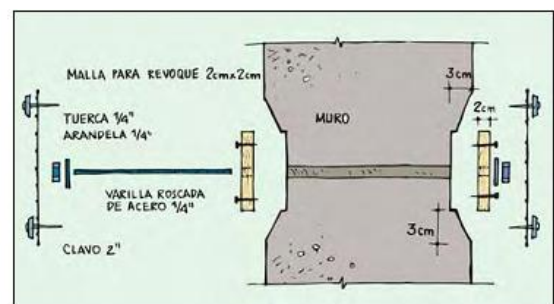
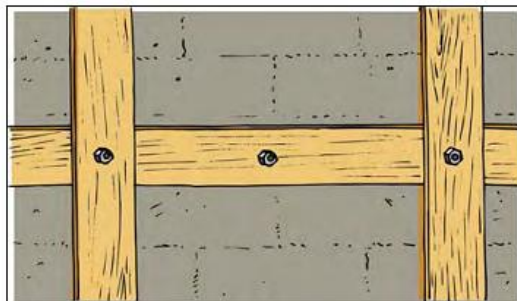


### **REHABILITACIÓN DE MUROS CON ELEMENTOS DE MADERA CONFINANTES**

Consiste en la instalación de tablas de maderas horizontales y verticales con el fin de aumentar la resistencia de los muros y mantener la consistencia y unidad de la estructura. Las tablas deben colocarse tanto por la cara externa como por la cara interna de todos los muros. Las tablas horizontales de los muros que se intersectan se unen mediante pernos de acero de manera que se evite la desarticulación de los diferentes muros y se mantenga siempre unida la edificación. Las tablas de madera se interconectan mediante pernos pasantes y mediante puntillas convencionales clavadas sobre las tablas hasta penetrar los muros.

#### **Materiales**

- 1) Tablas de 15 cm de ancho y 2 cm de espesor de madera de buena calidad.
- 2) Tornillos de 1/4 pulgada galvanizado o varilla de acero roscada con longitud igual al ancho del muro más 5 cm.
- 3) Dos juegos de tuerca y arandela por cada tornillo de 1/4 pulgada.
- 4) Platinas de 1/8 pulgada para conexión de esquina interna y externa.
- 5) Tornillos autoperforantes (o golosos en la imagen) para platinas exteriores de esquina.
- 6) Puntillas de 2 pulgadas.
- 7) Mortero de cal y arena.

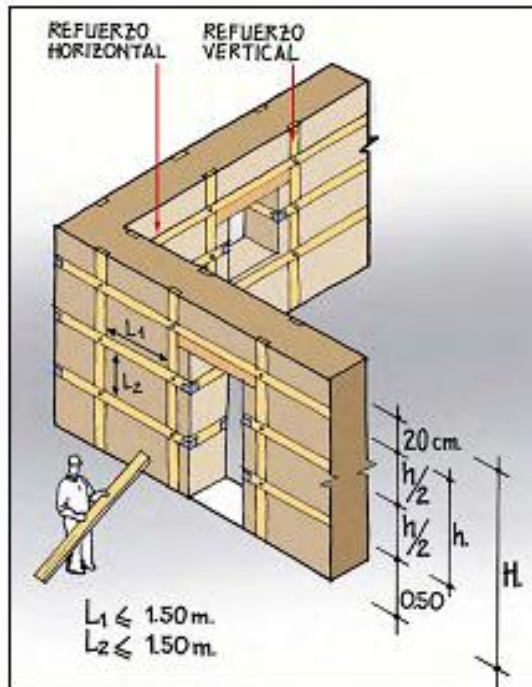


#### **Las tablas de madera se instalarán de la siguiente manera:**

- Las tablas horizontales se instalarán a 50 cm medidos desde la viga de cimentación hacia arriba y a 20 cm desde la viga corona de entrepiso hacia abajo. Se colocaran tablas horizontales adicionales de manera que la separación vertical entre las mismas no exceda 1.5 m.

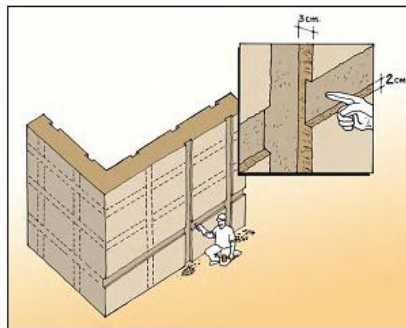
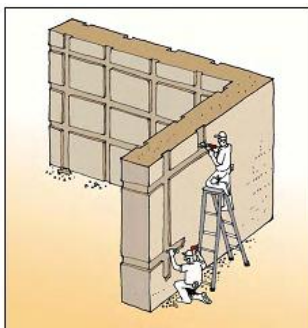


- Las tablas verticales se instalarán a 10 cm de las esquinas tal como lo muestra la figura. Se colocaran tablas verticales adicionales a separaciones de máximo 1.5 m. Además se colocaran tablas verticales en los bordes de las aberturas de puertas o de ventanas y en las esquinas de intersección con otros muros contiguos.
- El ancho de las tablas de madera confinante debe ser superior a la altura del muro dividida entre 15, nunca menos de 20 cm. Se deben utilizar tablas con espesor mínimo de 2 cm. Estas deben ser de buena calidad y deben estar libres de fisuras, grietas, desgarres, defectos o nudos.
- El ancho de las platinas de esquina debe ser del orden de 3/4 del ancho de la tabla de madera de refuerzo. El espesor de estas platinas debe ser de 1/8" o superior.
- El espaciamiento máximo entre pernos de conexión las tablas de madera debe ser de 50 cm.

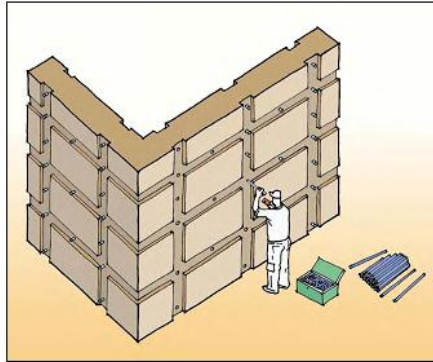


**El proceso constructivo puede resumirse como sigue:**

- 1) Plantear sobre los muros la ubicación de las tablas de madera según indicaciones dadas.
- 2) Abrir las regatas sobre los muros para la instalación de las tablas de madera.
- 3) Verificar las dimensiones de las regatas. Según las indicaciones establecidas.

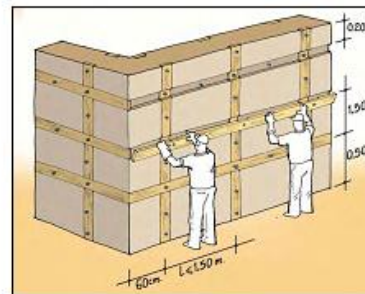
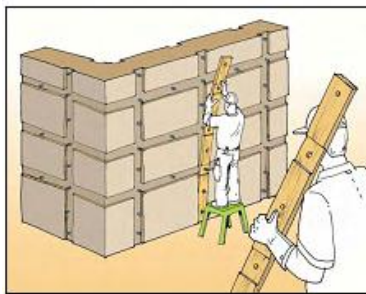


- 4) Perforar los orificios para los conectores, los cuales deben quedar ubicados en los cruces de madera cada 50 cm en el sentido longitudinal de las tablas de refuerzo.



5) Instalar las tablas de madera de refuerzo. Primero se instalan las tablas verticales. Solo se ajustaran los pernos que no quedan en las intersecciones.

6) Instalación las tablas de madera de refuerzo horizontales (posteriores a las verticales). En este momento se podrán ajustar los pernos de las intersecciones y los pernos intermedios de los elementos.



7) Ajustar la totalidad de los pernos de conexión. En las esquinas internas y externas se instalan platinas de conexión entre las tablas de madera.

8) Colocar segmentos de malla sobre las tablas de madera para aplicar mortero. A continuación se debe aplicar el mortero de recubrimiento.

### **REHABILITACIÓN DE REVOQUES**

Cuando se presente agrietamiento y pérdida de revoque, se debe utilizar mortero de cal. Para la colocación del mortero se debe utilizar una malla de gallinero clavada al muro.



### REFERENCIAS

- ✚ REHABILITACIÓN SÍSMICA DE UNA BODEGA DE ADOBE. Ing. Francisco J. Crisafulli. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- ✚ ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN EN ZONA SÍSMICA REFORZADAS CON MATERIALES COMPUESTOS. MATERIALES COMPUESTOS-FIBRAS. Prof. Angelo Di Tommaso. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza.
- ✚ CONSERVACIÓN ARQUITECTURA DE TIERRA ITINERARIO TURÍSTICO PATRIMONIAL IGLESIA, SAN JUAN, ARGENTINA. Universidad Nacional de San Juan.
- ✚ ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, REHABILITACIÓN Y REFUERZO DE CASAS EN ADOBE Y TAPIA PISADA. Apuntes.
- ✚ MANUAL PARA LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN ADOBE Y TAPIA PISADA. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- ✚ RECUPERACIÓN ESTRUCTURA BODEGA "LOS TONELES". Martín, P., Carosio, A., Manresa, G., Scotta, D., Erice, V. ABAX srl. Mendoza.
- ✚ TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN PARA EDIFICIOS PATRIMONIALES RURALES DE TIERRA. Universidad Nacional de San Juan.
- ✚ TÉCNICAS PARA EL REFORZAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS DE ADOBE. Zegana Ciquero. Quiun Wong. San Bartolomé.