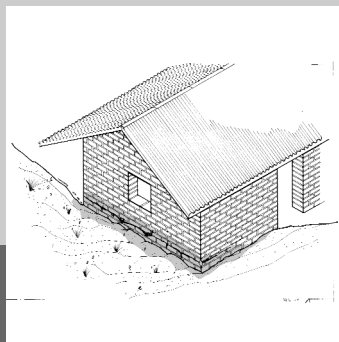
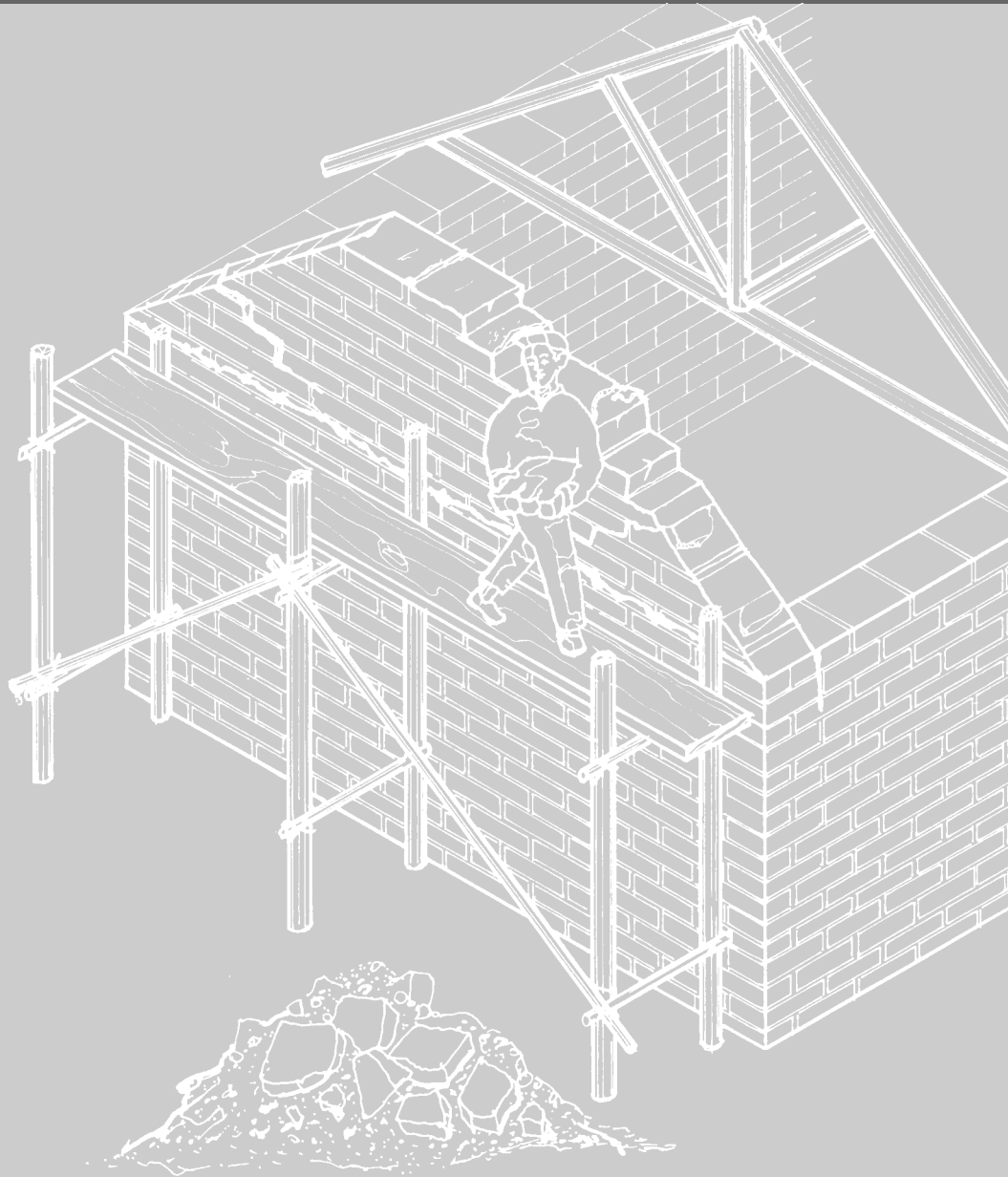
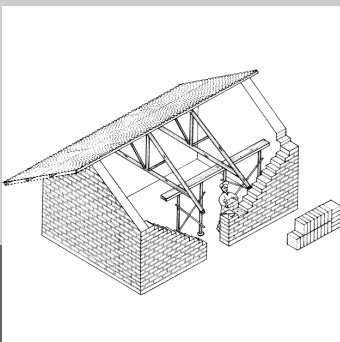
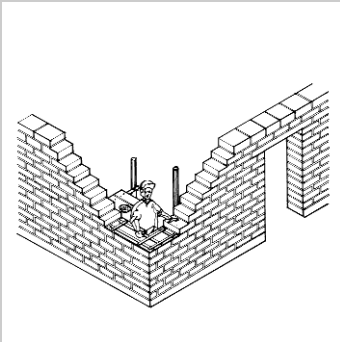
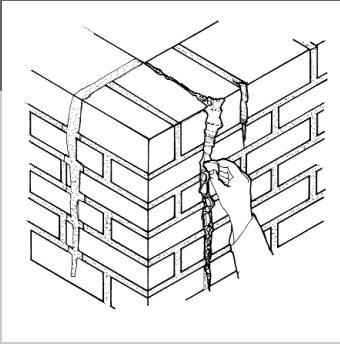


REHABILITACION



Guía de construcción parasísmica

Arq. Wilfredo Carazas Aedo



MISEREOR



PROLOGO

Los sismos afectan considerablemente las viviendas hechas de tierra (adobe) si estas viviendas fueron construidas con muchos defectos constructivos y una mala implantación en terrenos no aptos, o simplemente estas viviendas son demasiado viejas y no tuvieron un mantenimiento periódico por parte de sus ocupantes.

El agua es otro de los enemigos de la construcción con tierra, muchas veces el sismo solo se limita a mostrar la degradación realizada por el agua (lluvias, humedad, filtraciones, etc.)
Por ello es importante verificar y realizar mantenimientos periódicos de una vivienda afin de evitar la degradación progresiva y así proteger y estar prevenidos frente al sismo.

Después de un sismo muchas viviendas resisten bien o sufren algunos daños que pueden ser reparados sin necesidad de echar abajo toda la vivienda, el propósito de esta guía es que sirva como apoyo a los técnicos y a la población en general para que puedan reparar sus viviendas de manera correcta.

La guía está estructurada en tres partes :

- 1-Los sismos : como se originan y como actuan frente a una vivienda y los daños que causan.
- 2-El método : Cuales son las etapas que uno debe seguir para reparar una vivienda.
- 3-La reparación : las partes más vulnerables de la vivienda frente al sismo, con alternativas de reparación.

"REHABILITACION: GUIA DE CONSTRUCCION PARASISMICA"

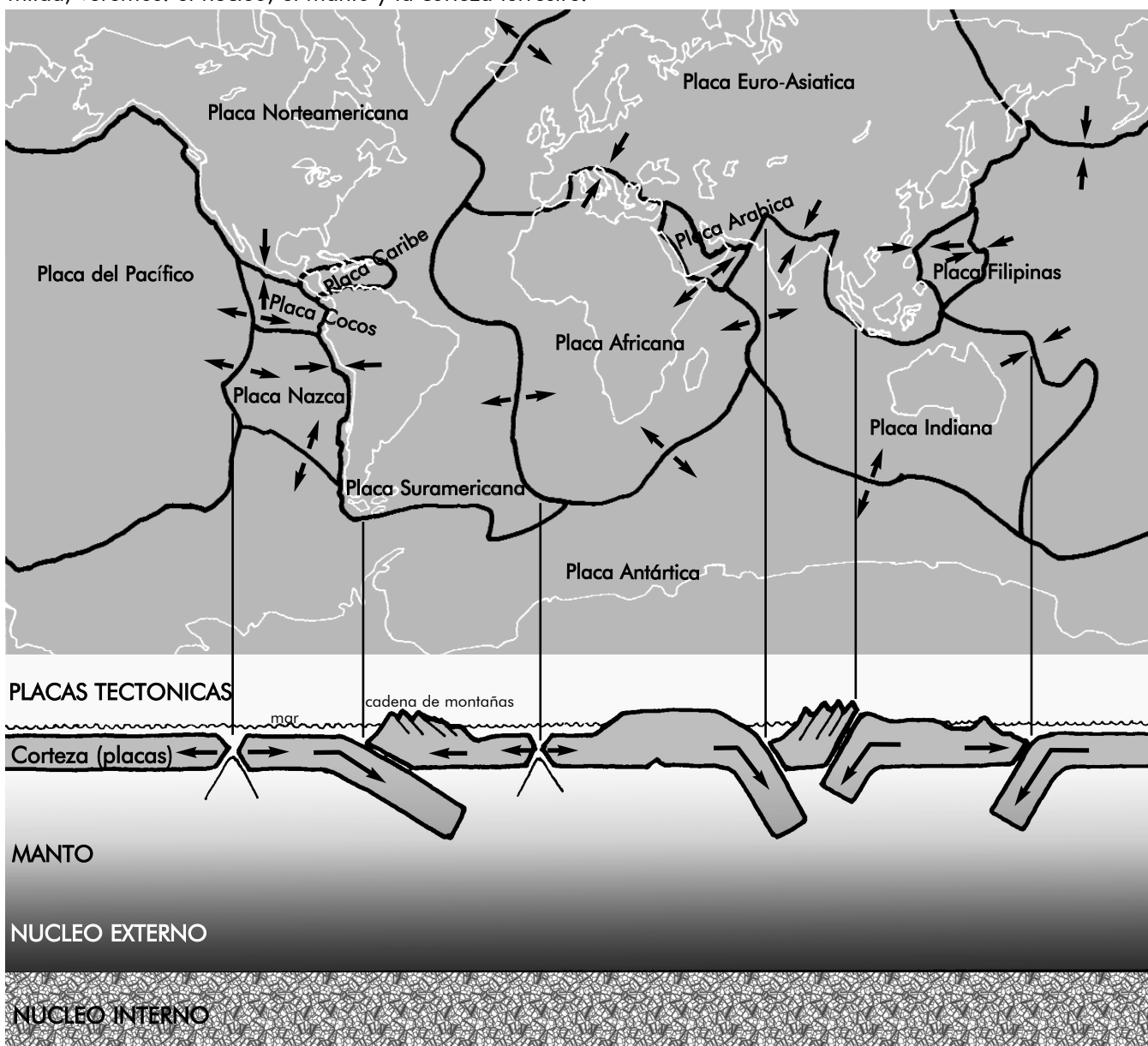
Autores. Arq. Wilfredo Carazas Aedo - Arq. Alba Rivero Olmos
Coordinación científica: Equipo CRATerre-EAG.
Documento financiado por MISEREOR

Ediciones CRATerre
Maison Levrat, Parc Fallavier, BP 53
F-38092 Villefontaine Cedex, Francia
Abril 2002

ORIGEN DE LOS SISMOS

Los orígenes de la tierra se remontan al rededor de 4,5 millones de años, desde esa época la tierra esta en constante movimiento en su masa interna, provocando transformaciones en los continentes.

La esfera terrestre tiene un radio de 6,400 km y esta compuesta por varias capas sucesivas, si la cortamos por la mitad, veremos: el núcleo, el manto y la corteza terrestre.



En la corteza terrestre existen varias placas, ellas se diferencian por la forma en que actúan: unas se separan, otras se confrontan y otras simplemente se desplazan una sobre la otra. Estas placas se mueven de manera lenta y a una velocidad media de 1 cm a 15 cm por año. Estos movimientos producen deformaciones que provocan esfuerzos que sobrepasan la resistencia de los materiales y van a liberarse energías acumuladas, es ella quien genera el **SISMO**.

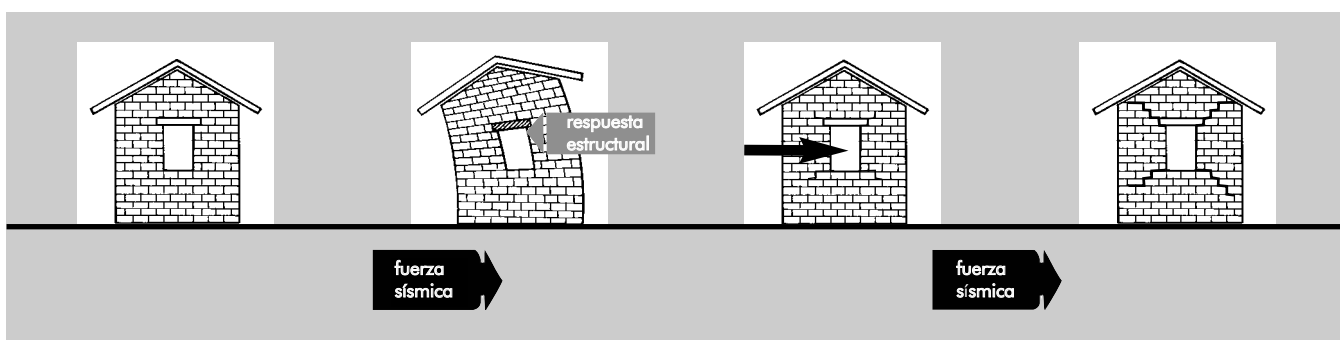
PRINCIPIOS SISMICOS:

Posición inicial

Acción sismo

Regreso a posición inicial

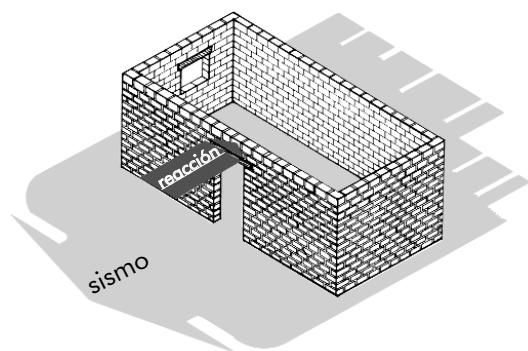
Posición final



FUERZAS SISMICAS

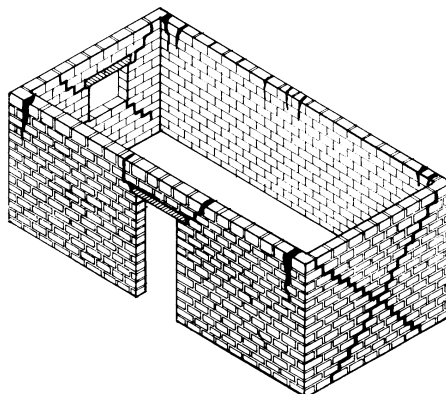
Cuando ocurre un sismo, una vivienda es sacudida en forma de movimientos de oscilación vertical, fuerzas horizontales y torsión, todo esto al mismo tiempo, ella respondera al sismo de acuerdo a sus características: su forma y tipo de material. Para comprender esto mejor vamos a separar estos tres movimientos

ACCIÓN

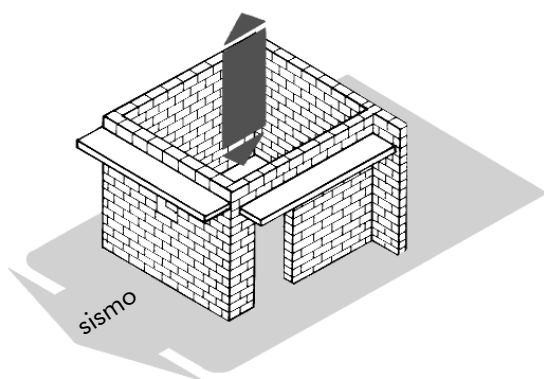


EFFECTOS

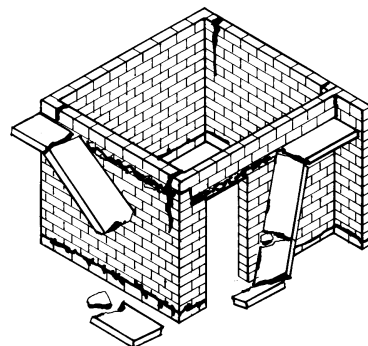
Fuerzas Horizontales



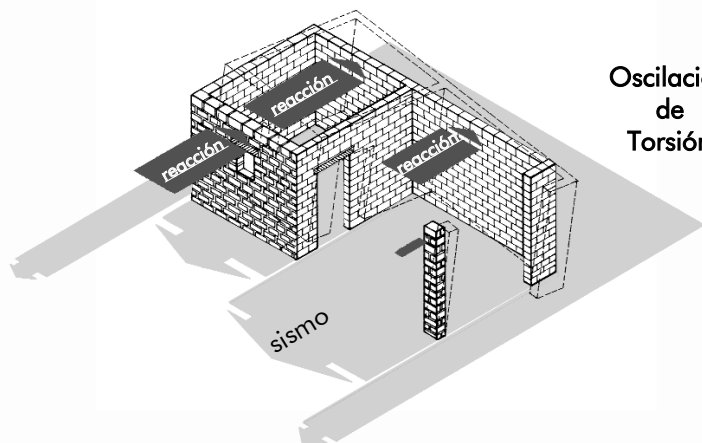
Fuerzas horizontales: El paso de las ondas sísmicas provocan vibraciones del suelo originándose esfuerzos horizontales en la construcción que la van a sacudir, balancear, deformar y derrumbar. La flexión y el cisallamiento del muro van a provocar desprendimientos y el deslizamiento con respecto a la cimentación.



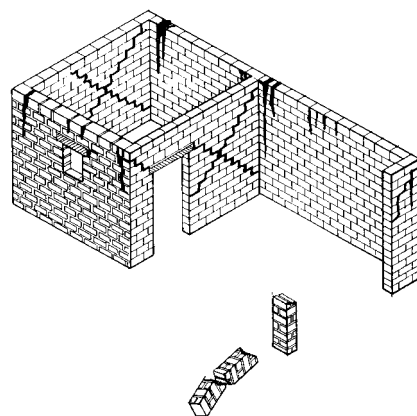
Oscilación Vertical



Este es otro tipo de oscilación que se produce al paso de un sismo, los efectos que estas provocan son mínimos, solo serán afectados los elementos de peso considerable, como pueden ser los arcos, las columnas, las estructuras de techo, y también los elementos en voladizos como los balcones y aleros, etc.



Oscilación de Torsión



Por último la oscilación de torsión que es producida por los desplazamientos horizontales del suelo junto a las fuerzas laterales. Los efectos de la torsión son más o menos importantes según la forma de la construcción, por ejemplo una vivienda de forma irregular donde no coincida su centro de gravedad con su centro de rigidez estará más expuesto a daños.

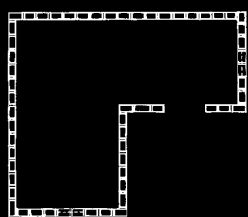
EFFECTOS DE LOS SISMOS EN UNA VIVIENDA

Frente a un sismo, una vivienda deberá reunir las condiciones mínimas técnicas constructivas, buen uso del material y diseño. Podemos poner como ejemplo algunos efectos que deben evitarse: viviendas en formas irregulares en tamaño y altura.

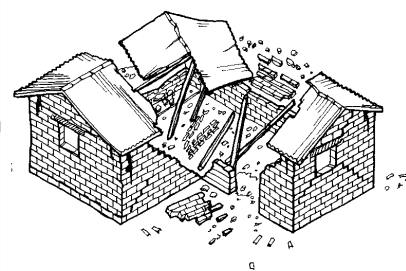
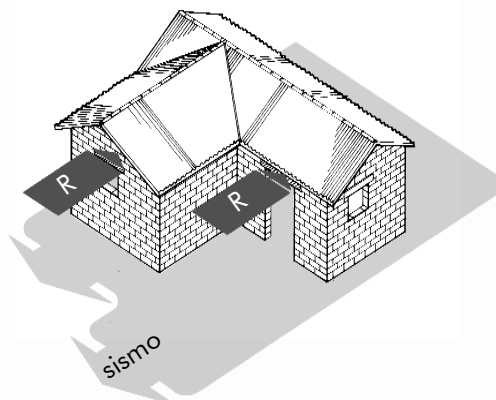
Tipo de muro

Movimiento

Efecto



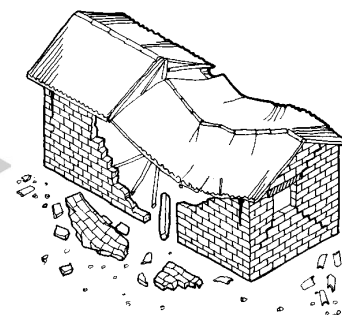
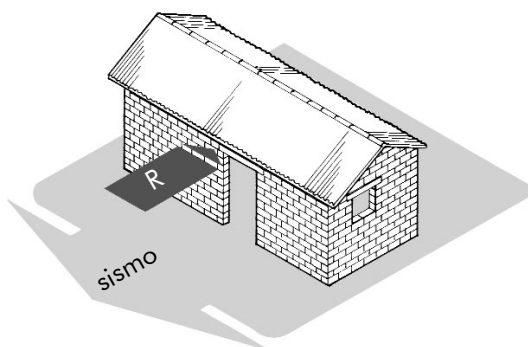
Construcción en "L"



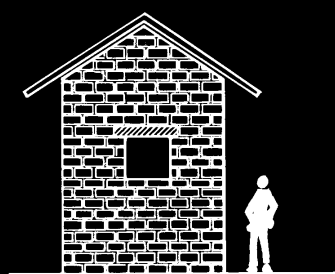
Esta vivienda tiene muros de diferentes dimensiones que frente a un sismo se van a comportar de manera deficiente haciendo que esta se caiga más rápidamente.



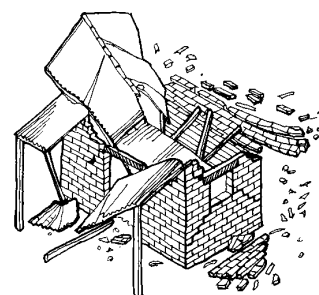
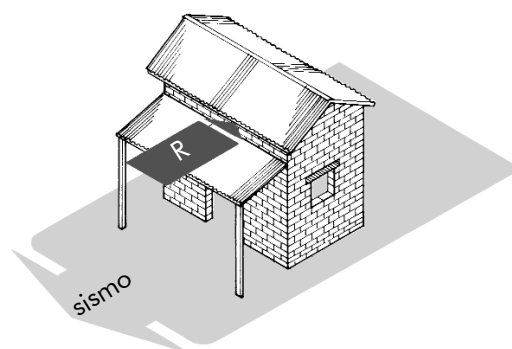
Construcción rectangular



Las paredes más largas sin muros de arriostres intermedios y sin contrafuertes resisten menos al sismo provocando su colapso inmediato.



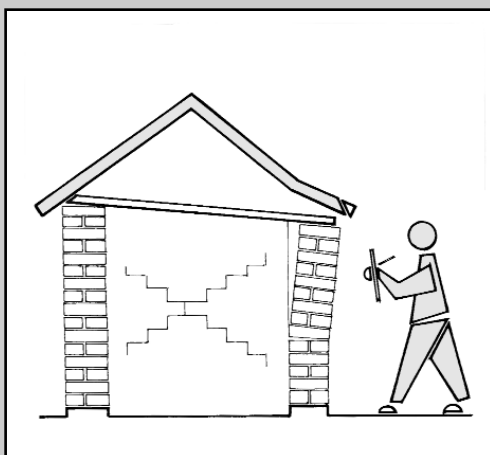
Construcción alta



Estas por tener los muros muy altos y delgados tienen menor estabilidad y resistencia al sismo.

También podemos señalar otros ejemplos que deben evitarse. :

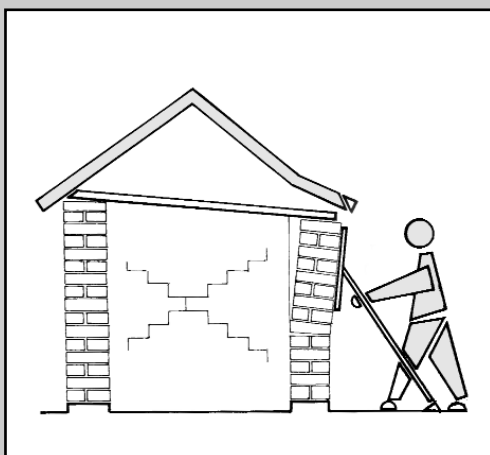
- Las formas de los edificios en " T " y " C ".
- La construcción de viviendas en dos niveles.
- Las vigas del falso techo colocadas encima del muro directamente.
- La utilización de muros interiores como apoyo del techo.
- Construcciones hechas en terrenos con pendiente.
- Evitar grandes espacios abiertos entre los muros
- Las columnas, arcos, cúpulas y bóvedas



OBSERVAR

Después de un sismo si la vivienda quedó en pie, lo primero a hacer es la realización de una evaluación detallada de las condiciones físicas de la vivienda:

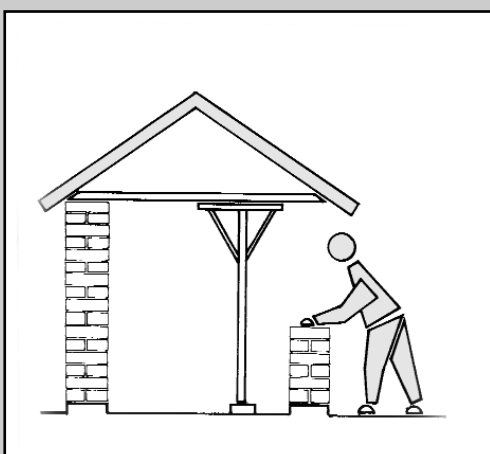
- verificar los daños y las causas (errores de construcción y de implantación.
- definir si la vivienda se puede reparar o demoler.
- si se decide demoler la vivienda, esta se debe realizar inmediatamente.
- si se decide reparar, se debe evaluar la vivienda de manera integral, tipos de daños, prioridades, etapas.



APUNTALAR

Una vez hecha la evaluación se procede a estabilizar las partes dañadas de la vivienda mediante el apuntalamiento que debe asegurarse hasta que se intervenga con la reparación.

- si es necesario, se debe delimitar el acceso a la vivienda durante este tiempo, para evitar accidentes.

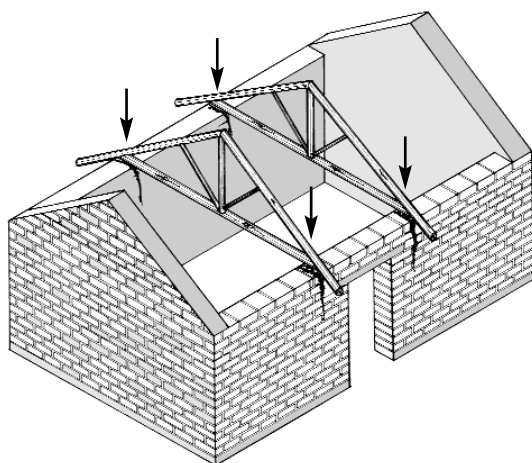


REPARAR

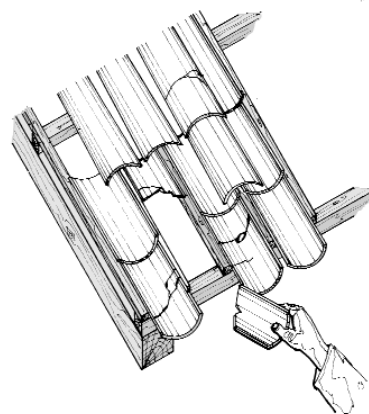
Con los datos tomados en la etapa de evaluación se procederá a establecer las prioridades para la fase de rehabilitación de la vivienda, comenzando por las zonas de mayores daños.

- desmontaje y reconstrucción de la partes dañadas.

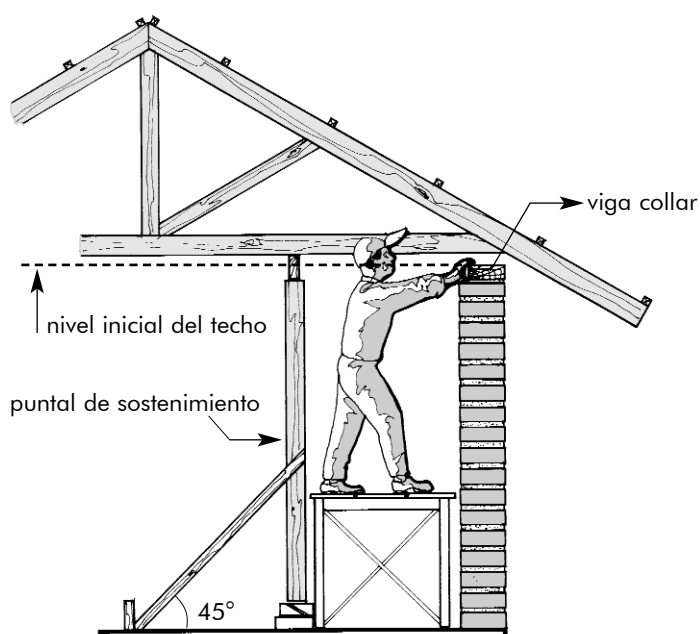
TECHOS



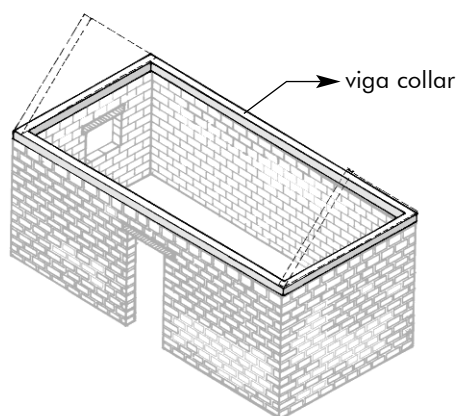
Una vivienda después del sismo, presentará fisuras en la parte que soporta la estructura del techo, esto se presenta principalmente cuando falta la viga collar que reparta horizontalmente las carga.



La primera acción será de retirar las tejas del techo, con el fin de evitar que continuen cayendo y liberar la estructura para un mejor trabajo de apuntalamiento. Principalmente si se trata de tejas canal tipo colonial que tienen un peso considerable y su caída puede producir accidentes.



Una vez realizado el apuntalamiento del techo se procede a eliminar los adobes dañados y también la última hilada de adobes con el propósito de reemplazarlos por una viga de cerramiento o collar (puede ser de madera, cemento, bambú o similar), después se volverá a bajar a su posición inicial la estructura del techo

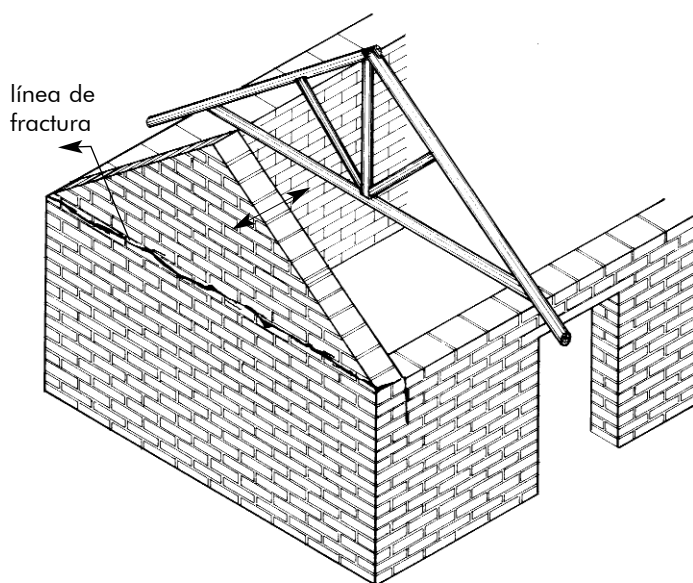


Colocar una viga collar tiene dos alternativas:

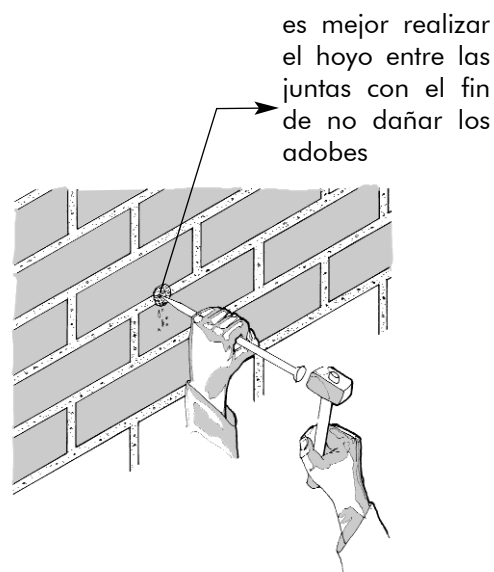
- 1- Construir una viga collar en todo el perímetro del muro si este no tiene muro piñón.
- 2- O solo en la partes que recibe el techo, terminando en las extremidades con una llave incrustada al muro piñón.

MURO DE PIÑÓN

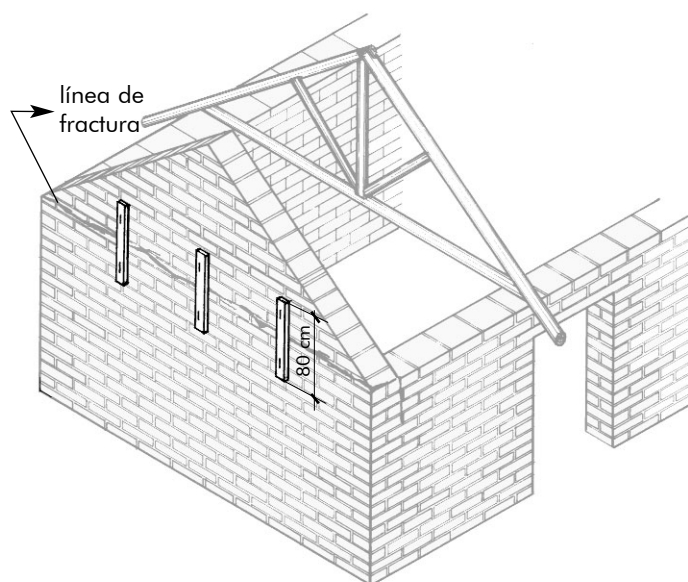
Alternativa 1. Reparación del piñón



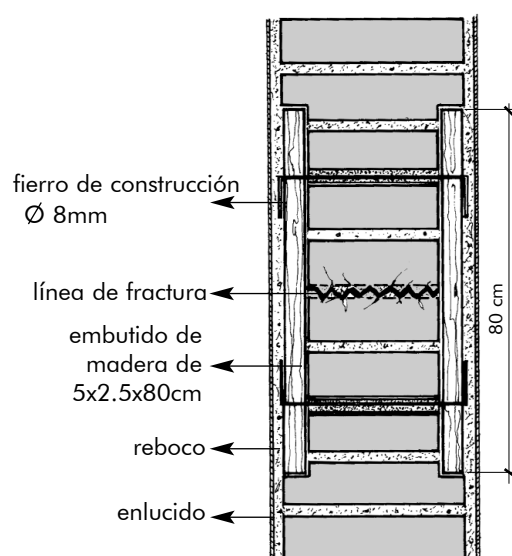
Después de un sismo es frecuente constatar la rotura del muro piñón, ya que por regla general este está libre, sin arriostres.



Para la instalación de las llaves se aconseja perforar el muro para hacer hoyos de unos 5 cm de diámetro con el fin de colocar los hierros de construcción embebidos con mortero de cemento.



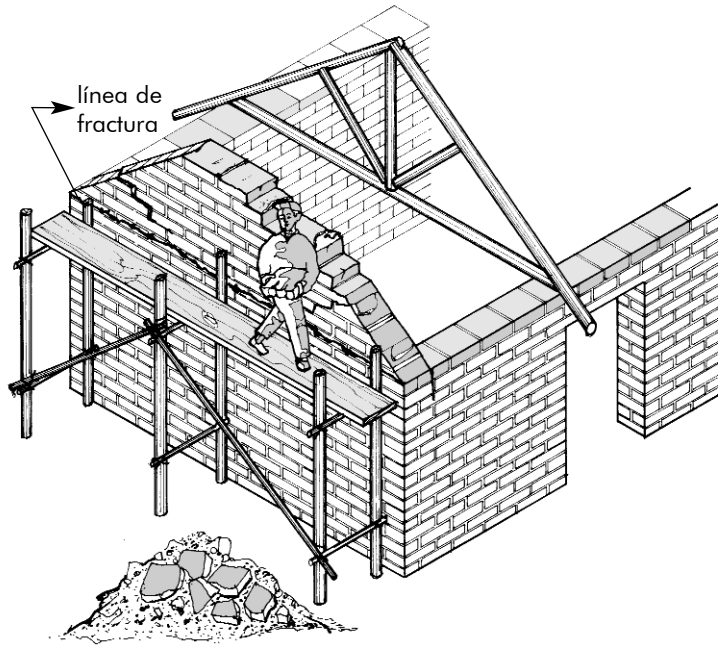
Si en la evaluación constatamos que el piñón presenta la rotura pero que se encuentra estable y a plomo entonces procedemos a reparar y reforzar con llaves transversales a la línea de rotura.



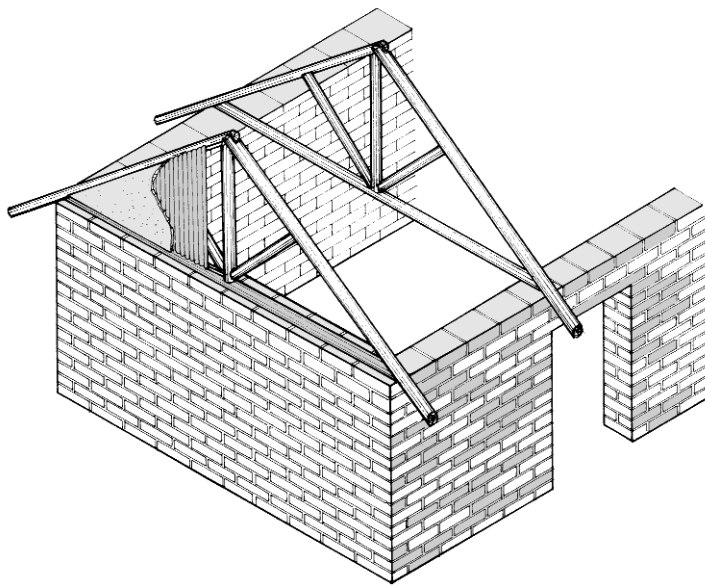
Detalle de instalación de la llave transversal a la línea de rotura.

MURO DE PIÑÓN

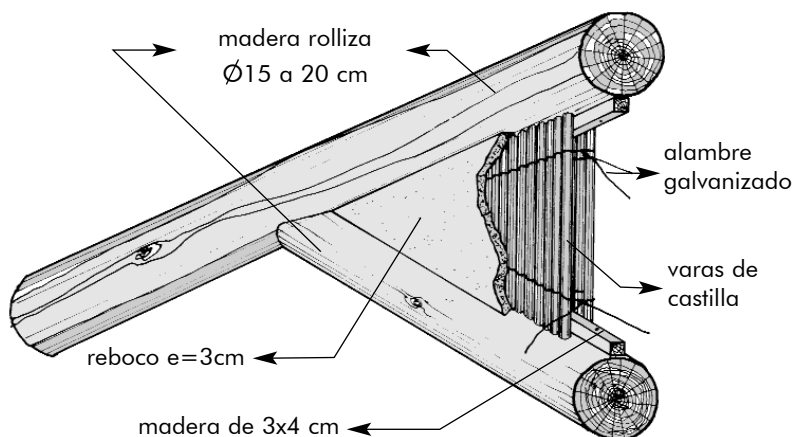
Alternativa 2. Piñón aligerado



Si el sismo ha causado estragos en el muro piñón y una parte de este ha colapsado, entonces es recomendable realizar su desmontaje y cambiarlo por una cercha o tijeral-piñón que será mucho más ligero y resiste mejor frente a un sismo.



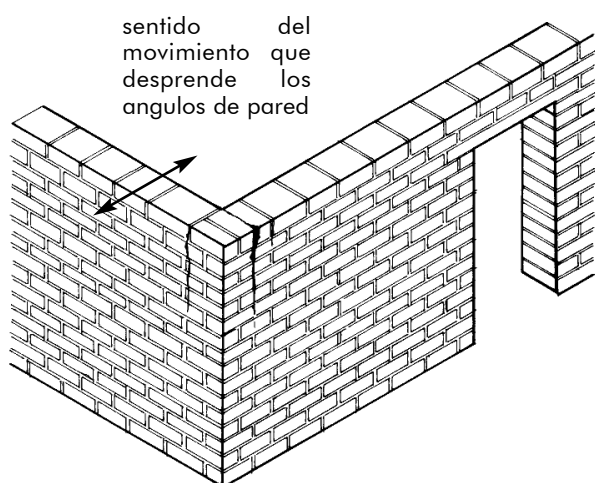
La estructura de techo resuelta con la técnica de bahareque, que consiste en hacer un entramado con varas de cañas o similar revestidas con mortero de barro.



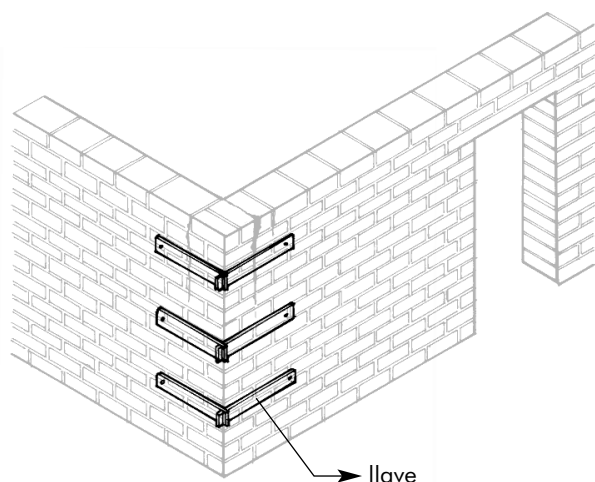
Este detalle de la estructura piñón nos permite ver más de cerca como se va desarrollando la solución con varas de caña de castilla amarradas con alambre galvanizado y revestidas con mortero de tierra.

ANGULOS DE PAREDE

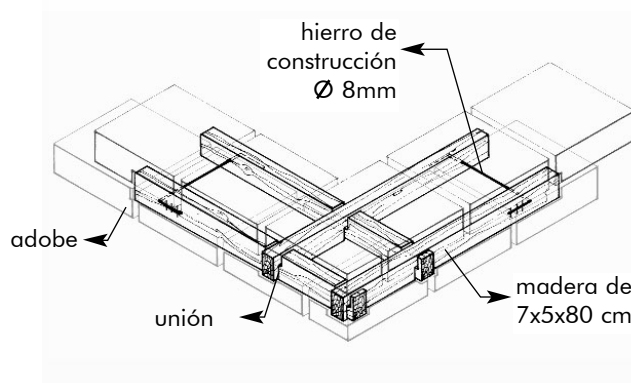
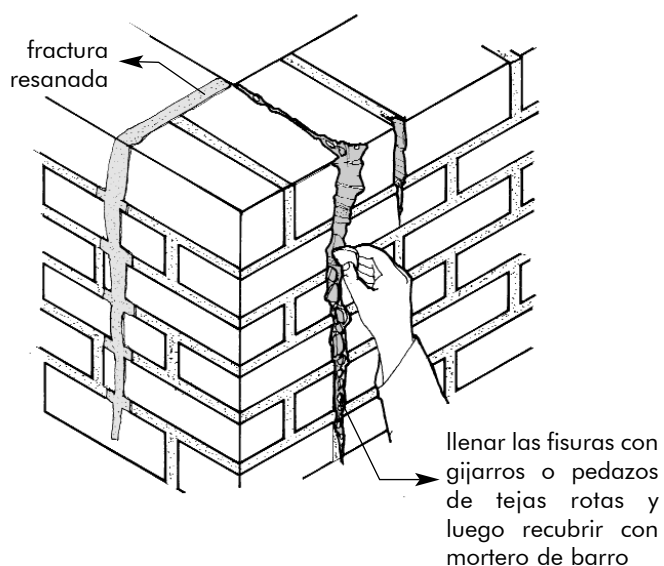
Alternativa 1. Reforzamiento con llaves



Una zona débil frente a los sismos son los encuentros de las esquinas, sobre todo cuando estos no cuentan con un cuatrapeado correcto.



Si las fisuras no son importantes y que no existen desprendimientos entonces se podrá reparar colocando llaves. Se recomienda colocarlas cada de 5 hiladas y siempre aprovechando las juntas. El corte del muro para la colocación de las piezas de madera que conformarán la llave debe hacerse con mucho cuidado tratando de dañar lo menos posible los adobes. Luego se recubrirán con mortero de barro y paja los espacios que queden entre la llave y el muro.

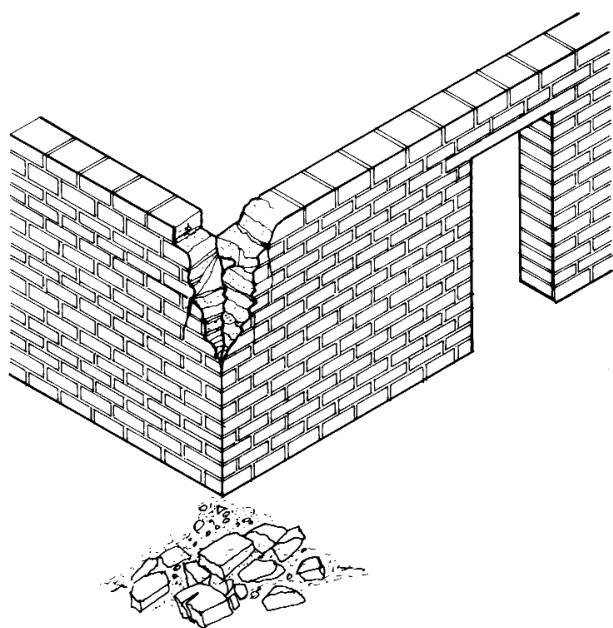


Detalle de la llave

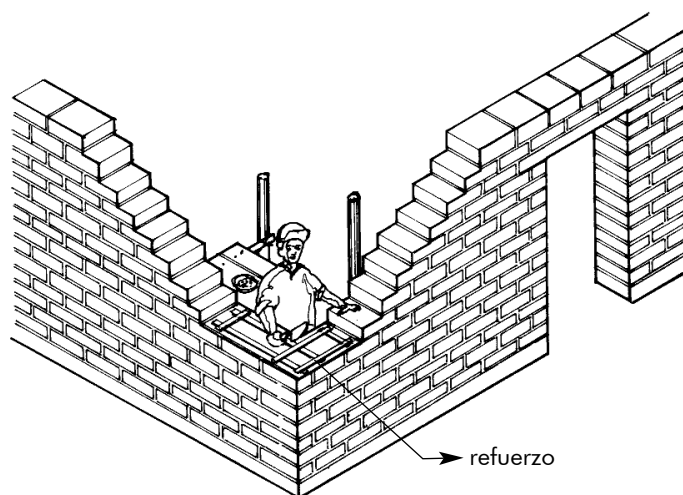
Esta unión de la madera se hará con el tipo "macho-hembra", (emblocado).

ENCUENTROS DE MUROS

Alternativa 2: Desmontaje y Reconstrucción

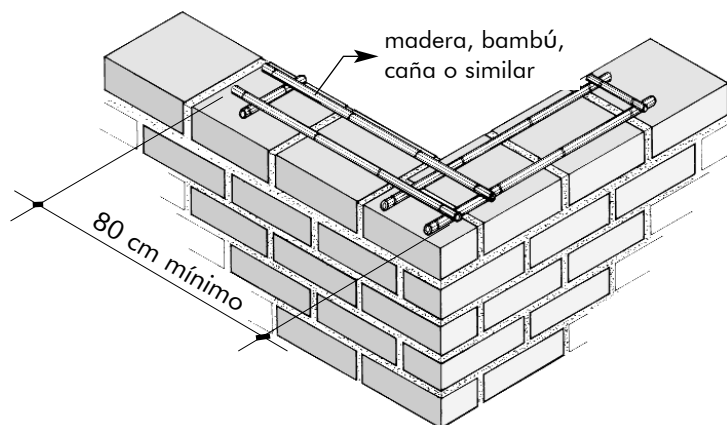


Cuando los encuentros presenten daños de mayor importancia, como el colapso de sus partes, entonces debemos proceder a una reparación más profunda y delicada.



Primero se desmonta el muro en forma de "escalera" por ambos lados y luego con adobes nuevos se levanta el muro nuevamente y para evitar que vuelvan a ocurrir estos daños debemos colocar cada 4 hiladas un refuerzo (llave), que quedará embebida en el muro.

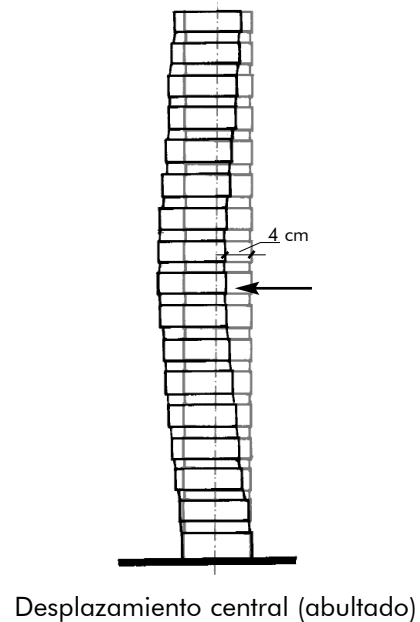
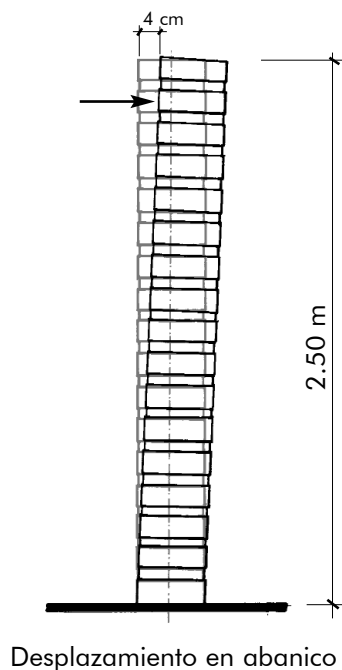
Otra opción será de reconstruir con contrafuertes o machones, para esto se debe empezar desde las fundaciones.



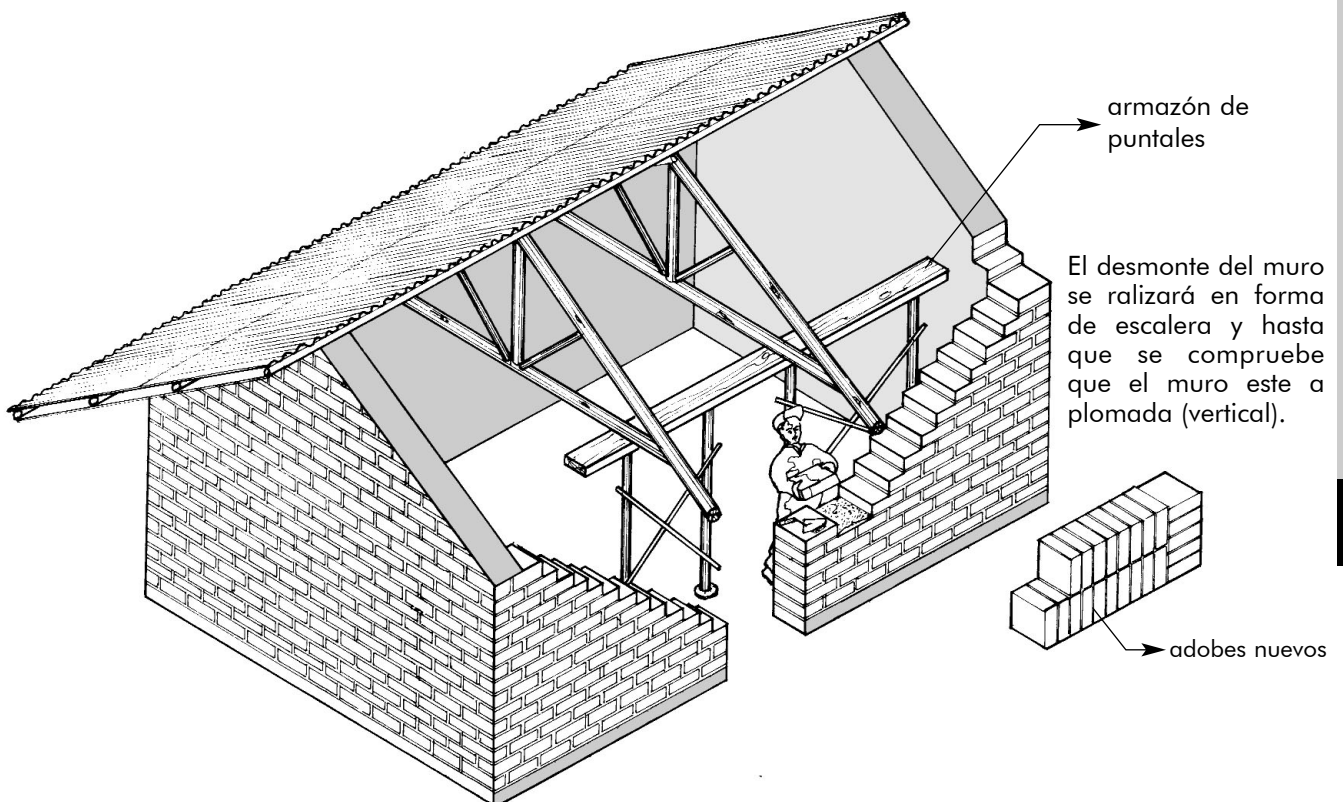
En este detalle del refuerzo podemos ver una alternativa de "llave" factible pues la solución es con varas o cañas, su comportamiento frente al sismo es eficaz. También se pueden utilizar otros materiales o técnicas, madera, bambú o malla con concreto

MUROS

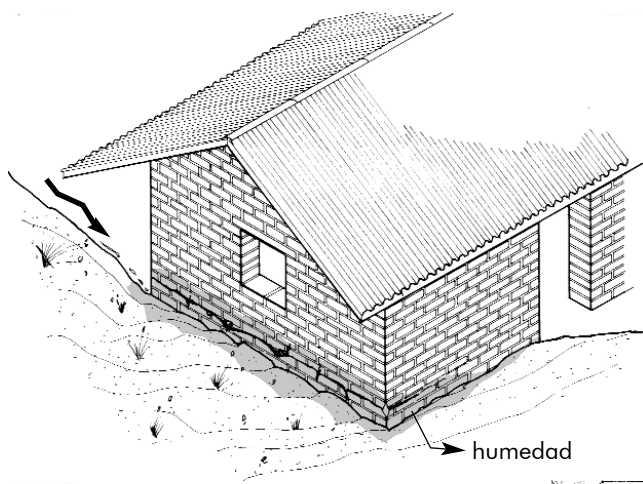
Después de un sismo, si un muro sufre desplazamientos y tiene un desplome de un valor del 2% por metro lineal entonces será necesario desmontarlo o demolerlo completamente ya que con este valor de desplome el muro pierde toda su capacidad portante. Para esto se debe desmontar el muro verificando antes la estabilidad del techo previamente apuntalado.



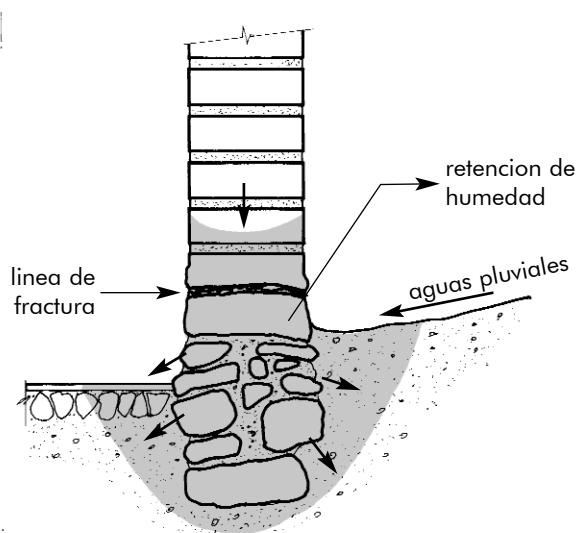
Si existe un desplome menor del 1% y los muros no presentan daños o fisuras diagonales que lo atraviezen completamente, se puede reparar las partes afectadas.



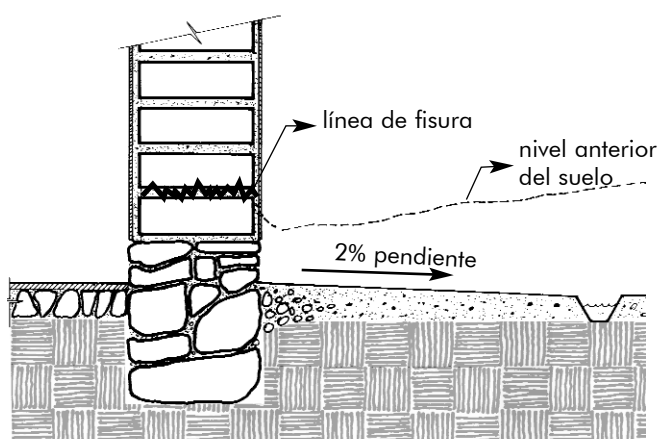
CIMENTOS Y SOBRECIMENTOS



Una de las causas más frecuentes de deterioro de los muros de una vivienda es que estos se encuentren en contacto directo con el suelo, y por tanto lo convierte en un elemento vulnerable al paso de un sismo.



Ejemplo: muros que afrontan suelos con pendientes en dirección del muro. Cimientos y sobrecimientos de mala calidad e inestables, propensos a asentamientos por efectos de humedad y mala calidad de los suelos.



Alternativa 1: Limpieza y Nivelación

Si después de un sismo el muro presenta fisuras por tramos y los adobes se encuentran en buen estado entonces debemos eliminar la tierra que cubre el muro hasta encontrar el sobrecimiento y dejar el nivel del suelo en un mínimo de 10cm por debajo del sobrecimiento.

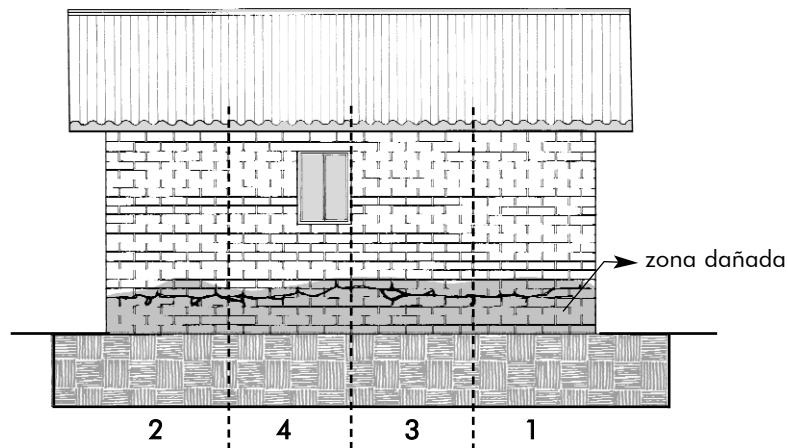


Alternativa 2: Demolición y Reconstrucción

Si después del sismo la base del muro presenta desprendimientos, fisuras en todo el muro y hundimientos que hacen peligrar la estabilidad del muro entonces debemos:

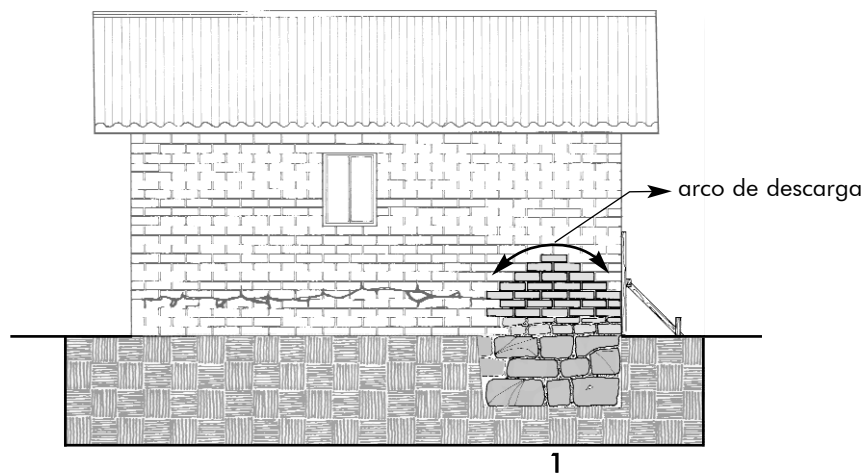
Desmontarlo, previo apuntalamiento, y reconstruir desde los cimientos una nueva pared.

ETAPAS DE REPARACION DE MUROS

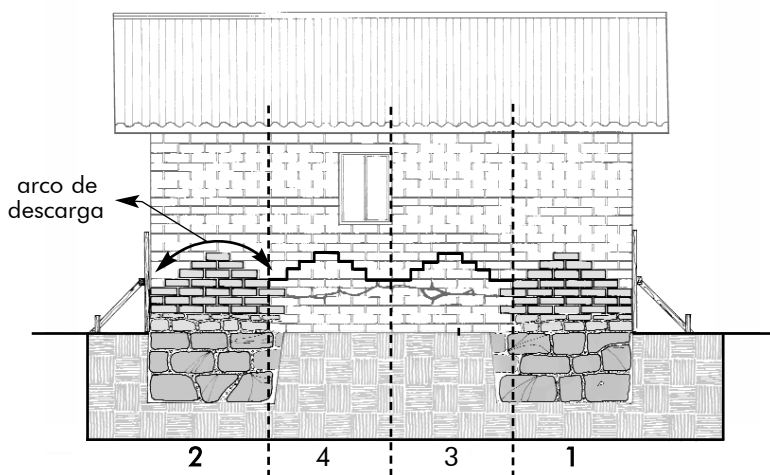


La manera correcta de reparar un muro dañado en su longitud es por partes o etapas:

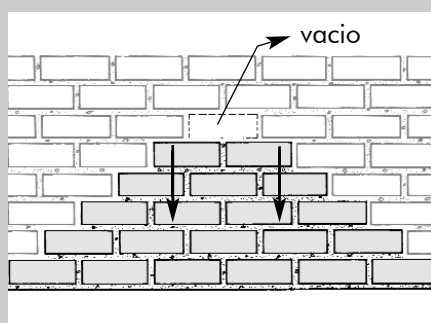
Primero: dividir la longitud de la zona dañada en distancias de 1.20m -1.50m, comenzando por los extremos.



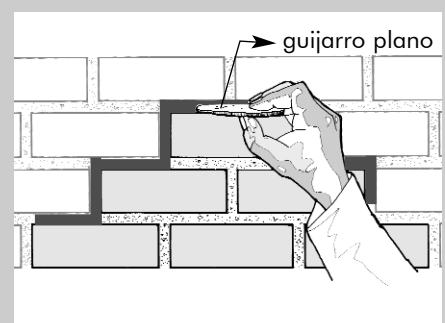
Segundo: una vez dividido el muro se procede al apuntalamiento únicamente lateral. Luego se desmonta la primera parte seleccionada formando el llamado **arco de descarga**. Después iniciar la reconstrucción de la cimentación y sobrecimiento (si estos estaban afectados o no existían), y finalmente el muro.



Tercero cambiar de posición hacia el otro extremo a fin de estabilizar la vivienda y así sucesivamente terminar las partes seleccionadas, posición 3 y posición 4.

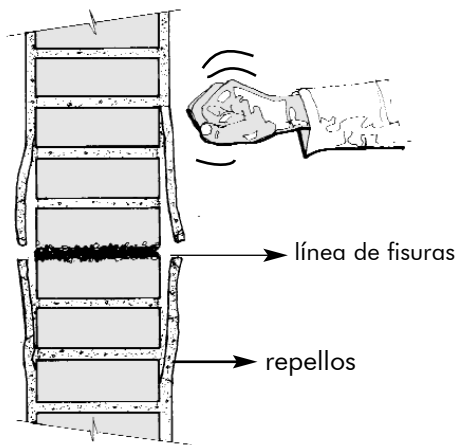


-antes de colocar el ultimo adobe dejar secar el muro con el fin de que se asiente y tome su posición final. (retracción y peso propio)
-una vez colocado el ultimo adobe es importante colocar en la junta superior algunos guijarros planos con el propósito de estabilizar el muro en forma integral.



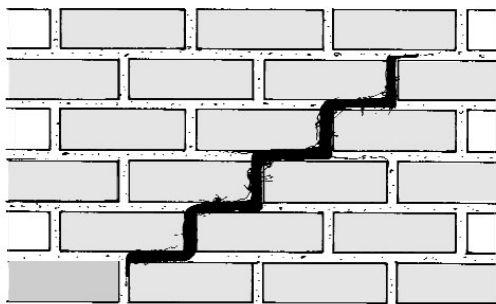
REPARACION DE REPELLOS

Después de un sismo una pared presenta fisuras que corresponden a los efectos típicos que produce el sismo. Si una vivienda cuenta con un repello este también sufrirá fisuras y desprendimientos.



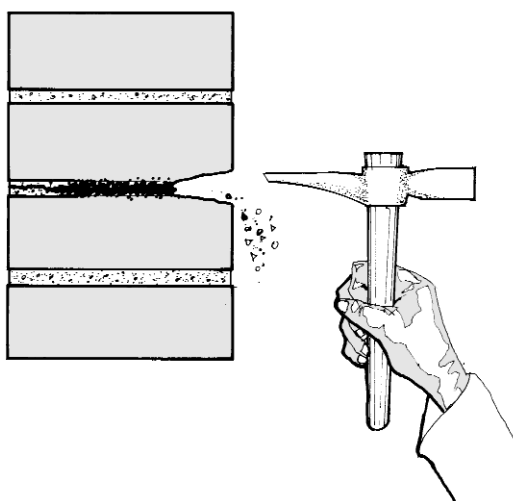
Verificar los daños

Verificar las partes del repello que están desprendidas mediante pequeños golpes de puño, si suena vacío es que está desprendido, seguidamente eliminar el repello dañado.



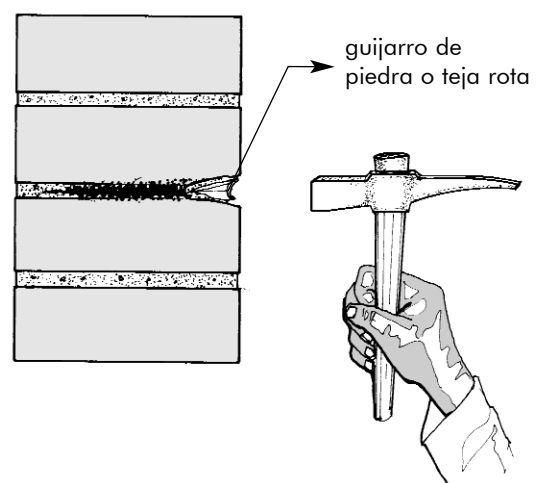
Eliminar el repello suelto

Eliminando las partes dañadas del repello podremos verificar mejor la importancia de las fisuras que tiene el muro y así valorar su reparación.



Limpiar

Antes de reparar el repello se procede a reparar la fisura del muro, haciendo una limpieza en la línea de fisura.



Rellenar

Se colocan algunos pedazos de piedra o de tejas rotas, se introducen con cierta presión y luego se cubre con el mortero de barro. Después de seco se realiza el repellado de manera que empareje con el existente.