

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO EN VIVIENDAS AFECTADAS POR SISMOS

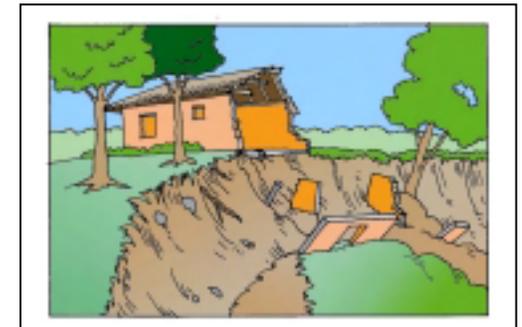
INTRODUCCIÓN

Una vivienda puede verse afectada por diferentes causas casi siempre asociadas a causas naturales. Resulta importante identificar las causas principales de los daños en la vivienda para garantizar que las intervenciones propuestas efectivamente solucionen el problema presentado y evitar que se presenten los mismos daños en un futuro cercano. Las causas más usuales de daño en vivienda son las siguientes: Terremotos, Deslizamientos, Asentamientos y deformaciones del suelo, cauces de ríos y quebradas muy cercanos, vientos fuertes, deterioro natural

Terremotos



Deslizamientos

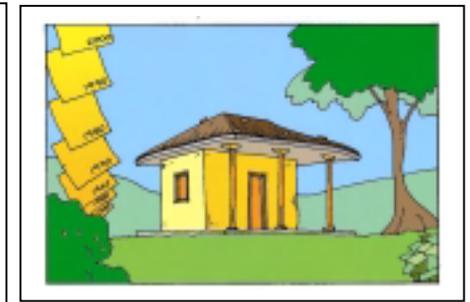
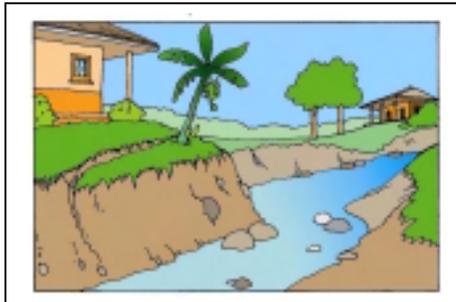
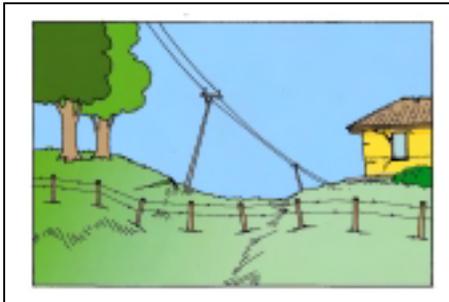


Asentamientos y deformaciones del suelo

Cauces de ríos y quebradas muy cercanos

Vientos fuertes

Deterioro natural



*Para adelantar la reparación de los daños de una vivienda se debe identificar claramente las causas de los mismos. El presente documento hace referencia **ÚNICAMENTE A DAÑOS CAUSADOS POR TERREMOTOS** aunque puede adaptarse fácilmente a otro tipo de daños con la participación de un ingeniero.*

ELEMENTOS SUSCEPTIBLES A SUFRIR DAÑOS EN VIVIENDAS

Los elementos susceptibles a sufrir daños en viviendas de mampostería son los muros (largos y cortos), las vigas y los entrepisos. A continuación se presentan ejemplos del tipo de daños que puede presentarse en cada uno de estos tipos de elementos y cómo a partir de esto puede establecerse una calificación global del daño de la edificación.

Mampostería No Reforzada

Muros cortos o Pilastras

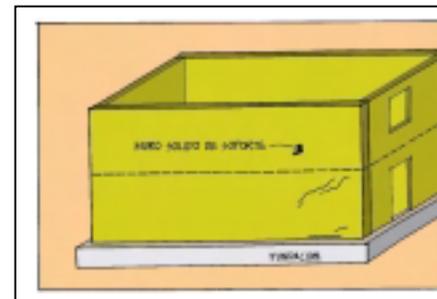
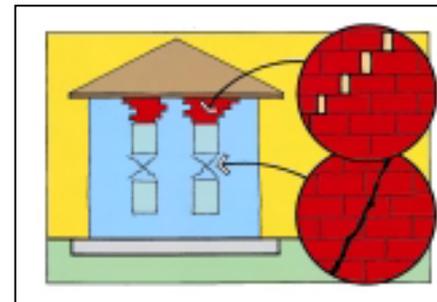
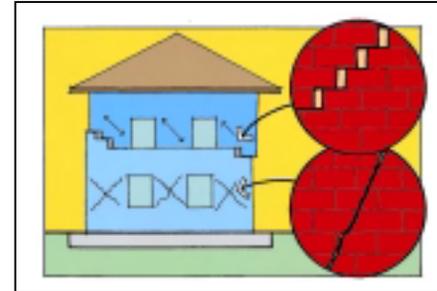
Se trata de elementos de mampostería de relativa poca longitud, en general en cercanías de aberturas de puertas y ventanas y que conforman pilas de mampostería. La deformación horizontal y por lo tanto los daños principales se concentran en las pilas.

Vigas, dinteles, antepechos

Se trata de elementos de mampostería complementarios que conforman normalmente vigas, dinteles o antepechos y que acumulan deformaciones y/o daños al ser mas débiles que los muros cortos o pilastras adyacentes.

Muros fuertes

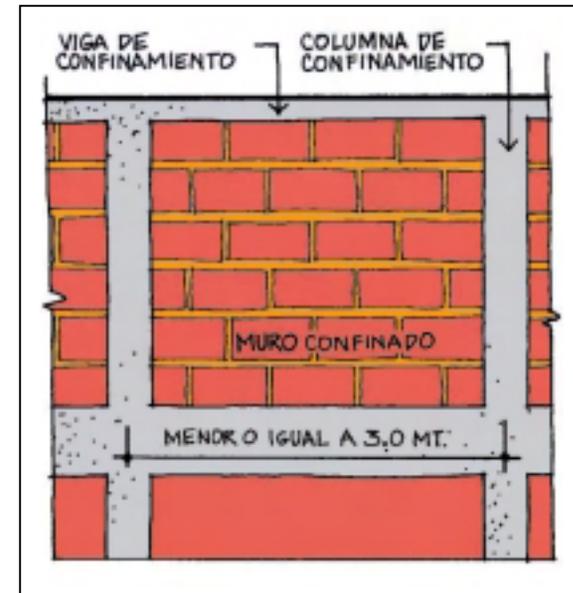
Se trata de muros de mampostería de longitud apreciable y en los que normalmente no se presentan aberturas. Presentan un comportamiento elástico de cuerpo rígido funcionando en general como un voladizo empotrado en la cimentación.



Mampostería Confinada

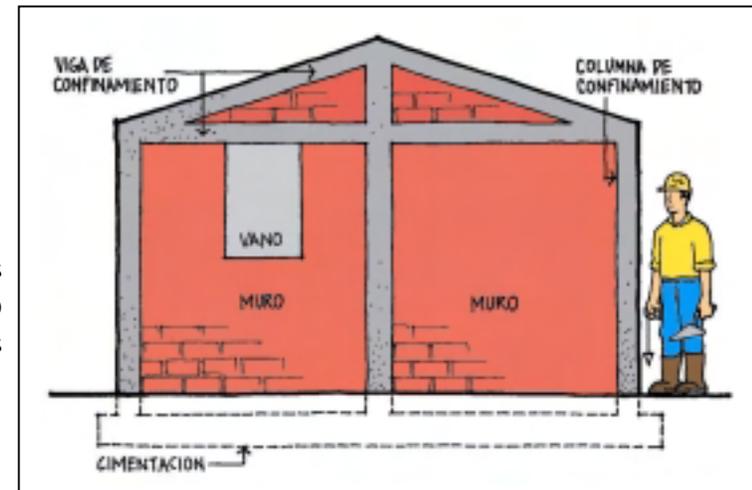
Paneles

Se trata de los muros de mampostería no reforzada contenidos entre marcos de concreto reforzado de confinamiento. Los paneles pueden presentar agrietamientos en diagonal o pueden presentar tendencia a la falla en dirección perpendicular al plano del muro.



Elementos de confinamiento (vigas y columnas)

Vigas y columnas de confinamiento que tienen como función reforzar los paneles de mampostería no reforzada. Estos elementos de confinamiento pueden fallar por corte, por tensión, por compresión o por efectos combinados principalmente como consecuencia del agrietamiento del panel interior.



Mampostería Reforzada

Muros fuertes

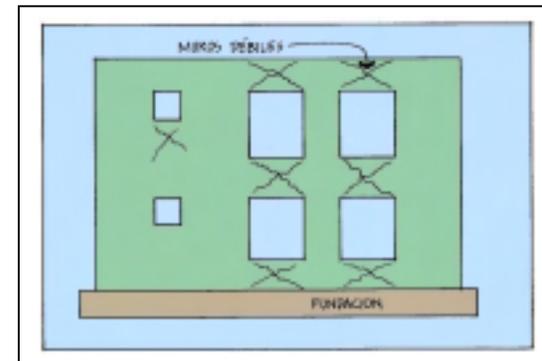
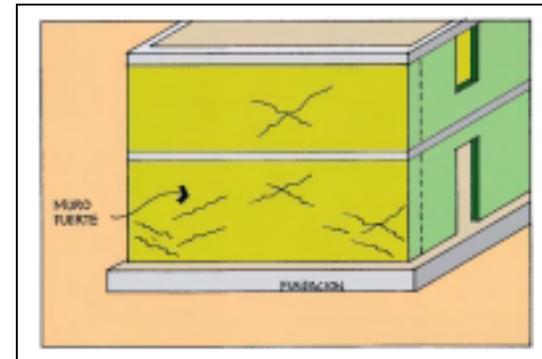
Se trata de muros de mampostería reforzada cuyo funcionamiento en general es equivalente a un muro en voladizo empotrado en la base y cuya capacidad está controlada en general en su base (falla a flexión y/o a cortante). En algunos casos pueden estar unidos a otros muros fuertes mediante vigas de conexión relativamente débiles.

Muros Débiles

Muros de mampostería reforzada que son en general más débiles que las vigas que los conectan. En general la capacidad del sistema está controlada por la capacidad a corte de los muros lo cual se manifiesta comúnmente con grietas diagonales en los mismos.

Vigas, dinteles, antepechos

Todos los elementos anexos a los muros tales como vigas, dinteles y antepechos son susceptibles a sufrir daños debido a los desplazamientos horizontales que ocurren en el sistema estructural principal.



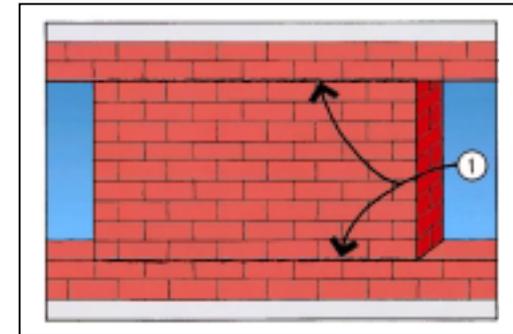
CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO EN ELEMENTOS INDIVIDUALES

Muros cortos o pilastras (Rotación del muro)

Mampostería no reforzada

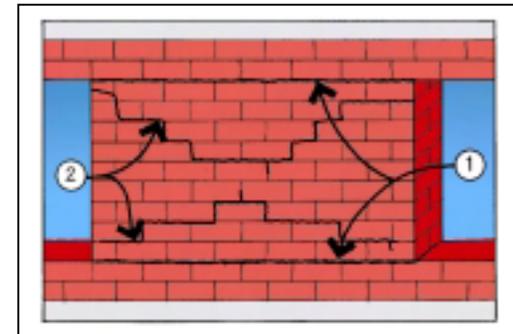
DAÑOS LEVES

1. Pequeñas grietas y mortero fisurado en las juntas horizontales en el extremo superior e inferior de la pila.



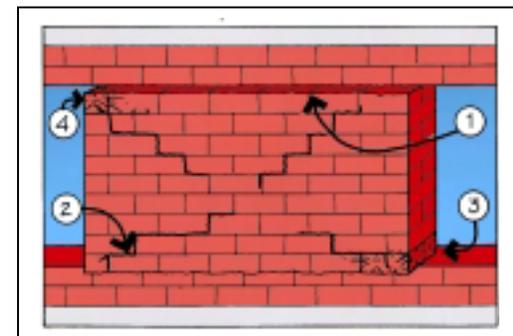
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas moderadas y mortero fisurado en las juntas horizontales en el extremo superior e inferior de la pila.
2. Posibles grietas y mortero fisurado en las juntas de pega dentro de la pila pero las juntas horizontales no se abren.



DAÑOS SEVEROS

1. Posible movimiento en el plano o fuera de el, en la parte superior e inferior de las pilas.
2. Unidades de mampostería rotos y fisurados en las esquinas de la pila
3. Grietas y mortero fisurado en las juntas horizontales en el extremo superior e inferior de la pila.

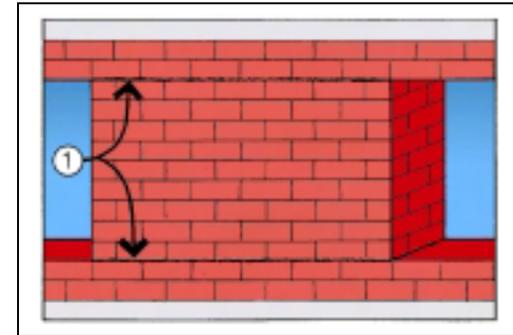


Muros cortos o pilastras (Deslizamiento de las juntas horizontales)

Mampostería no reforzada

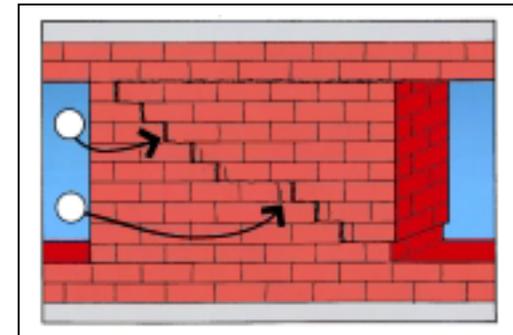
DAÑOS LEVES

1. Mortero agrietado y fisurado en la parte superior e inferior de las uniones. Grietas en forma escalonada pero no continuas a través de la pila se han iniciado pero no hay desplazamiento horizontal. No se presentan grietas en las unidades de mampostería.



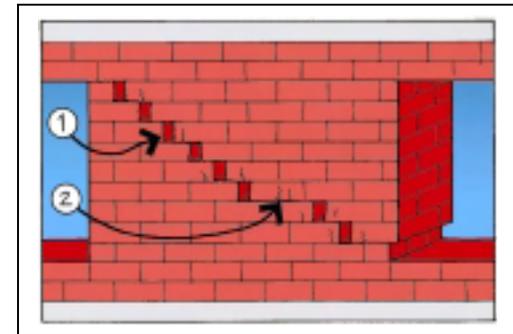
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas horizontales y mortero fisurado en las juntas horizontales indican que ha ocurrido un desplazamiento horizontal a lo largo de las grietas y se crea un mecanismo de rotura escalonado con aberturas en las juntas de 6 mm.
2. El 5% de las hiladas tienen grietas en las unidades de mampostería.



DAÑOS SEVEROS

1. Grietas horizontales y mortero triturado en las juntas horizontales indican que ha ocurrido un desplazamiento horizontal a lo largo de las grietas y se crea un mecanismo de rotura escalonado con aberturas en las juntas de aprox 12 mm.
2. Más del 10% de las hiladas tienen grietas en las unidades de mampostería.

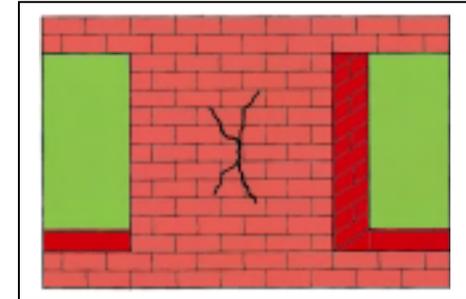


Muros cortos o pilastras (Mecanismo de tensión diagonal)

Mampostería no reforzada

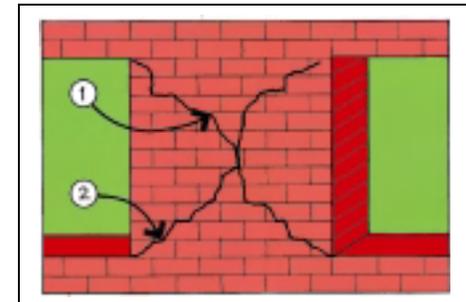
DAÑOS LEVES

1. Grietas diagonales pequeñas en unidades de mampostería en un poco menos del 5% de las hiladas.



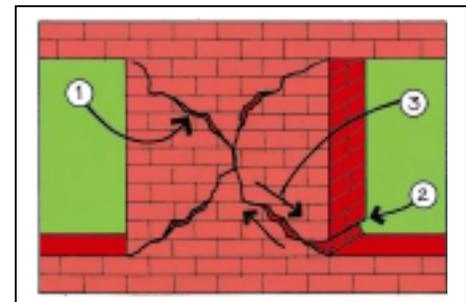
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas diagonales en la pila, muchas de las cuales van a través de las unidades de mampostería con grietas de ancho menor a 6 mm.
2. Las grietas diagonales llegan a alcanzar las esquinas. No se presentan roturas o fisuras en las esquinas de la pila.



DAÑOS SEVEROS

1. Grietas diagonales en la pila, muchas de las cuales van a través de las unidades de mampostería con grietas de ancho superior a 6 mm.
2. Se presentan roturas y fisuras secundarias en las esquinas de la pila.
3. Movimientos secundarios a lo largo o a través del plano de rotura.
4. Desprendimiento de partes de mampostería.

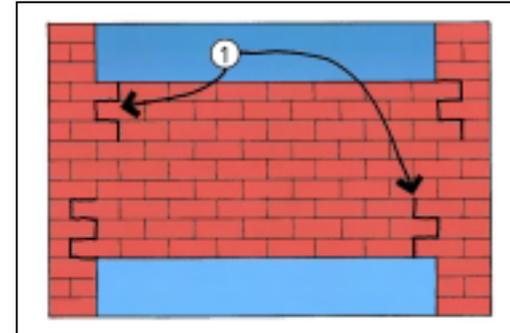


Vigas, dinteles, antepechos (rotación en elementos de soporte)

Mampostería no reforzada

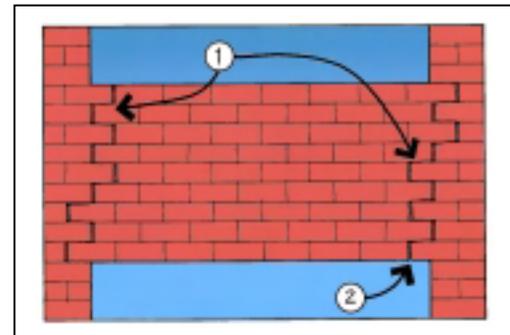
DAÑOS LEVES

1. Grietas pequeñas escalonadas y mortero fisurado en los extremos de la viga en las partes superior e inferior de las uniones sobre la tercera hilada en los extremos del antepecho. No se presentan grietas en las unidades. Solo se evidencian separaciones relativas en los elementos de soporte.



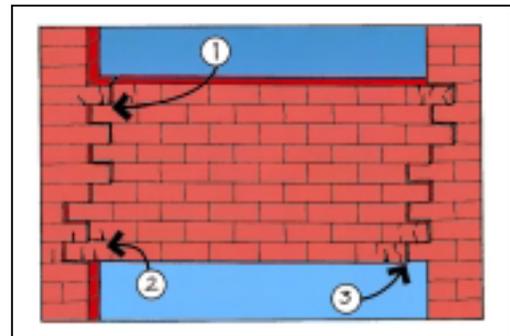
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas moderadas escalonadas y mortero fisurado en los extremos de la viga en la parte superior e inferior de las uniones. Las grietas indican que ha ocurrido un desplazamiento horizontal en el plano y se presentan aberturas en las juntas de pega de aprox 6 mm. No se presentan grietas en las unidades de mampostería.
2. No se presenta desplazamiento vertical de la viga.



DAÑOS SEVEROS

1. Grietas escalonadas y mortero fisurado en los extremos de la viga en la parte superior e inferior de las uniones. Las grietas indican que ha ocurrido un desplazamiento horizontal en el plano y se presentan aberturas en las juntas de pega de aprox. 12 mm). No se presentan grietas en las unidades de mampostería .
2. Posible deterioro de las unidades superiores y extremas de la viga pero no hay deslizamientos verticales en la misma. Posible rotación de la viga con respecto a la pila de soporte.

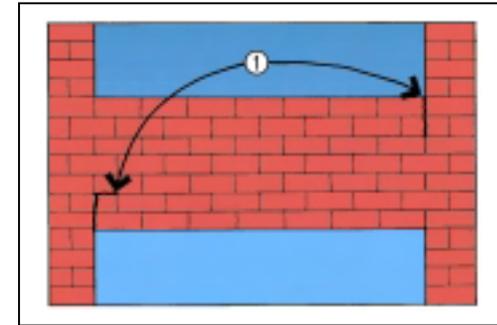


Vigas, dinteles, antepechos (rotación y eventual desplazamiento relativo en elementos de soporte)

Mampostería no reforzada

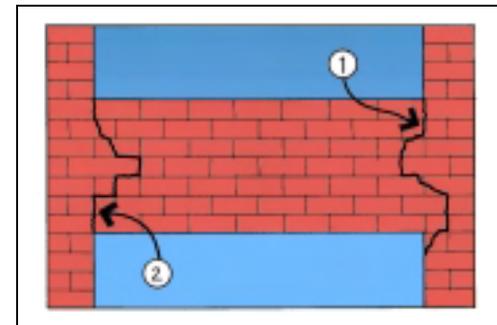
DAÑOS LEVES

1. Predominan grietas verticales y mortero fisurado en una o dos unidades en el extremo de la viga.



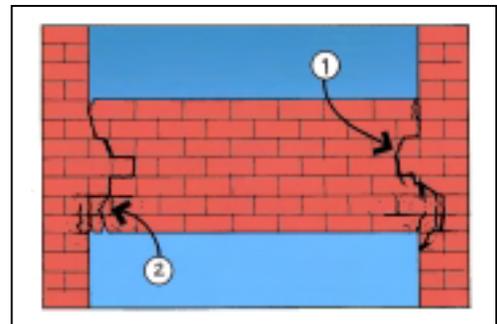
DAÑOS MODERADOS

1. Predominan grietas verticales y mortero fisurado a través de la profundidad total de cada extremo de la viga. Se presentan grietas que atraviesan las unidades de mampostería.
2. Algún deterioro de las unidades en el extremo inferior de la viga pero no se presentan movimientos verticales de la misma.



DAÑOS SEVEROS

1. Predominan grietas verticales y mortero fisurado a través de la profundidad total de cada extremo de la viga. Sobre 1/3 de las hiladas las grietas van a través de las unidades de mampostería.
2. Se presenta gran deterioro de las unidades en el extremo inferior de la viga con movimientos verticales de la misma.

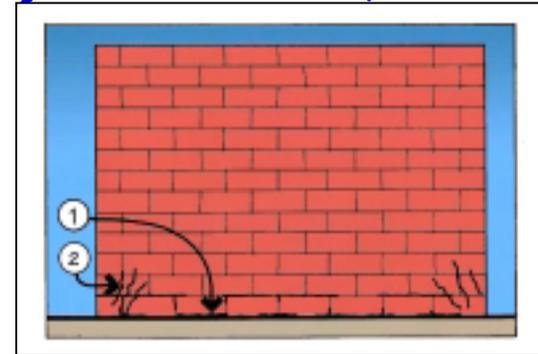


Muros fuertes (flexión/rotura de la base/desplazamiento de las juntas horizontales)

Mampostería no reforzada

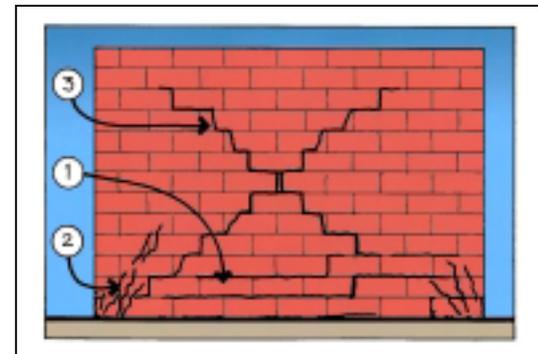
DAÑOS LEVES

1. Grietas horizontales pequeñas en las juntas horizontales en los talones del muro.
2. Grietas orientadas diagonalmente y fisuras secundarias en el talón del muro.



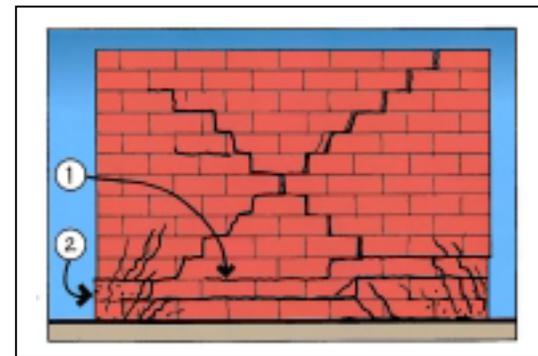
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas horizontales y mortero fisurado en las juntas horizontales indican que ha ocurrido un desplazamiento horizontal a lo largo de las grietas y se crea un mecanismo de rotura escalonado con aberturas en las juntas de aprox. 6 mm.
2. Grietas diagonales y rotura en el talón del muro. Las grietas se extienden en varias hiladas.
3. Grietas orientadas diagonalmente algunas de las cuales atraviesan las unidades de mampostería.



DAÑOS SEVEROS

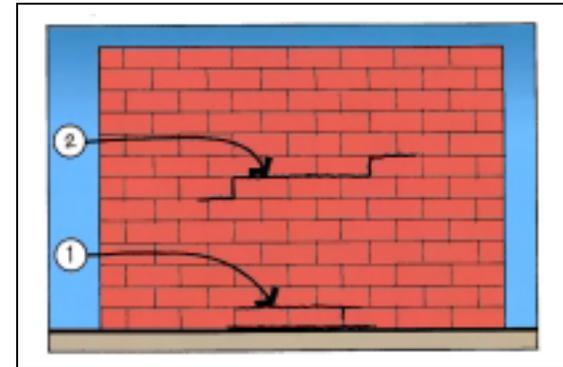
1. Grietas horizontales cerca de la base del muro similar al nivel de daño moderado excepto que el ancho es de aprox. 12mm .
2. Grietas orientadas diagonalmente y grietas en la base del muro. Las grietas se extienden en varias hiladas. Se presentan grietas a través de las unidades de mampostería. Se presentan roturas locales de la mampostería.
3. Grietas diagonales que tratan de combinar mecanismos de colapso. Pueden atravesar piezas de mampostería.



Muros fuertes (Grietas por flexión/ Rotura de la base)

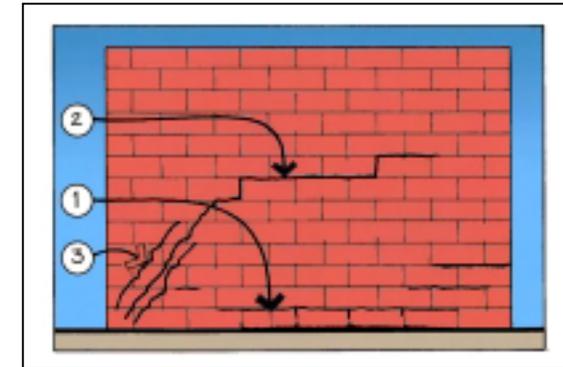
DAÑOS LEVES

1. Grietas horizontales pequeñas en las juntas horizontales en el talón del muro.
2. Grietas en la porción central del muro. No se presentan desplazamientos horizontales a lo largo de la grieta y el plano de rotura no es continuo a través de la grieta. No hay mecanismo completo. No se presentan roturas en las unidades de mampostería.



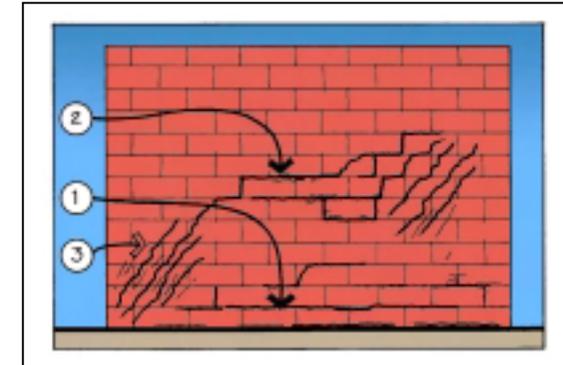
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas moderados horizontales en las juntas horizontales en el talón del muro.
2. Roturas horizontales en grietas de la parte central del muro. Se presentan algunos desplazamientos horizontales a lo largo de la grieta.
3. Grietas diagonales que se prolongan hacia los talones del muro y tratan de conformar mecanismo general.



DAÑOS SEVEROS

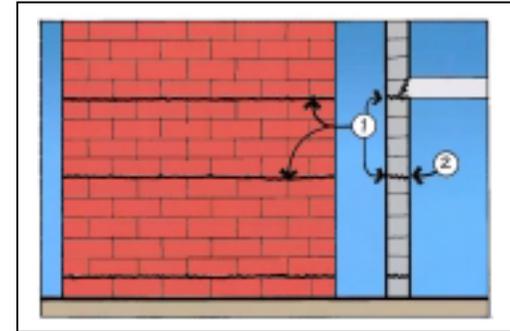
1. Grietas horizontales en las juntas horizontales en el talón del muro.
2. Roturas horizontales en grietas en la parte central del muro. Se presentan grandes desplazamientos horizontales a lo largo de la grieta.
3. Grietas diagonales en la base del muro que pueden atravesar las unidades de mampostería. Algunas de ellas pueden generar rotura de partes de la mampostería.



Muros fuertes (Flexión fuera del plano del muro)

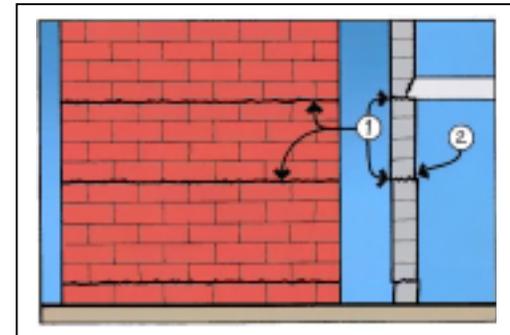
DAÑOS LEVES

1. Grietas pequeñas en las pegas de unión con el piso o cubierta y en la mitad de la altura de los pisos.
2. No se presentan desplazamientos horizontales fuera del plano o rotura de mortero a lo largo de las grietas.



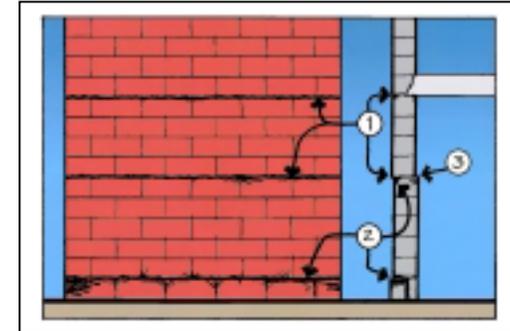
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas moderadas en las pegas de unión con el piso o cubierta y en la mitad de la altura de los pisos las cuales pueden presentar roturas en el mortero.
2. Desplazamiento fuera del plano a lo largo de grietas con anchos menores a unos 3 mm.



DAÑOS SEVEROS

1. Grietas en las líneas del piso/cubierta y en la mitad de la altura de los pisos las cuales pueden presentar fisuras en el mortero.
2. Fisuras en los extremos de las unidades a lo largo del plano de rotura.
3. Desplazamientos horizontales fuera del plano a lo largo de grietas con desplazamientos del orden de 12 mm.

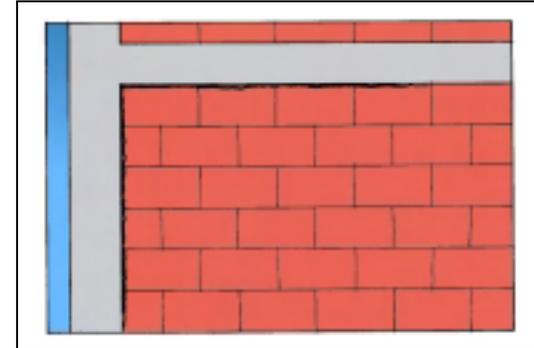


Paneles (rotura y fisuración en las esquinas)

Mampostería Confinada

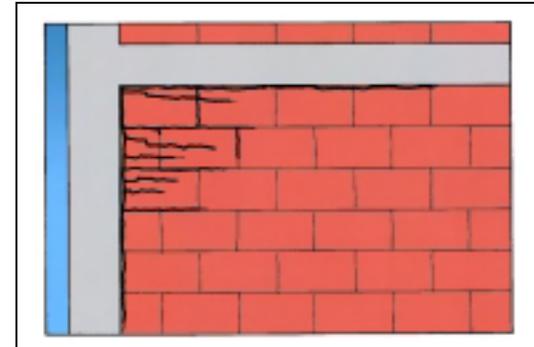
DAÑOS LEVES

1. Separación del mortero alrededor del perímetro del panel y rotura del mortero cerca de las esquinas del panel.



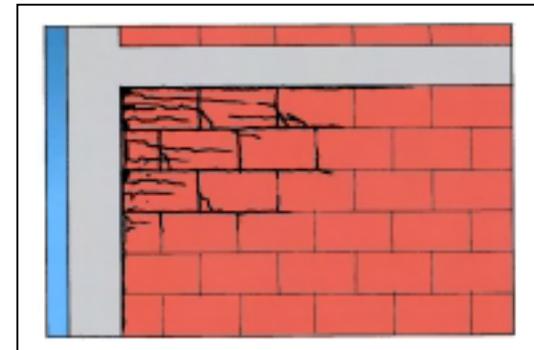
DAÑOS MODERADOS

1. Rotura del mortero, grietas en unidades de mampostería incluyendo movimientos laterales de las fachadas.



DAÑOS SEVEROS

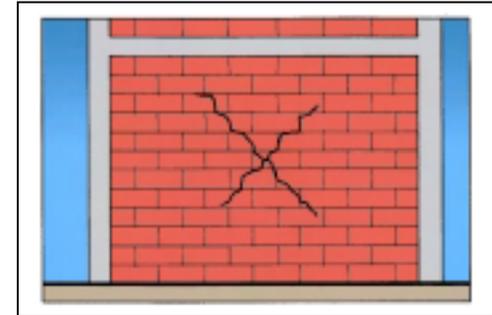
1. Pérdida de partes de la mampostería en las esquinas y total fisuramiento de las fachadas. Roturas diagonales y/o deslizamientos de las juntas.



Paneles (Tensión diagonal)

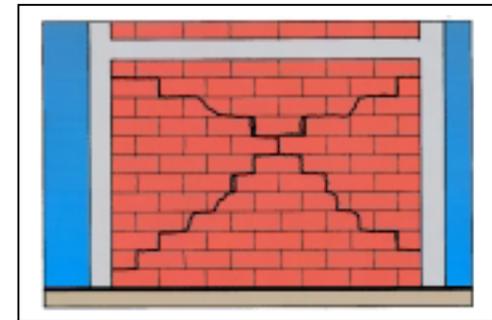
DAÑOS LEVES

1. Roturas pequeñas en forma de diagonales en las unidades de mampostería. Están asociadas con fallas por adherencia entre el mortero y el bloque. Las grietas se concentran en la zona central del panel.



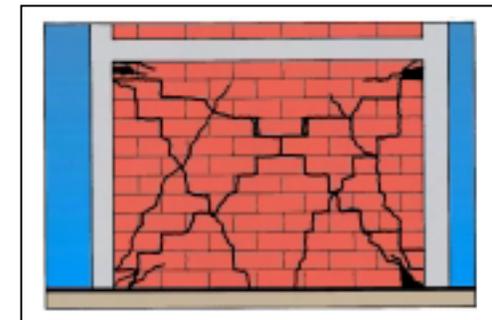
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas moderadas totalmente extendidas a lo largo de diagonales siguiendo las hiladas del mortero escalonadamente. En ocasiones se propagan a través de las piezas de mampostería. Se presentan algunas roturas y desprendimientos de mortero. Las grietas permanecen relativamente cerradas debido al confinamiento provisto por los marcos de concreto reforzado.



DAÑOS SEVEROS

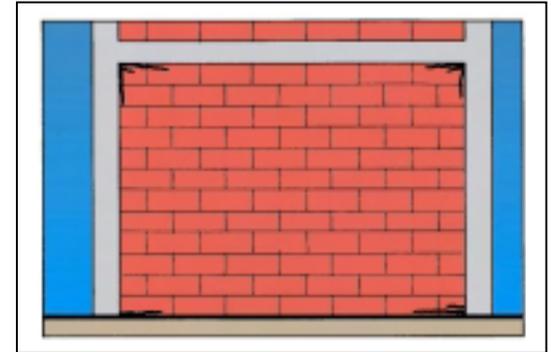
1. Las grietas tienen anchos del orden de 3 mm y están usualmente conectadas con las esquinas deterioradas. Se presentan pérdidas del mortero en zonas de alta compresión. Se presentan varias grietas diagonales. Se presenta con frecuencia rotura en las unidades de mampostería.
2. Partes de la mampostería y/o morteros pueden deteriorarse completamente y caerse por fuera del plano del muro. Deterioro avanzado del muro.



Paneles (*Desplazamiento de las juntas horizontales*)

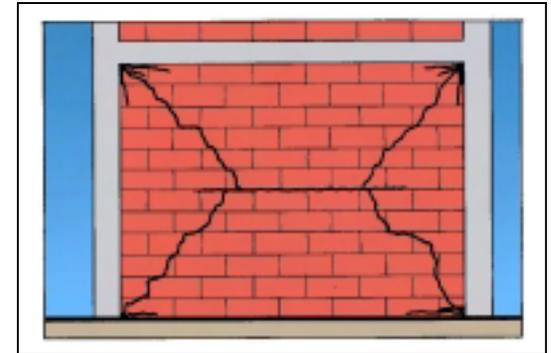
DAÑOS LEVES

1. Roturas del mortero alrededor del perímetro del marco. Esto se nota muy particularmente en las columnas cerca de las esquinas de los paneles.



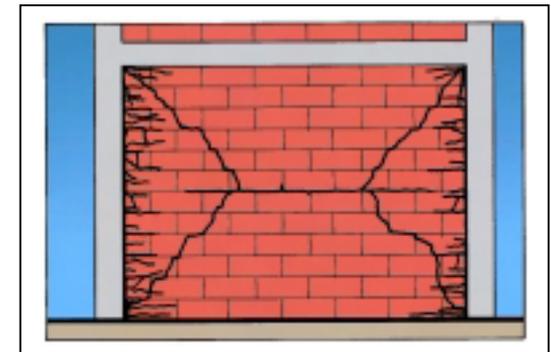
DAÑOS MODERADOS

1. Rotura del mortero y agrietamiento de las unidades de mampostería que se extienden sobre grandes zonas adyacentes a la viga y columna.
2. Presencia de grietas horizontales en la parte central del muro. Conexión con las grietas diagonales en las esquinas del panel.



DAÑOS SEVEROS

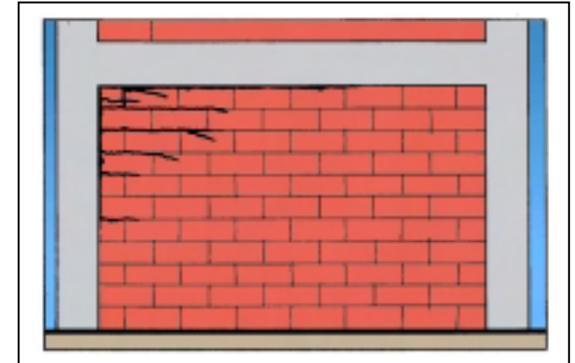
1. Rotura significativa de mortero y piezas que se extienden alrededor del perímetro del marco particularmente a lo largo de la altura de las columnas. Conformación del mecanismo. Desplazamientos horizontales de las juntas.



Paneles (Rotura diagonal y rotura de las esquinas)

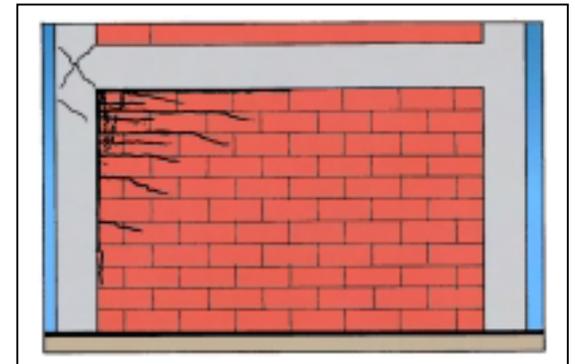
DAÑOS LEVES

1. Separación del mortero alrededor del marco ocurre primero en la interfase viga - panel. Algunas grietas pequeñas pueden ser evidentes a lo largo de las hiladas.



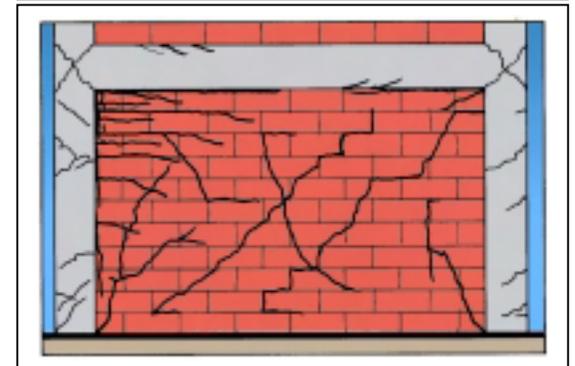
DAÑOS MODERADO

1. Para un marco dúctil (columna fuerte-viga débil) la cedencia del refuerzo longitudinal ocurre primero en la viga con grietas secundarias en las columnas. Roturas por compresión ocurren en los bloques de las esquinas. Algunas grietas pequeñas en X se pueden esperar en la unión viga-columna.



DAÑOS SEVEROS

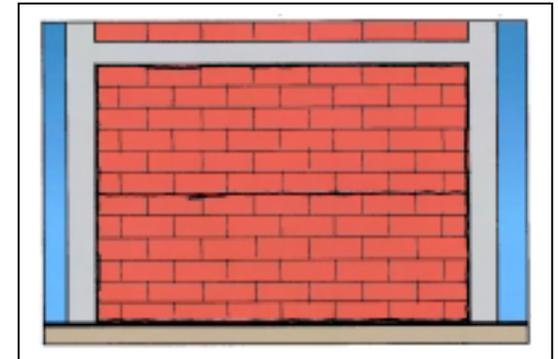
1. Grietas extensas en las zonas de articulación de vigas y columnas llevando a fisurar el concreto del marco. Grietas diagonales pasan a través de las piezas de mampostería. Fisuramiento de los paneles en las esquinas y también a través del plano de corte crítico en la mitad de la altura del mismo.



Paneles (efectos fuera del plano del muro)

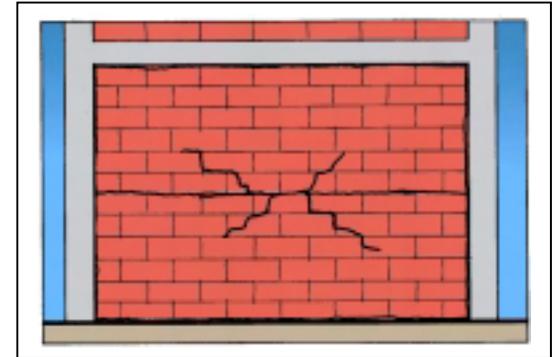
DAÑOS LEVES

1. Grietas por flexión en el mortero alrededor del perímetro con grietas pequeñas en el mortero a la mitad de la altura del panel.



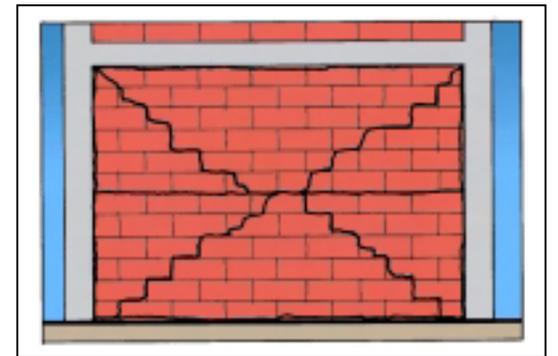
DAÑOS MODERADOS

1. Rotura y pérdida del mortero a lo largo de la parte superior, inferior y en la mitad.
2. Posiblemente roturas en forma de X en el área central del panel.



DAÑOS SEVEROS

1. Roturas severas de esquina a esquina con alguna mampostería sacada fuera del plano. En la parte superior, inferior y en la mitad el mortero se encuentra completamente fisurado o suelto. Hay mampostería sacada fuera del plano. Roturas extendidas en forma de X. Mecanismos de colapso evidentes.



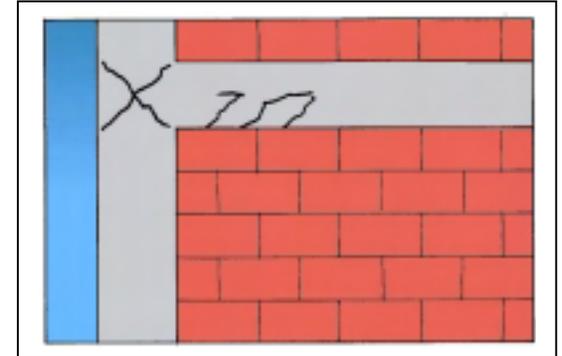
Mampostería Confinada

Columnas de confinamiento (Agrietamiento de la columna por falla a cortante)

Mampostería Confinada

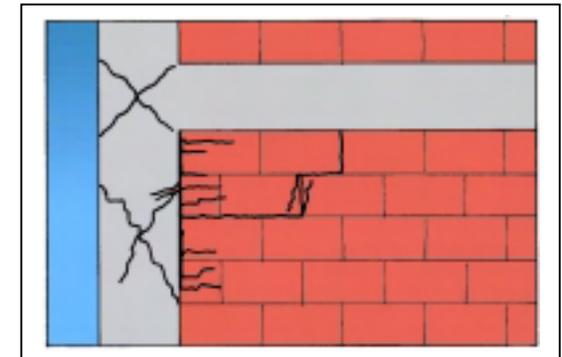
DAÑOS LEVES

1. Varias grietas por flexión se forman en las columnas cerca a la esquina superior del panel.



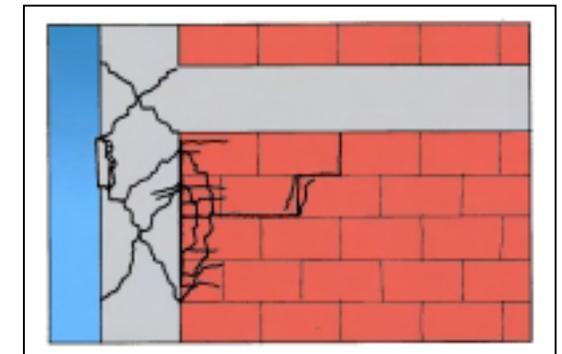
DAÑOS MODERADO

1. Grietas por flexión se convierten a grietas de corte en X sobre una pequeña longitud cerca al extremo de las columnas (generalmente en dos anchos de columna). El recubrimiento del acero de refuerzo en esta zona de la columna se perderá. Algunas roturas asociadas pueden aparecer en el panel.



DAÑOS SEVEROS

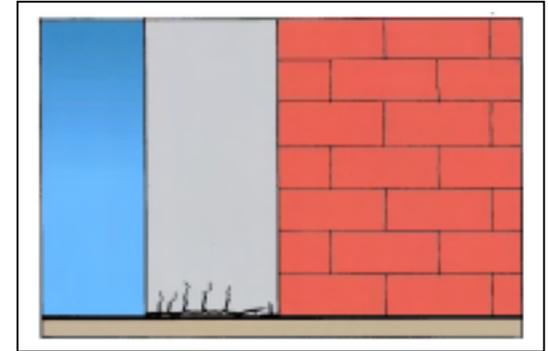
1. Roturas severas en las columnas. Los flejes de las columnas han desarrollado su capacidad y pueden presentarse algunas fallas localizadas en los mismos. Se presentan fisuras en el recubrimiento del concreto y probabilidad de desprendimiento del mismo por zonas.



Columnas de confinamiento (Falla del empalme del traslapo)

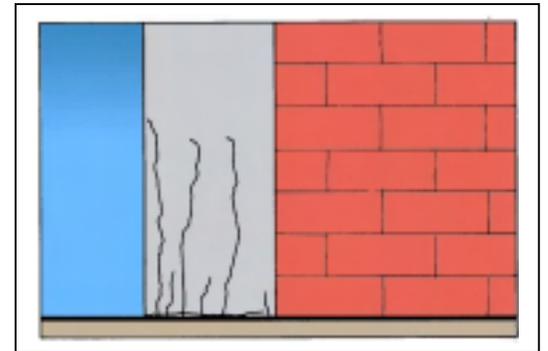
DAÑOS LEVES

1. Grietas por flexión en la placa de piso y grietas verticales pequeñas y leves.



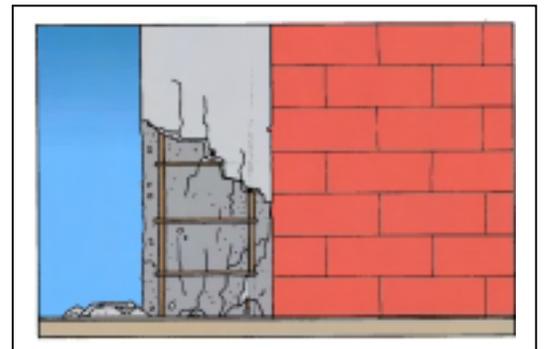
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas por flexión-tensión en el nivel de placa de piso con alguna evidencia de rotura de la base. Grietas longitudinales verticales hacen perder el recubrimiento del concreto en la parte inferior de la columna.



DAÑOS SEVEROS

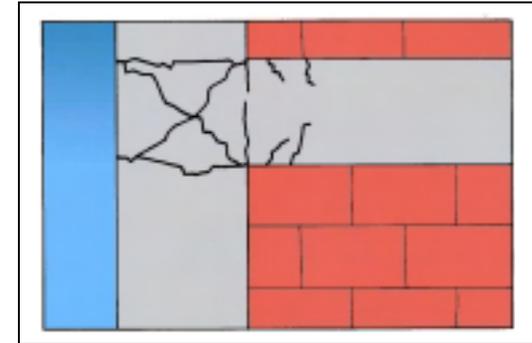
1. Grietas importantes en la zona inferior de la columna.
2. Pérdida del recubrimiento de manera generalizada en las partes inferiores de la columna. Exposición del núcleo de concreto y del acero de refuerzo en la zona que presenta falla por traslapo.



Columnas de confinamiento (Daño en la conexión viga-columna)

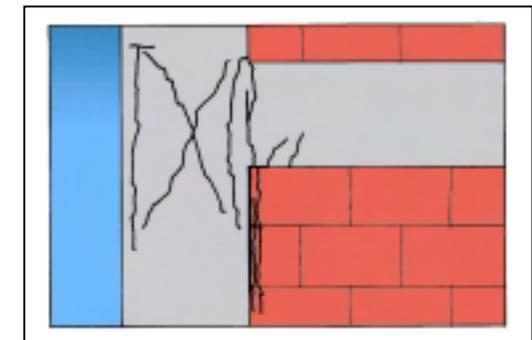
DAÑOS LEVES

1. Grietas pequeñas en forma de X en las uniones.



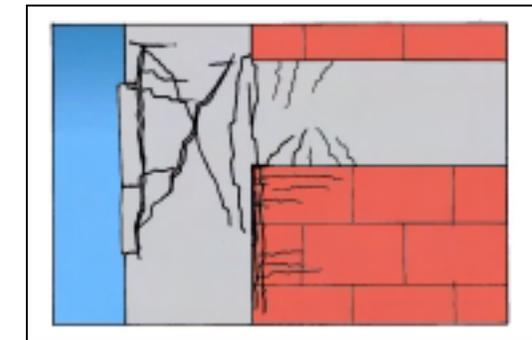
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas generalizadas en forma de X en las uniones viga-columna de confinamiento
2. Tamaño de grietas en el orden de los 3 mm



DAÑOS SEVEROS

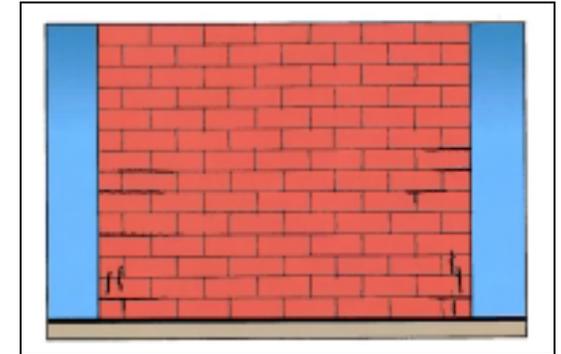
1. Grietas generalizadas en forma de X con anchos aprox de 6 mm. Algún lado de la cubierta puede también fisurarse.
2. Se presenta desprendimiento del concreto de recubrimiento especialmente en la zona exterior de la unión. Fisuración generalizada en la zona de unión.



Muros fuertes (Flexión dúctil)

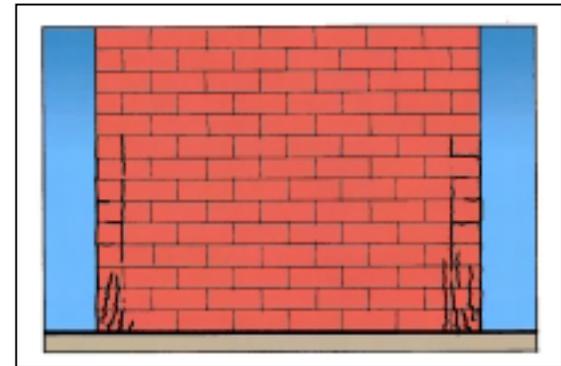
DAÑOS LEVES

1. Las grietas no exceden 3 mm de ancho.
2. Grietas verticales y fisuras leves en las unidades de mampostería



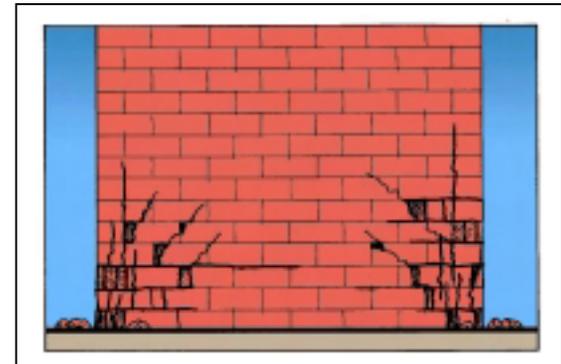
DAÑOS MODERADOS

1. Las grietas no exceden los 5 mm de ancho.
2. Moderada fisuración en las unidades de mampostería y grietas verticales en las esquinas del muro.
3. Refuerzo en estado de fluencia.
4. Desplazamiento permanente no significativo.



DAÑOS SEVEROS

1. Refuerzo en estado de fluencia y eventual rotura
2. Grietas con ancho en el orden de los 6 mm.
3. Grandes desplazamientos permanentes no recuperables.
4. Extensas roturas en las unidades de mampostería por efectos de compresión
5. Refuerzo visiblemente fallado o doblado



Muros fuertes (Flexión / cortante)

Mampostería Reforzada

DAÑOS LEVES

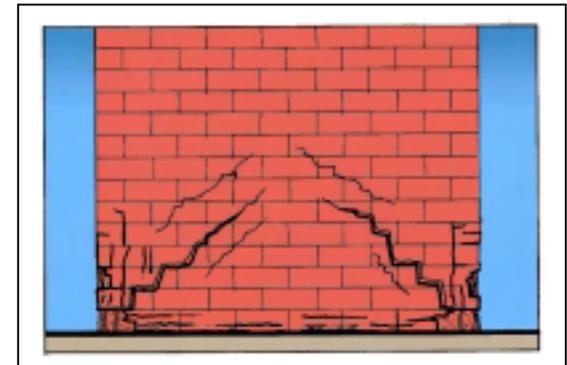
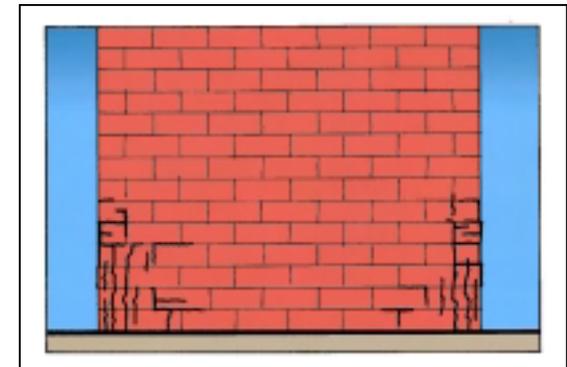
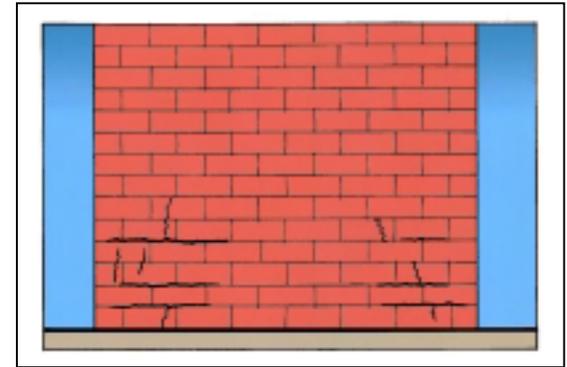
1. Las grietas no excedan los 3 mm.
2. Algunas grietas verticales y fisuras leves en las unidades de mampostería.

DAÑOS MODERADOS

1. Las grietas no exceden los 5 mm.
2. Moderada fisuración en las unidades de mampostería y grietas verticales en las esquinas del muro.
3. Refuerzo en estado de fluencia.
4. Desplazamiento permanente no significativo.

DAÑOS SEVEROS

1. Refuerzo en estado de fluencia y eventual rotura.
2. Grietas con ancho superior a los 6 mm, típicamente concentrados en una sola grieta
3. Grietas diagonales anchas, típicamente concentradas en una o dos grietas.
4. Rotura de la mampostería en la base del muro por efecto de compresión.
5. Refuerzo visiblemente fallado o doblado

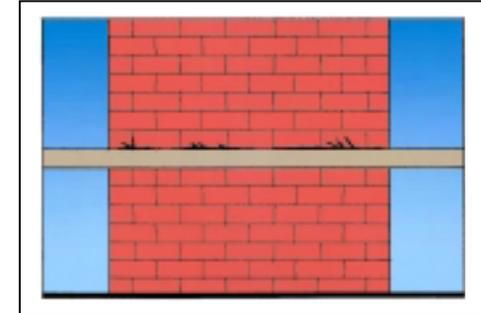


Muros fuertes (Flexión / Deslizamiento por corte)

Mampostería Reforzada

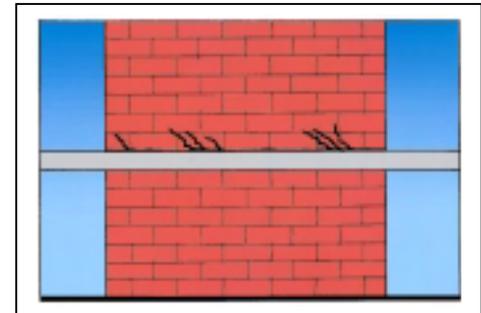
DAÑOS LEVES

1. Grietas que no excedan los 3 mm.
2. Algunas grietas verticales y fisuras leves.



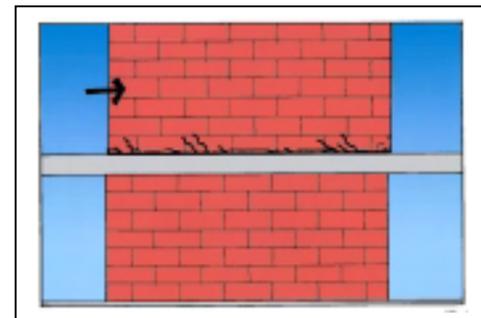
DAÑOS MODERADOS

1. Similar al leve pero con grietas más extensas



DAÑOS SEVEROS

1. Desplazamiento horizontal permanente del muro
2. Roturas y fisuras en la base de la mampostería

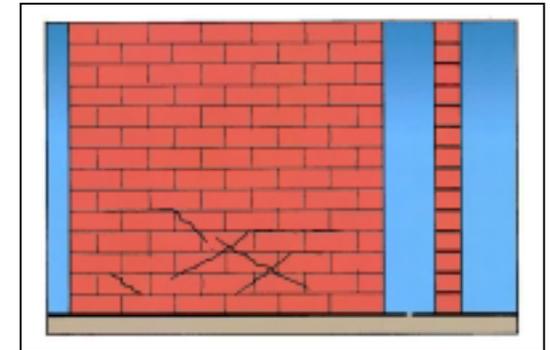


Muros fuertes (Flexión / Inestabilidad fuera del plano)

Mampostería Reforzada

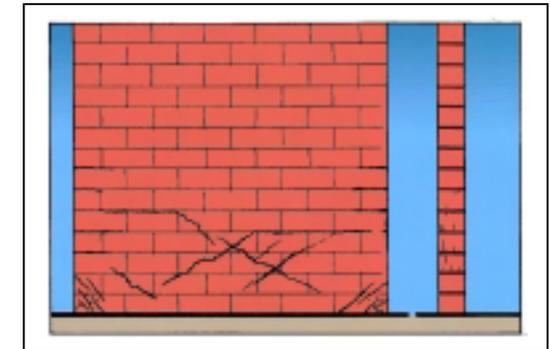
DAÑOS LEVES

1. Las grietas no exceden los 3 mm de ancho.
2. Grietas verticales y fisuras leves en la mampostería.



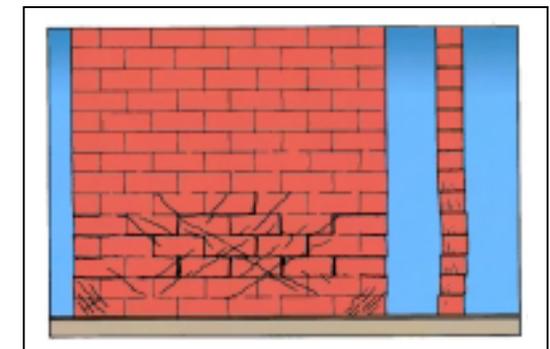
DAÑOS MODERADOS

1. Las grietas no exceden los 5 mm de ancho.
2. Fisuración moderada en las unidades de mampostería y grietas verticales en las esquinas del muro.
3. Refuerzo en estado de fluencia.
4. Desplazamiento permanente no significativo.



DAÑOS SEVEROS

1. Refuerzo en estado de fluencia o eventual rotura.
2. Unidades desplazadas lateralmente.
3. Roturas y fisuras localizado en las unidades.
4. Mecanismos de colapso incipientes.

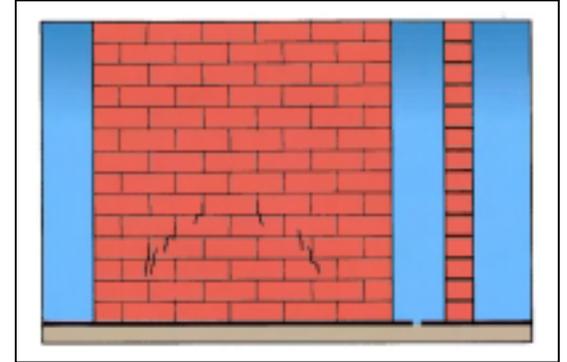


Muros fuertes (Flexión/ Deslizamiento de las uniones traslapadas)

Mampostería Reforzada

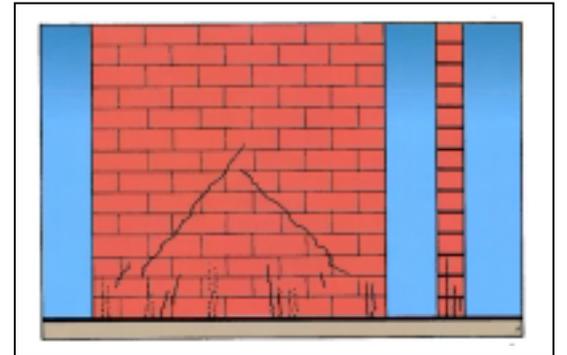
DAÑOS LEVES

1. Las grietas no exceden los 3 mm de ancho.
2. Grietas verticales y fisuras leves en la mampostería.



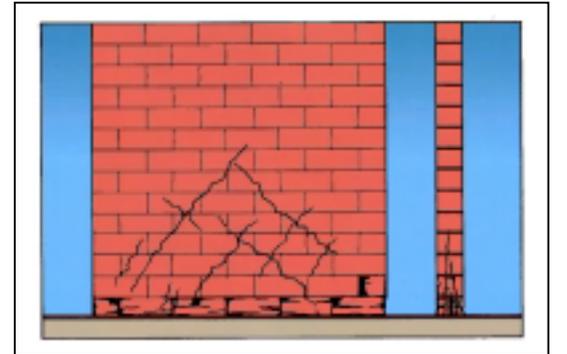
DAÑOS MODERADOS

1. Roturas verticales en la base del muro, particularmente en el ancho del mismo.



DAÑOS SEVEROS

1. Unidades fisuradas en la base del muro y roturas localizadas a compresión.
2. Rotura y desprendimiento de mortero en la base del muro.
3. Mortero pulverizado en la base - tendencia de volcamiento en el muro.
4. Grietas por flexión y/o unidades rotas en la base del muro

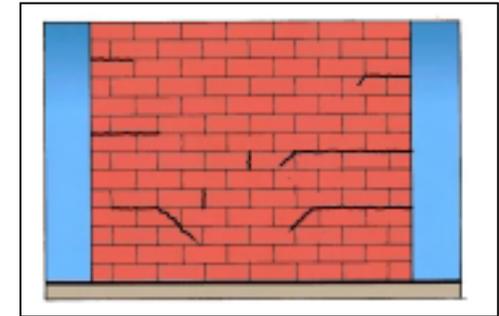


Muros Débiles (Flexión / cortante)

Mampostería Reforzada

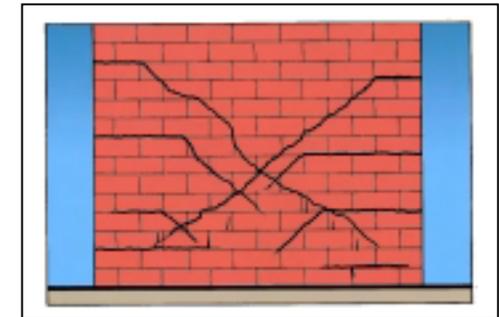
DAÑOS LEVES

1. Las grietas no excedan en los 3 mm de ancho.
2. Grietas verticales y fisuras leves en la mampostería.



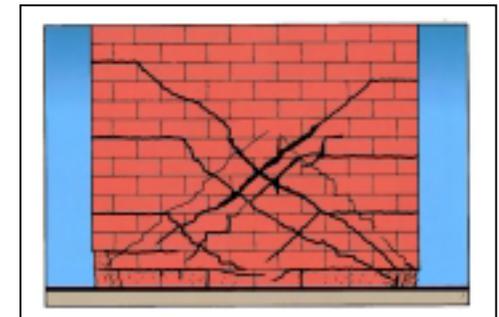
DAÑOS MODERADOS

1. Las grietas no excedan los 5 mm de ancho.
2. Fisuración moderada en las piezas de mampostería del muro y/o grietas verticales en las zonas extremas del muro.
3. Refuerzo en estado de fluencia.
4. Desplazamientos permanentes menores.



DAÑOS SEVEROS

1. Refuerzo en estado de fluencia o eventual rotura.
2. Grietas que exceden los 6 mm y se concentran normalmente en una sola grieta.
3. Grietas diagonales anchas típicamente concentradas en una o dos grietas
4. Grandes roturas y fisuras en la base del muro, visible desprendimiento del mortero en la base del muro y en las zonas de grietas.

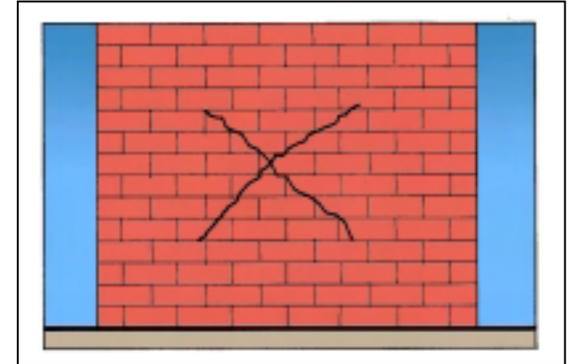


Muros Débiles (Cortante puro)

Mampostería Reforzada

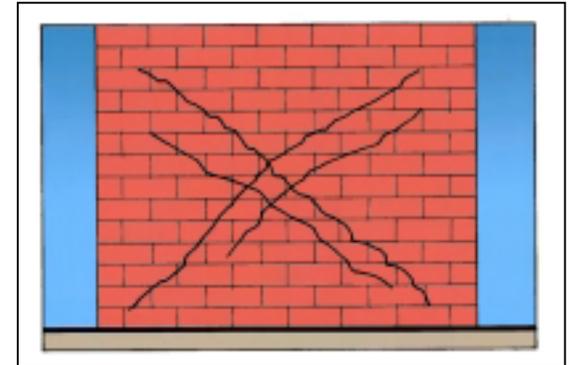
DAÑOS LEVES

1. Las grietas no exceden los 2 mm
2. Grietas verticales y fisuras leves en el centro del muro
3. Pequeñas grietas diagonales



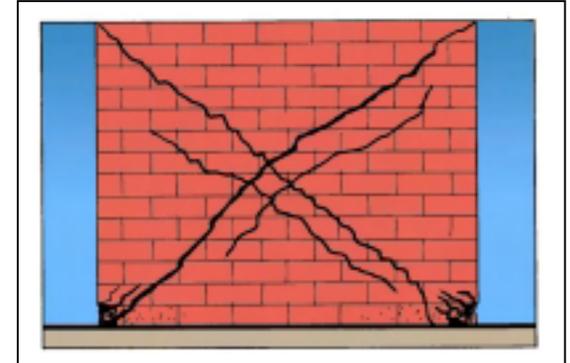
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas que no exceden los 2 mm
2. No se presenta fisuración en las piezas de mampostería de las fachadas o en las grietas verticales de las regiones extremas
3. Pueden haber varias grietas diagonales pero hay en general una grieta dominante



DAÑOS SEVEROS

1. Grieta única dominante de ancho mayor a los 10 mm en diagonales del muro.
2. Fallamiento localizado en las esquinas inferiores del muro

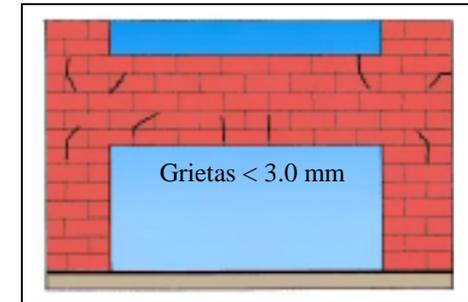


Mampostería Reforzada

Vigas Débiles (Flexión / Cortante)

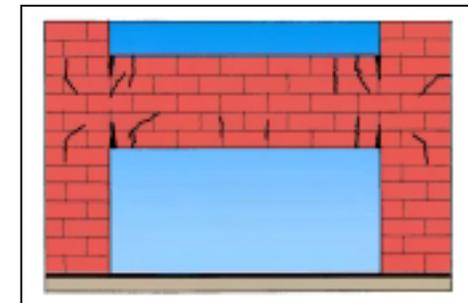
DAÑOS LEVES

1. Las grietas no excedan en general los 3 mm de ancho.
2. Fisuras leves verticales y en diagonal en las uniones de las vigas y elementos de soporte.



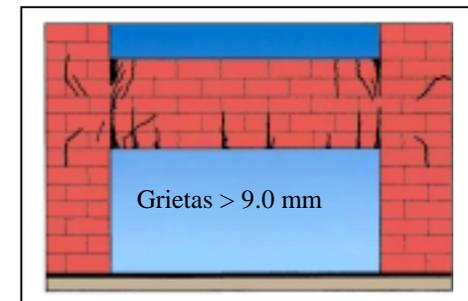
DAÑOS MODERADOS

1. Las grietas no excedan en general los 6 mm de ancho.
2. Fisuras secundarias en los extremos de las vigas.
3. Zonas de fallamiento por compresión en las unidades.



DAÑOS SEVEROS

1. Refuerzo en estado de fluencia o eventual rotura
2. Ancho de las grietas por flexión mayor a los 9 mm.
3. Roturas y fisuras importantes en las uniones de pilas y vigas.



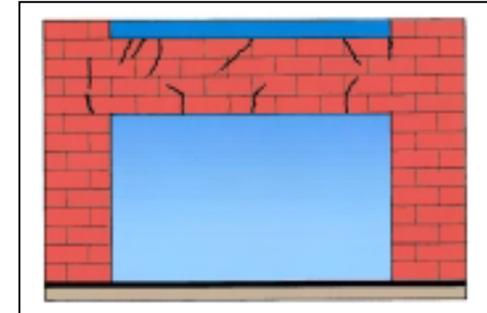
Mampostería Reforzada

Vigas Débiles (Cortante puro)

Mampostería Reforzada

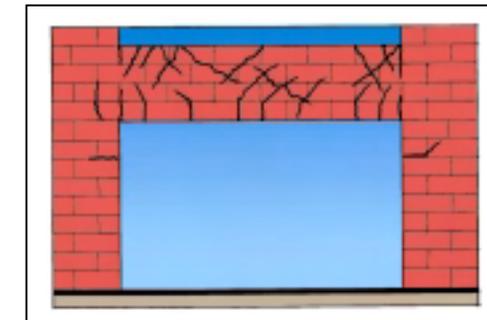
DAÑOS LEVES

1. Grietas menores de 3 mm.
2. Grietas en diagonal y en escalera.



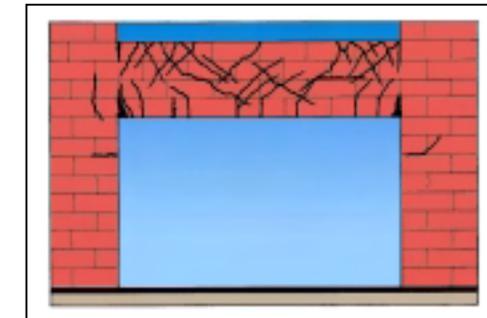
DAÑOS MODERADOS

1. Grietas entre 3 y 6 mm de ancho
2. Generalización de grietas en el elemento



DAÑOS SEVEROS

1. Refuerzo en estado de fluencia o eventual rotura.
2. Rotura o fisuración en los extremos de la viga
3. Grandes grietas diagonales y/o fisuras en la parte central de la viga



RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO

ELEMENTO/ MECANISMO	CALIFICACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO			CALIFICACIÓN GLOBAL
	LEVE	MODERADO	SEVERO	
MAMPOSTERÍA NO REFORZADA				
• MUROS CORTOS O PILASTRAS				
• Rotación Muro-pila				
• Deslizamiento de las juntas horizontales				
• Tensión diagonal				
• VIGAS, DINTELES, ANTEPECHOS				
• Rotación En elementos de soporte				
• Rotación y eventual desplazamiento relativo en elementos de soporte				
• MUROS FUERTES				
• Flexión/ Rotura de la base/ Desplazamiento de las juntas horizontales				
• Grietas por flexión/ Rotura de la base				
MAMPOSTERÍA CONFINADA				
• PANELES				
• Rotura y fisuración de las esquinas				
• Tensión diagonal				
• Desplazamiento de las juntas horizontales				
• Rotura diagonal y rotura de las esquinas				
• Efectos fuera del plano del muro				
• ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO (VIGAS Y COLUMNAS)				
• Agrietamiento de la columna por falla a cortante				
• Falla en el empalme del traslazo				
• Daño en la conexión viga- columna				
MAMPOSTERÍA REFORZADA				
• MUROS FUERTES				
• Flexión dúctil				
• Flexión / Cortante				
• Flexión / Deslizamiento por corte				
• Flexión / Inestabilidad fuera del plano				
• Flexión / Deslizamiento de las uniones traslapadas				
• MUROS DÉBILES				
• Flexión / Cortante				
• Cortante puro				
• VIGAS DÉBILES				
• Flexión/ Cortante				
• Cortante Puro				

CALIFICACIÓN GLOBAL DEL DAÑO EN VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS

De acuerdo con los daños que presenten los elementos críticos de la edificación se debe establecer una calificación global del daño en la vivienda en daños leves, moderados o severos de acuerdo con lo siguiente:

DAÑOS LEVES

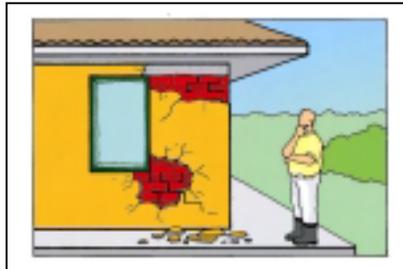


Cuando se presentan daños leves en forma generalizada en los elementos de la estructura

○

Cuando se presentan unos pocos daños moderados muy localizados y que no ponen en peligro ninguna parte de la estructura.

DAÑOS MODERADOS

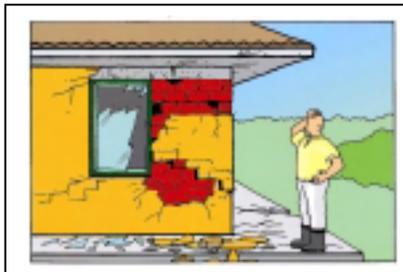


Cuando se presentan daños moderados en forma generalizada en los elementos de la estructura

○

Cuando se presentan unos pocos daños severos muy localizados y que no ponen en peligro la estabilidad de la estructura.

DAÑOS SEVEROS

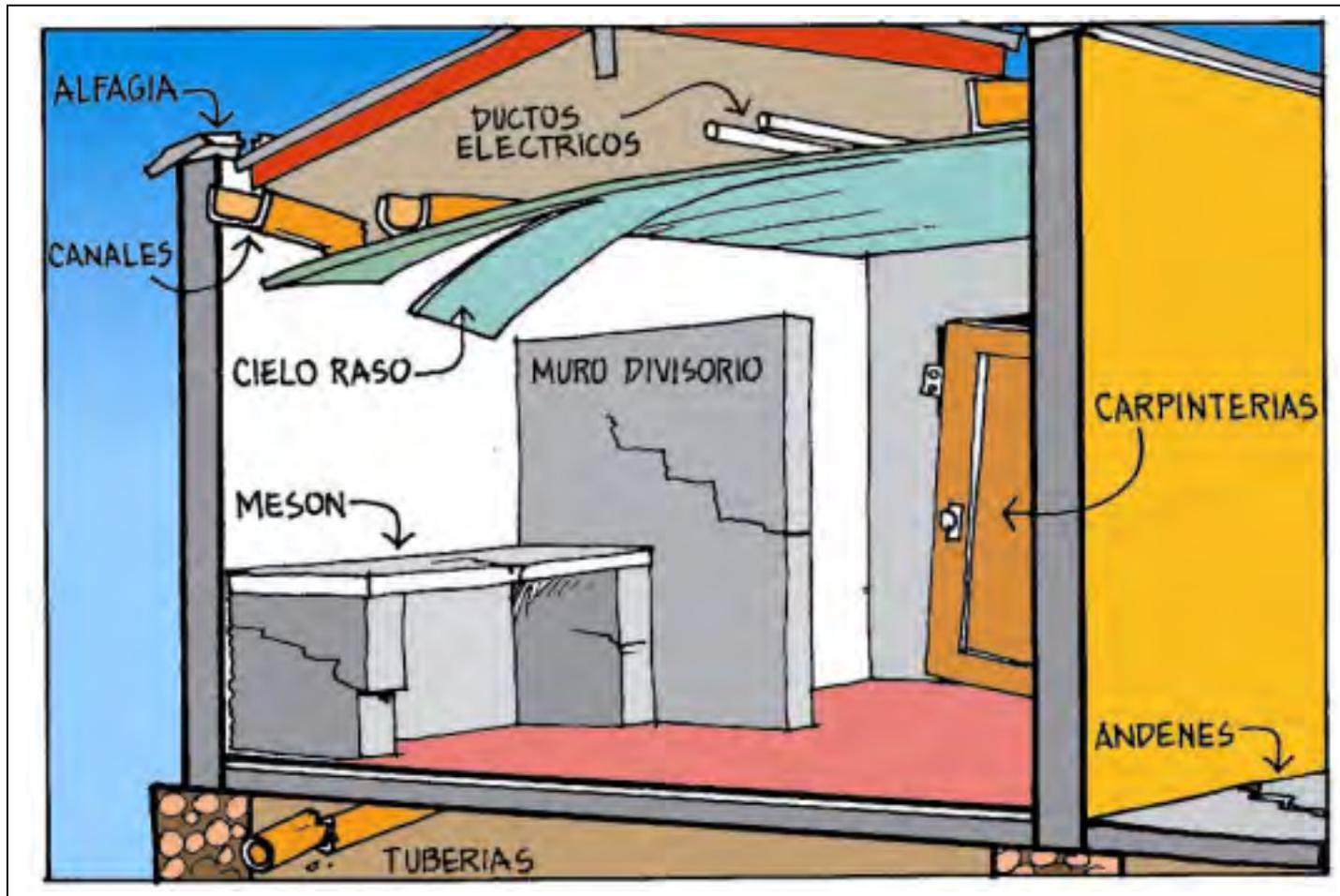


Cuando se presentan varios daños moderados que ponen en peligro la estabilidad de una parte de la estructura

○

Cuando se presentan daños severos en forma generalizada en la vivienda.

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES TÍPICOS DE UNA VIVIENDA SUSCEPTIBLES DE SUFRIR DAÑO



DAÑOS EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Los daños que se presenten en elementos NO ESTRUCTURALES, por lo general no implican peligro para la estabilidad global de la vivienda y por lo tanto NO deben incluirse en la evaluación global del daño.

Los daños en elementos NO ESTRUCTURALES deben someterse a reparación tratando de minimizar la vulnerabilidad de los mismos. Estos daños SI pueden poner en peligro la vida de los ocupantes de la vivienda.

Ejemplos típicos de daño en elementos No estructurales



Daño en cielo raso



Daños en escaleras



Desconexión de conectores o fijadores de lámparas



Daños en parapetos de ladrillo no reforzado



Daños en muebles y equipos

CAPÍTULO IV

REHABILITACIÓN DE LAS VIVIENDAS

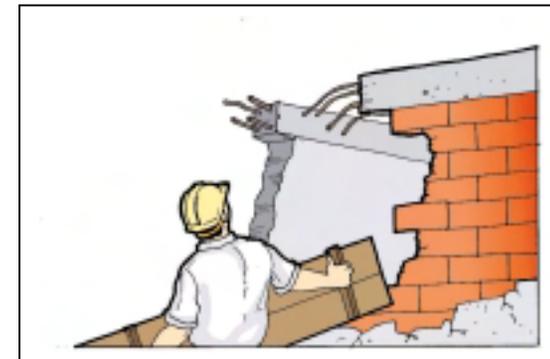
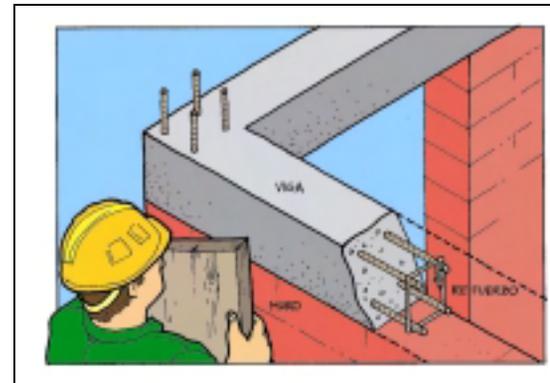
QUE ES REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS?

La rehabilitación de viviendas incluye para efectos del presente Manual las siguientes actividades:

A. REPARACIONES: obras que se realizan en una vivienda con el fin de restaurar su capacidad de carga original, ante afectaciones de la misma por cuenta de un terremoto o cualquier otro efecto.

B. REFORZAMIENTO: obras que se realizan en una vivienda con el fin de darle mayor capacidad de carga a la misma, sin que necesariamente ésta presente daños causados por terremotos u otros efectos.

C. RECONSTRUCCIÓN: obras que se realizan a una vivienda con el fin de reconstituir partes gravemente afectadas de la misma ya sea por causa de un terremoto o por cualquier otro efecto y que pretende proporcionarle a la vivienda una capacidad de carga igual o superior a la que tenía originalmente.

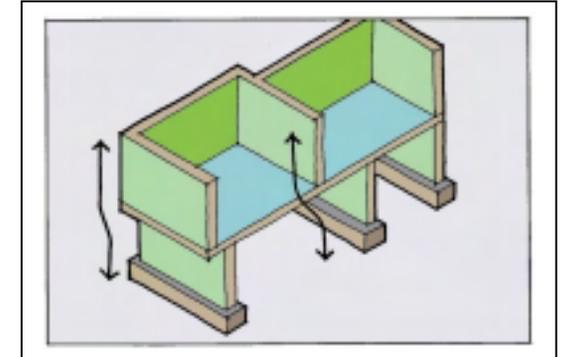


CUÁNDO SE REQUIERE REHABILITAR UNA VIVIENDA?

Es necesario rehabilitar una vivienda cuando esta presente algún tipo de daño estructural de consideración producido por un terremoto o cualquier otro efecto o cuando esta tenga deficiencias constructivas evidentes que puedan poner en peligro la seguridad de la misma



DAÑO
(por ejemplo : Agrietamientos)



DEFICIENCIA CONSTRUCTIVA
(Por ejemplo: falta de continuidad)

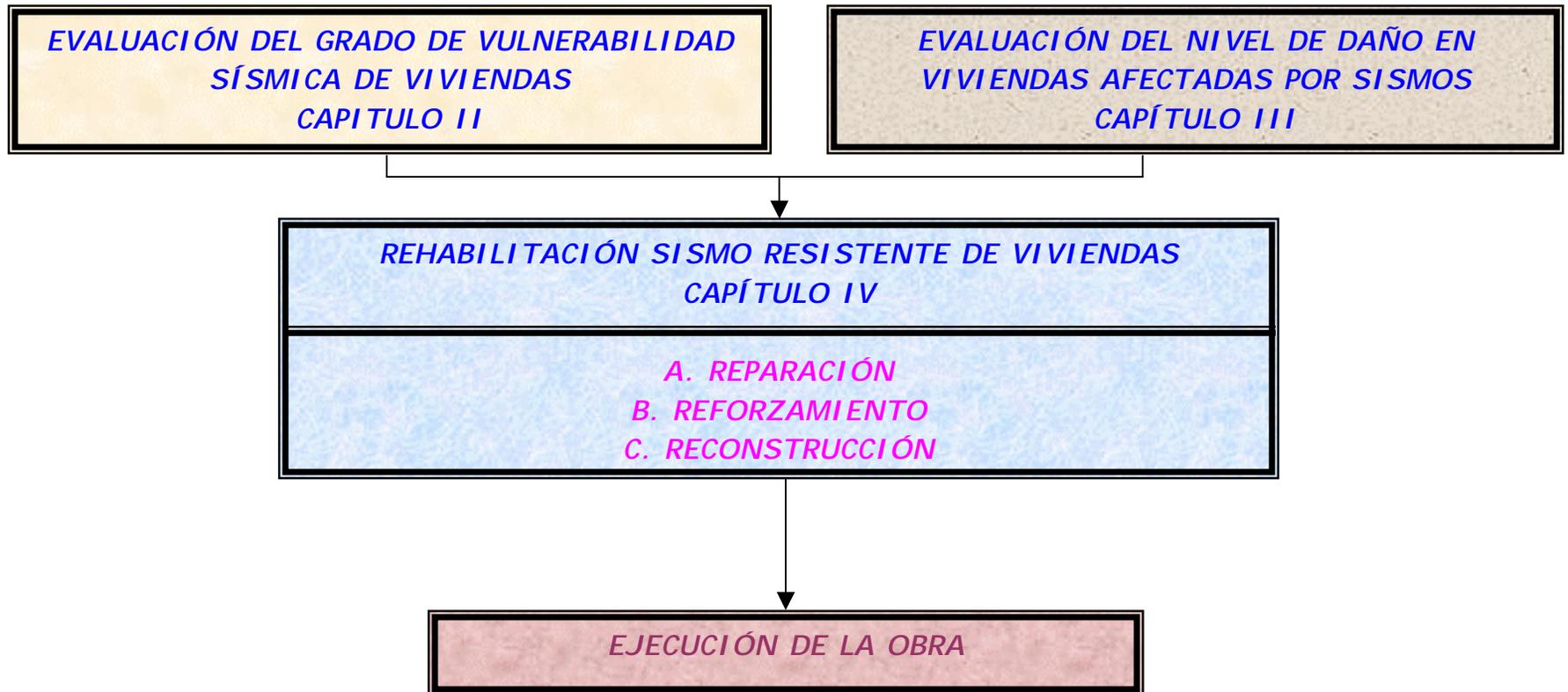
Si la edificación está en buen estado, no evidencia daños de consideración y no presenta deficiencias constructivas evidentes o si fue sometida a un sismo intenso y no sufrió daños de consideración



“ NO ES NECESARIA LA REHABILITACIÓN DE LA VIVIENDA”



PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR EL GRADO DE INTERVENCIÓN PARA REHABILITACIÓN



CÓMO SE REHABILITA UNA VIVIENDA?

La rehabilitación de viviendas incluye actividades relacionadas con reparación, reforzamiento y reconstrucción. El grado de intervención debe definirse de acuerdo con el daño presente y la vulnerabilidad de la vivienda según la siguiente tabla. A su vez, el nivel de daño y el grado de vulnerabilidad se clasifican de acuerdo con las indicaciones dadas en los capítulos II y III de este manual.

		DAÑO		
		Leve	Moderado	Severo
VULNERABILIDAD	Baja	Intervención Menor: Reparaciones cosméticas		
	Media	Reforzamiento moderado	Reparación Estructural + Reforzamiento	
	Alta	Reforzamiento	Reforzamiento + Reconstrucción	Reconstrucción

 Si la vivienda presenta daños moderados y/o severos debe clasificarse automáticamente como de vulnerabilidad media o alta según sea el caso

El nivel de intervención que debe aplicarse en los casos recomendados depende del grado de vulnerabilidad y del nivel de daño asignado.

INDICACIONES REFERENTES AL GRADO DE VULNERABILIDAD

		INTERVENCIÓN
ASPECTOS GEOMÉTRICOS	IRREGULARIDAD EN PLANTA DE LA EDIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. ◆ Confinamiento de aberturas. ◆ Reemplazo de muros No estructurales o muros con aberturas por muros estructurales.
	CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. ◆ Reemplazo de muros No estructurales o muros con aberturas por muros estructurales.
	IRREGULARIDAD EN ALTURA	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. ◆ Reemplazo de muros No estructurales o muros con aberturas por muros estructurales.
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	CALIDAD DE LAS JUNTAS EN LAS PEGAS DE MORTERO	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado. ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.
	TIPO Y DISPOSICIÓN DE LOS LADRILLOS	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado. ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.
	CALIDAD DE LOS MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado. ◆ Reemplazo de muros No estructurales o muros con aberturas por muros estructurales. ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.

		INTERVENCIÓN
ASPECTOS ESTRUCTURALES	MUROS CONFINADOS Y REFORZADOS	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado. ◆ Confinamiento de aberturas.
	DETALLES DE COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado. ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.
	VIGAS DE AMARRE O CORONA	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado. ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.
	CARACTERÍSTICAS DE LAS ABERTURAS	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Confinamiento de aberturas.
	ENTREPI SO	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. <p>Nota: Se debe verificar el confinamiento y se debe evaluar la posibilidad de construir una torta (plaqueta) en concreto reforzado para todo el entrepiso. Se debe estudiar la posibilidad de reparar el entrepiso según la medida de reparación A.9 (Reemplazo de elementos de entrepiso y/o cubierta de madera)</p>
	AMARRE DE CUBIERTAS	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. <p>Nota: Se debe verificar el confinamiento y se debe evaluar la posibilidad de construir una torta (plaqueta) en concreto reforzado para todo el entrepiso. Se debe estudiar la posibilidad de reparar el entrepiso según la medida de reparación A.9 (Reemplazo de elementos de entrepiso y/o cubierta de madera)</p>

	INTERVENCIÓN
<i>CIMENTACIÓN</i>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Refuerzo de la cimentación
<i>SUELOS</i>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Se debe revisar la cimentación. En el caso de que la vulnerabilidad sea alta y se presenten daños , estos deben repararse.
<i>ENTORNO</i>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Se debe revisar la cimentación ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. ◆ Refuerzo de la cimentación <p><u>Nota:</u> en caso críticos se debe estudiar la posibilidad de reubicación de la vivienda.</p>

INDICACIONES REFERENTES AL NIVEL DE DAÑO

NIVEL DE DAÑO	INTERVENCIÓN	OBSERVACIONES
LEVE	Requiere Intervención menor – Reparaciones cosméticas: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Pañete ◆ Reparación de juntas de mortero ◆ Inyección de grietas con epóxico 	Si clasifica simultáneamente con vulnerabilidad media o alta deben seguirse las indicaciones referentes al grado de vulnerabilidad.
MODERADO	Requiere en general proceso de reconstrucción (Capítulo 1). Eventualmente pueden aplicarse medidas de reforzamiento tales como: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. ◆ Revestimiento estructural en concreto reforzado ◆ Confinamiento de aberturas ◆ Reemplazo de muros No estructurales o muros con aberturas por muros estructurales ◆ Costura de grietas con barras de refuerzo ◆ Revestimiento estructural mediante fibras compuestas. 	Dado el nivel de daño la vivienda clasifica automáticamente como de alto grado de vulnerabilidad.
SEVERO	Requiere reparaciones estructurales según el tipo de daño observado. Se pueden ejecutar medidas tales como: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Inyección de grietas ◆ Roturas y estilladuras del material ◆ Reemplazo de barras de refuerzo ◆ Reemplazo de muros ◆ Reparación de elementos de confinamiento de concreto reforzado ◆ Reemplazo de elementos de entrespiso y/o cubierta de madera 	Dado el nivel de daño de la vivienda esta puede requerir procesos de reforzamiento o reconstrucción.

A. REPARACIÓN DE VIVIENDAS

La reparación de viviendas afectadas consiste en la realización de obras con el fin de restaurar su capacidad de carga original, ante afectaciones de la misma por cuenta de un terremoto o cualquier otro efecto. La reparación de viviendas puede ir acompañada de un reforzamiento. Las reparaciones se realizan en función directa de los daños que presente la edificación y no dependen en general de la vulnerabilidad de la misma. A continuación se detallan las reparaciones más frecuentemente que se realizan en viviendas.

Reparaciones cosméticas

Son aquellas reparaciones que mejoran la apariencia visual del daño. Estas reparaciones pueden mejorar propiedades no estructurales de los componentes, tales como la protección a la humedad. Este tipo de reparación contempla:

- A.1 - Pañete
- A.2 - Reparación de juntas de mortero
- A.3 - Inyección de grietas con epóxicos

Reparaciones estructurales

Por medio de ella se intenta mejorar las propiedades estructurales. Las técnicas de reparación estructural más usuales son:

- A.4 - Inyección de grietas
- A.5 - Roturas y estilladuras del material
- A.6 - Reemplazo de barras de refuerzo
- A.7 - Reemplazo de muros
- A.8 - Reparación de elementos de confinamiento de concreto reforzado
- A.9 - Reemplazo de elementos de entrepiso y/o cubierta de madera



A.1 REPARACIÓN COSMÉTICA: PAÑETE

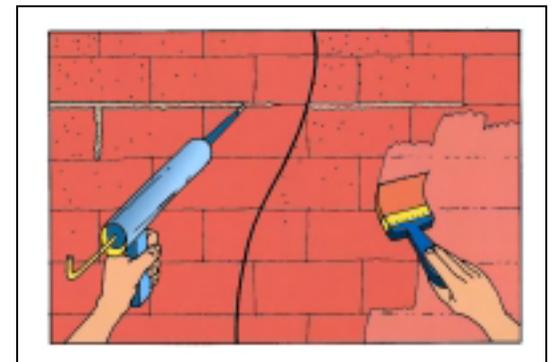
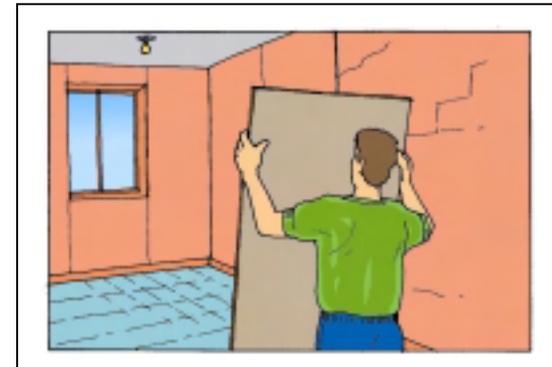
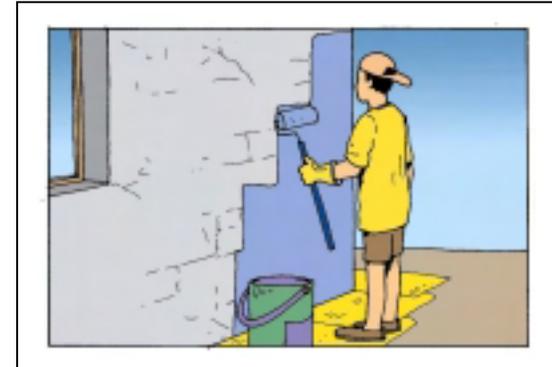
DESCRIPCION

Una reparación cosmética consiste en aplicar una capa de cualquier material de reparación sobre la superficie de concreto, mortero o unidades de mampostería para ocultar la proyección de las grietas sobre la superficie. El propósito del recubrimiento es mejorar la apariencia estética del muro o proveer una barrera adicional contra infiltración de agua dentro del muro. La reparación o instalación de recubrimientos arquitectónicos es otro método de parcheo cosmético.

MATERIALES DE REPARACION

Varios materiales pueden ser usados para cubrir la superficie de un muro. La búsqueda de los materiales de reparación dependerá de los requerimientos funcionales y arquitectónicos. Algunos ejemplos de materiales son:

- Pintura, que puede ser utilizada para disimular grietas finas en la superficie del concreto y muros o elementos de mampostería reforzada.
- Papeles, para el recubrimiento de paredes como por ejemplo el papel tapiz que puede ser usados en superficies interiores de concreto o pañete
- Compuestos de muros cartón - yeso , que pueden ser usados para llenar grietas o superficies interiores antes de pintar o cubrir muros
- Materiales de polímeros orgánicos, que pueden ser usados para rellenar grietas en las superficies de mampostería reforzada, de concreto o de pañete, ya sea exterior o interior.
- Capas o tapaporos, que pueden ser usadas para grietas en superficies exteriores para reducir la penetración del agua en el concreto, mampostería reforzada y muros de mampostería no reforzada.
- Estuco

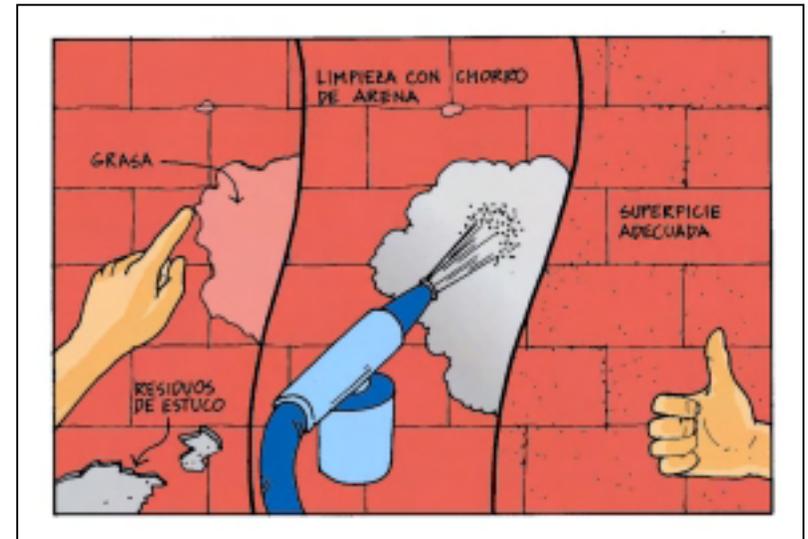


EQUIPO

El equipo requerido para aplicar los materiales de reparación son herramientas, tales como cincel y maceta; gratas metálicas; equipos de mezcla y atomizadores

EJECUCION

Las superficies a recibir la cubierta deben estar adecuadamente preparadas para asegurar la adherencia entre el nuevo material y el ya existente. Para pintura o aplicación de recubrimientos, la superficie del muro debe estar limpia y libre de materiales sueltos. Recubrimientos superficies tales como yeso o recubrimientos resistentes al agua deben aplicarse sobre superficies previamente tratadas con un chorro suave de arena o grata metálica para remover la cubierta existente y proveer una superficie rugosa que garantice una buena adherencia con el nuevo material a aplicar.

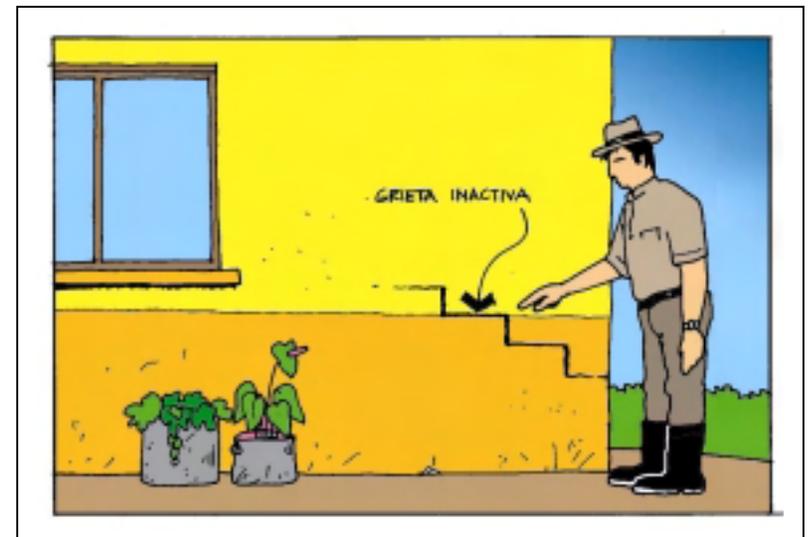


CONTROL DE CALIDAD

La calidad de las pinturas, recubrimientos o membranas expuestas a humedad debe verificarse de manera que se garantice la adhesión a la superficie existente.

LIMITACIONES

Los recubrimientos de superficies pueden ser efectivos para prevenir la intrusión del agua a través de las grietas en muros exteriores. Sin embargo estos materiales son solamente apropiados si la grieta es inactiva. Las grietas causadas



por sismos son típicamente inactivas de ahí que ellas no cambien de ancho en el tiempo. Si las grietas fueron causadas por contracción, movimientos por temperatura u otras razones este tratamiento no será efectivo. Por lo tanto se debe estar seguro que la grieta fue causada por un evento aislado.

El estuco puede ser aplicado directamente a la superficie de concreto, mortero o mampostería. El muro existente es rígido y la nueva cubierta de estuco exhibirá contracción, por lo cual es probable la aparición de grietas por contracción en el estuco. Se debe garantizar una adecuada adherencia del estuco a la superficie del muro.



A.2 REPARACIÓN COSMÉTICA: REPARACIÓN DE JUNTAS DE MORTERO

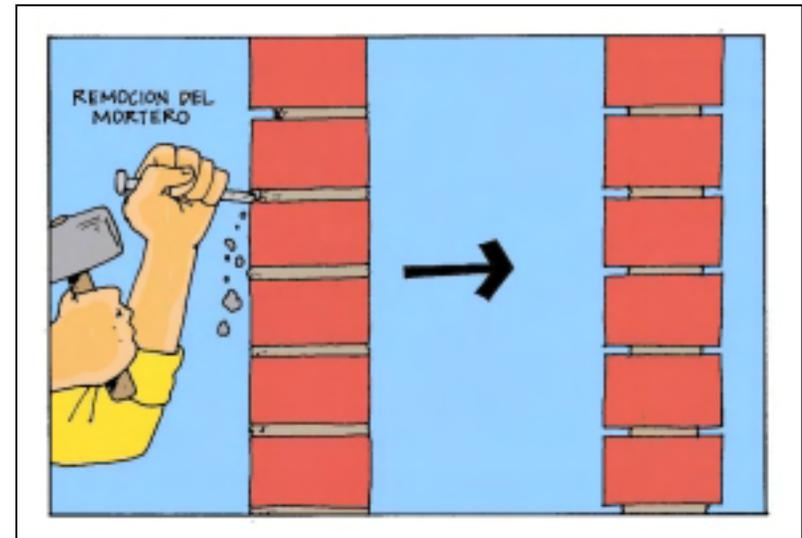
DESCRIPCIÓN

La reparación de juntas de mortero incluye el proceso de remover mortero deteriorado de las juntas de los muros de mampostería y reemplazarlo con un nuevo mortero. Este proceso se requiere para reparar juntas de mortero dañadas por terremoto o deterioradas por cualquier otra causa. Aplicado correctamente la reparación de juntas de mortero da un buen aspecto a la mampostería. Realizado inapropiadamente este trabajo, puede causar daños físicos a la mampostería.

El proceso implica retirar el mortero superficial de las juntas para luego aplicar una delgada capa de mortero sobre todas las unidades de mampostería y de las juntas. Cuando el mortero esté seco se cepillan las unidades de mampostería. La técnica tiene una expectativa de vida de unos pocos años. Esta técnica no es un sustituto para el proceso de remoción y nunca debe ser usado en construcciones históricas

MATERIALES DE REPARACIÓN

- El nuevo mortero debe ser igual al mortero existente en cuanto a color, textura, y apariencia se refiere. La mejor manera para lograr esto es utilizando la misma arena original o una de similar color, tamaño y forma de los granos a la usada en el mortero original.
- Los materiales del mortero deben ser: cal; arena de color, tamaño y textura igual a la original; agua limpia y libre de cantidades significativas de ácidos, álcalis, o material orgánico.



EQUIPO

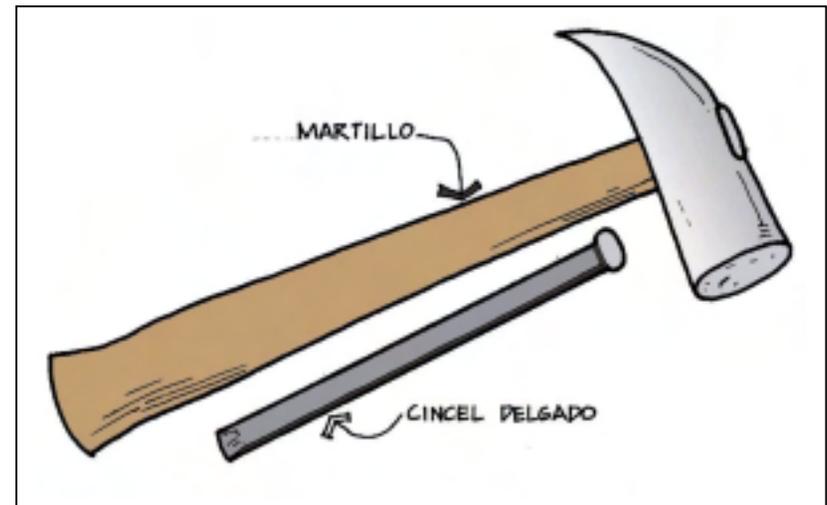
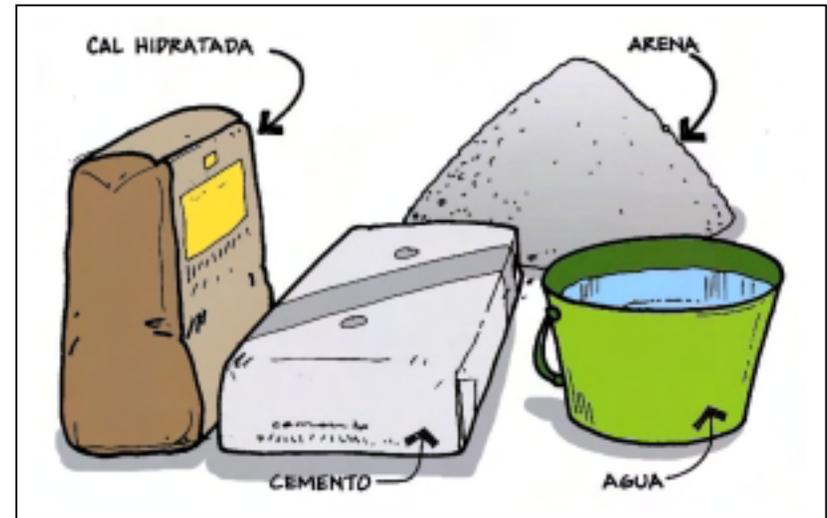
En general el mortero viejo debe ser removido usando cincel y maceta. Sierras mecánicas eléctricas no deben utilizarse ya que pueden afectar las unidades de mampostería adyacentes. Una herramienta talladora neumática puede ser usada exitosamente por albañiles experimentados para remover mortero viejo. Se deberá calibrar cuidadosamente la energía aplicada para no afectar negativamente las pegas entre mortero y mampostería.

EJECUCIÓN

El constructor debe demostrar la eficacia del métodos de remoción propuesto sobre un panel de ensayo en un área desapercibida de la construcción que incluya todos los tipos de mampostería a reparar.

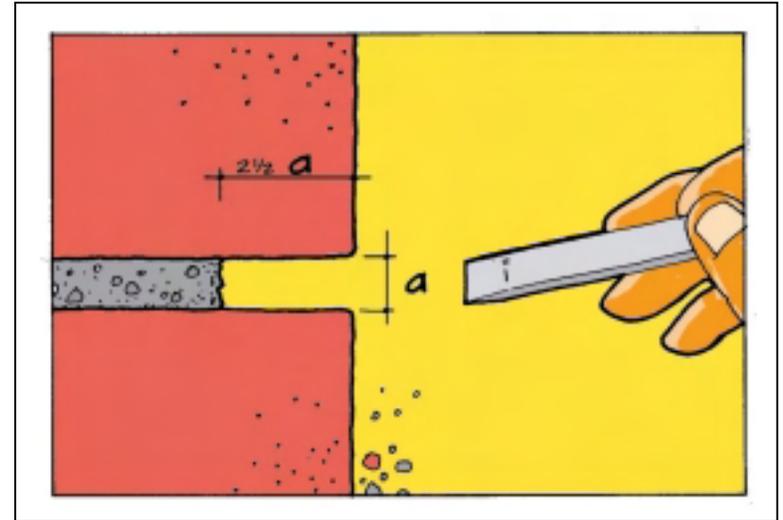
La junta se prepara removiendo el mortero a una profundidad de 2 1/2 veces el ancho de la junta. En la mayoría de los casos la profundidad varía entre 1.2 cm y 2.54 cm. Se debe tener cuidado de no dañar las unidades de mampostería adyacentes. El material suelto en las juntas debe ser removido con un cepillo y la junta debe ser lavada con agua corriente a presión. El nuevo mortero debe prepararse midiendo todos los componentes secos y mezclándolos hasta obtener una mezcla homogénea. Luego se agrega el agua a la mezcla hasta proporcionar la consistencia adecuada al mortero de reparación.

Las juntas deben prehumedecerse sin que excedan excesos de agua. Enseguida se coloca la nueva junta de mortero tratando de igualar a las juntas existentes. Si se desea, una vez el mortero ha endurecido, se restriega con un cepillo para dar apariencia de erosionado. Se remueve el exceso de mortero de las unidades adyacentes usando un cepillo de cerdas metálicas.



CONTROL DE CALIDAD

- Debe asegurarse que solamente las uniones deterioradas o dañadas están siendo removidas.
- Se requieren muestras de mortero removido para verificar que el nuevo mortero es similar al original.
- Se requieren paneles de ensayo para verificar la calidad del trabajo y conservarlos para comparación una vez avance el fraguado y el muro se seque.
- Deben inspeccionarse las juntas después de la preparación para verificar qué cantidad de mortero viejo tiene que ser removido.
- Debe asegurarse que las juntas están humedecidas antes de la aplicación del nuevo mortero.
- Debe asegurarse que las juntas están siendo fabricadas para igualar la apariencia original. A menudo las esquinas de las unidades de mampostería están desgastadas y si las juntas están completamente llenas en la superficie, las uniones serán mas anchas que las originales afectando con esto la apariencia final del muro reparado.
- Si las esquinas de las unidades de mampostería están resquebrajadas o desgastadas, será necesario rebajar levemente el mortero en la junta para lograr la apariencia original



LIMITACIONES

El propietario, el consultor y el constructor deben considerar que la remoción puede ser una reparación costosa y demorada, aunque en muchos casos esta puede ser duradera.

A.3 REPARACIÓN COSMÉTICA: INYECCIÓN DE GRIETAS CON EPÓXICOS

DESCRIPCIÓN

La inyección de grietas consiste en aplicar un agente de fijación estructural dentro de la grieta con el propósito de llenarla y mejorar la adherencia entre las piezas de mampostería. Varios tipos de materiales y métodos pueden ser utilizados para la inyección de la grieta dependiendo de los requerimientos. Para muros de mampostería reforzada, típicamente el epóxico es inyectado a presión dentro de las grietas. Para muros de mampostería de piezas huecas la inyección debe realizarse a muy baja presión, apenas la requerida para llenar la junta de pega.

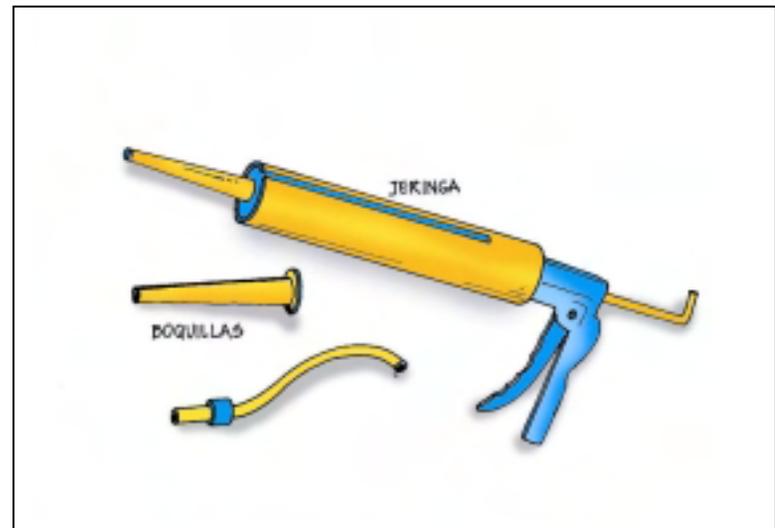


MATERIALES DE REPARACIÓN

El principal componente es el epóxico de bajo grado de viscosidad. Otros materiales tales como rellenos cementosos y uretanos pueden también ser usados para fijación estructural.

EQUIPOS

- Máquina de inyección a presión con boquillas capaces de inyectar con presiones de hasta 300 psi
- Equipo para monitorear presión y mezcla

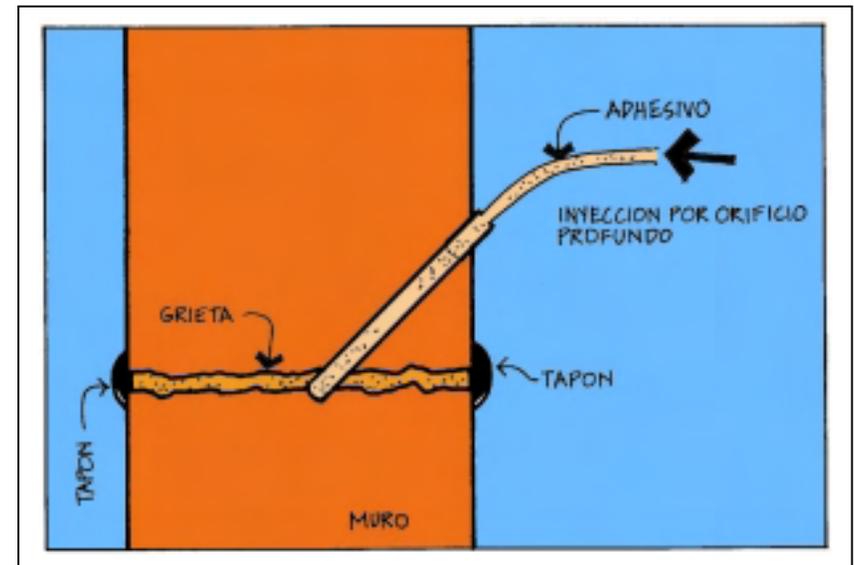


EJECUCIÓN

Antes de utilizar la inyección, debe removerse en su totalidad el material defectuoso a lo largo de la grieta. Las grietas pueden inyectarse a través de puntos ubicados en la superficie del muro. Los puntos de inyección se localizan a lo largo de la longitud de la grieta y deben estar espaciados a una distancia aproximadamente igual al espesor del muro, dependiendo de la viscosidad del material de inyección y de las recomendaciones del fabricante.

Cuando se requieren reparaciones que abarquen todo el espesor del muro, se recomienda sellar ambas superficies del muro a lo largo de la grieta. Cuando la inyección epóxica es para propósitos cosméticos, la grieta solo se sella del lado de la inyección. Antes de iniciar el proceso de inyección debe bombearse epóxico hasta que la mezcla sea completamente uniforme. El epóxico inicial bombeado debe eliminarse. Las grietas se inyectan comenzando en la parte superior de las grietas verticales y diagonales, cambiando al próximo punto de inyección una vez el epóxico aparece en dicha ubicación.

Pueden utilizarse sistemas de inyección múltiple simultánea. Los puertos inyectados deben sellarse inmediatamente terminado el proceso. Si es necesario, puede limpiarse la superficie suavemente para remover y dispersar el sellante en exceso, luego de haberlo colocado. La limpieza no se debe comenzar hasta que el epóxico halla curado.



CONTROL DE CALIDAD

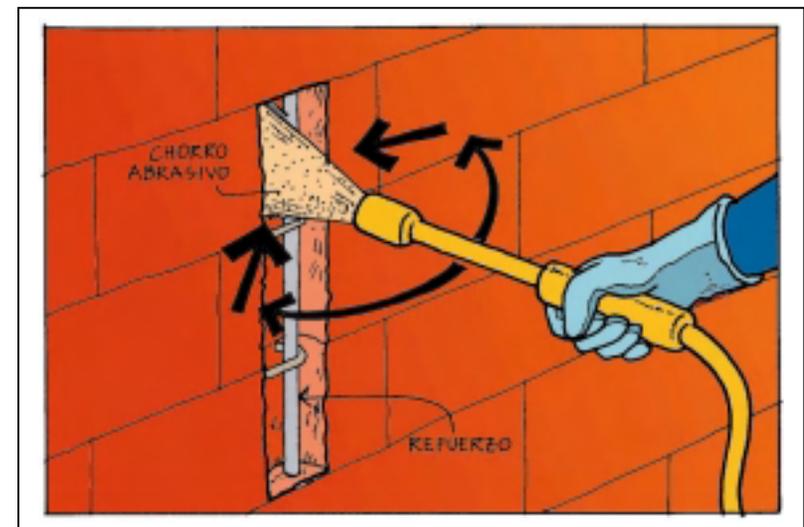
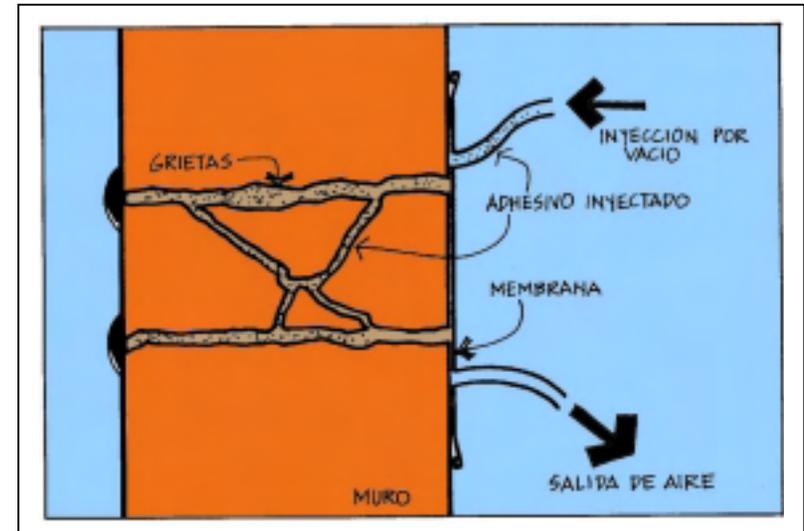
Se debe contar con personal especializado en la inyección de grietas. El equipo de mezcla debe evaluarse y probarse antes de iniciar el trabajo. Las muestras deben prepararse y ensayarse para observar la consistencia del epóxico y la adherencia con la mampostería existente. Las proporciones de la mezcla deben verificarse al menos dos veces por día durante el trabajo de aplicación del epóxico, con el fin de garantizar que la mezcla está entre las tolerancias dadas por el fabricante. Las pruebas deben realizarse a presiones similares a las que se va a realizar el trabajo.

La efectividad en la inyección de las grietas puede confirmarse por diferentes métodos. Sin embargo, en general estos métodos ensayan únicamente el grado de la penetración del epóxico dentro de las grietas y no verifican la adecuada unión del epóxico a la mampostería existente. En algunos casos pueden extraerse núcleos que atraviesen las grietas después de inyectadas para verificar visualmente que el epóxico efectivamente ha penetrado en las grietas. Típicamente se especifican núcleos de 5 cm de diámetro. El espaciamiento entre los núcleos debe estar entre 15 m y 30 m.

También pueden utilizarse métodos de evaluación no destructivos para verificar la efectividad de la penetración del epóxico.

LIMITACIONES

La humedad en la superficie de la grieta puede afectar la unión entre el epóxico y las caras de la grieta. Si las grietas tienen contaminantes, se deben remover tanto el contaminante como la humedad ya que ellas disminuyen la adherencia final.

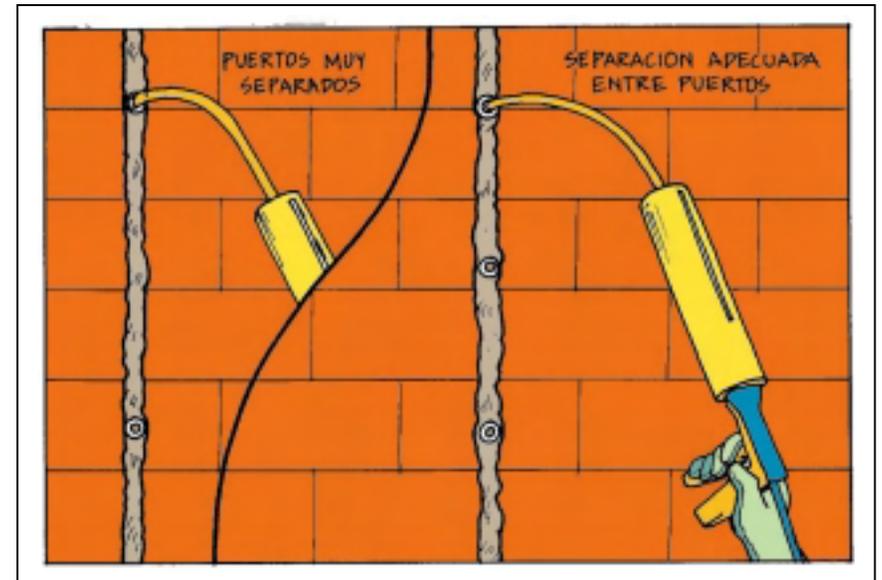


Epóxicos de baja viscosidad no serán efectivos para grietas con anchos superiores a 0.30 cm. Para anchos mayores a 0.30 cm, se recomienda la utilización de un epóxico de mediana viscosidad.

Para grietas superficiales con anchos mayores a 0.60 cm se recomienda utilizar pastas epóxicas o gel. Para grietas de mayor espesor en la superficie puede utilizarse una pasta epóxica en la superficie misma de la grieta y un epóxico de baja viscosidad en la parte interna de la grieta. Las inyecciones epóxicas pueden también restaurar la adherencia de las barras de refuerzo. Para lograr una buena adherencia, el epóxico debe penetrar a lo largo de la superficie de la barra de refuerzo y rodearla completamente.

El operador debe controlar la cantidad de epóxico a inyectar, relacionando los espacios vacíos y la distancia entre puntos de inyección. En primera instancia se debe controlar la cantidad de epóxico a inyectar. La inyección debe interrumpirse si la cantidad requerida excede 50% por encima de la cantidad estimada inicialmente. Esto es particularmente importante cuando la inyección se realiza en muros de mampostería con piezas huecas. Una cantidad excesiva de epóxico inyectado indica que el epóxico se está saliendo de la grieta, de la junta o de las celdas huecas de la mampostería. Si los puntos de inyección están muy espaciados, el epóxico se puede endurecer antes de alcanzar el punto adyacente. Contrariamente, si los puntos están muy poco espaciados entre sí, el epóxico puede no alcanzar el espesor total del muro antes de aflorar por el punto adyacente.

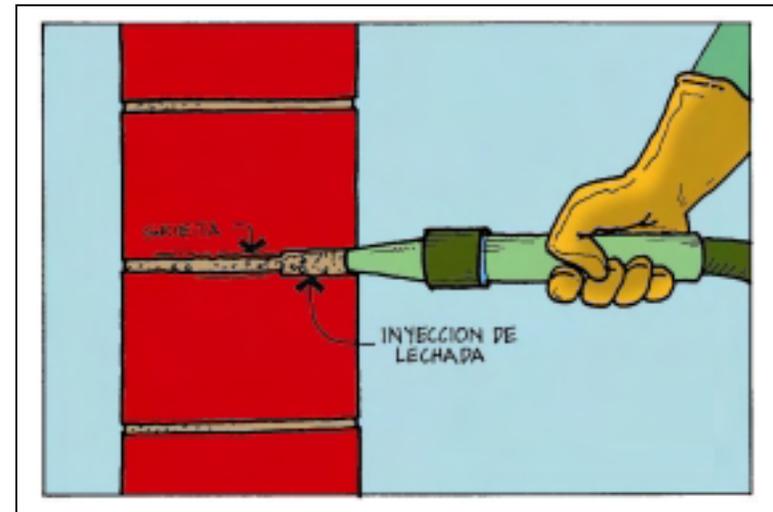
El operador debe tratar de optimizar el espaciamiento entre puntos de inyección.



A.4 REPARACIÓN ESTRUCTURAL: INYECCIÓN DE GRIETAS CON LECHADA DE CEMENTO

DESCRIPCIÓN

Las grietas a lo largo de las juntas de mortero en muros de mampostería no reforzada o mampostería confinada que presenten desplazamientos horizontales en el plano del muro, pueden repararse mediante inyección de lechadas dentro de la grieta. El relleno llena la grieta con material que se adhiere a la mampostería. La lechada rellena el espacio de la grieta adhiriéndose a la mampostería, a la vez que llena los vacíos en el muro tal como en el cuello de la junta. Si la adherencia del relleno es al menos igual a la adherencia del mortero original, el muro reparado tendrá la misma o mayor resistencia y rigidez que el muro original antes de la ocurrencia del daño.

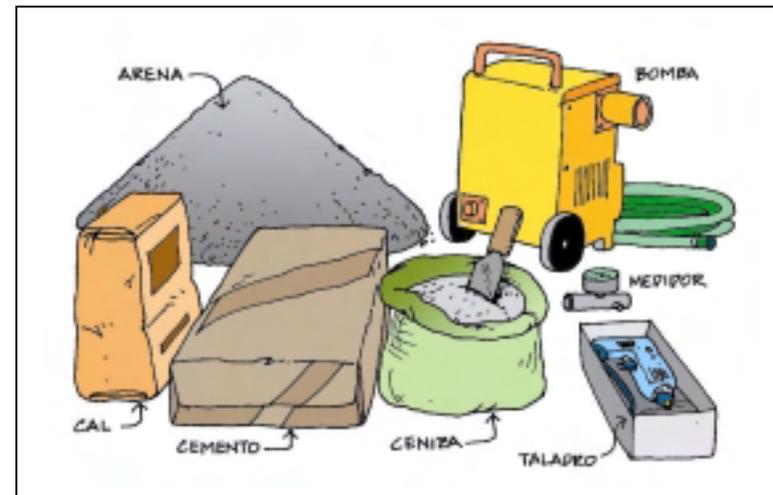


MATERIAL DE REPARACIÓN

El material usado para inyectar es la "lechada". La lechada está compuesta de arena, cemento, cal y ceniza muy finas. Es recomendable verificar la calidad de los materiales y las proporciones de mezcla en una reparación de prueba antes de extender el proceso a toda una obra.

EQUIPO

Se requiere un equipo de mezcla y bombeo, un sistema de monitoreo y de presión. Puede requerirse un equipo adicional dependiendo de las condiciones



locales. Un taladro rotatorio con boquillas de vacío es útil para impedir la acumulación de polvo y finos en el hueco.

EJECUCIÓN

Los muros se preparan removiendo el mortero suelto de las juntas fisuradas. Las grietas se lavan con agua y se llenan con mortero prehidratado, el cual se coloca para uniformizar todas las grietas y juntas a reparar. Los ladrillos sueltos deben retirarse y colocarse nuevamente con mortero.

Los huecos de inyección deben taladrarse en la parte superior de las juntas en ladrillos rotos a través del propio muro en cada una de las hiladas de la zona a inyectar. La lechada se mezcla y se bombea dentro de los agujeros. Las presiones típicas a aplicar son de 10 a 30 psi. La inyección debe comenzar en la parte de abajo y trabajarse hacia arriba. La lechada debe inyectarse en un puerto dado hasta que esta fluya por los agujeros adyacentes. Todos los huecos a lo largo de la junta horizontal deben inyectarse antes de continuar el proceso en la junta de mortero siguiente.

Una vez terminada la inyección de lechada se procede a resanar los huecos con mortero.

CONTROL DE CALIDAD

El proceso de inyección de lechada debe adelantarse con personal calificado. Debe verificarse la calidad de los materiales, la dosificación, la presión de inyección, la cantidad de lechada inyectada y el terminado final.

Antes de inyectar la lechada, se debe verificar la profundidad de los huecos de inyección. Durante la inyección la mezcla de la lechada y la presión de inyección debe ser continuamente monitoreada conforme a las especificaciones. Se debe verificar que la lechada está llenando los vacíos. Después de la inyección, deben tomarse núcleos para realizar una inspección visual y garantizar que la lechada llena todos los vacíos.

LIMITACIONES

Este procedimiento es efectivo en general para grietas entre aproximadamente 0.01 a 1.9 cm de ancho. Resinas epóxicas no se recomiendan para inyección dentro de mampostería ya que las propiedades del epóxico no son en general compatibles con las de la mampostería. Mezclas superplastificantes, pueden mejorar significativamente la fluidez de la lechada con lo cual se puede mejorar la calidad de la inyección.

Debe tenerse en cuenta que la inyección de grietas con lechada puede no restaurar todos los esfuerzos de compresión de la mampostería dado que la lechada no necesariamente penetra en todas las microgrietas.

El incremento de la presión de bombeo no es efectiva para aumentar de la distancia de acción de la lechada desde el punto de inyección. Para aumentar el radio de acción de la lechada se puede aumentar la fluidez de la mezcla.

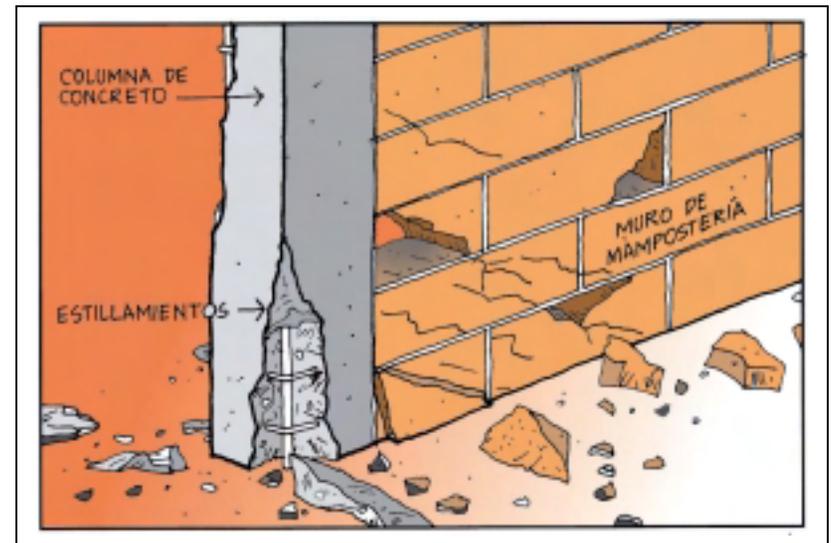
A.5 REPARACIÓN ESTRUCTURAL: *ROTURAS O ESTILLADURAS DE MATERIAL*

DESCRIPCIÓN

Roturas o estilladuras son pequeñas secciones de muro o elementos estructurales que se sueltan o se desplazan. Las roturas o estilladuras pueden ocurrir en muros o elementos de concreto y de mampostería. La pérdida de material puede reemplazarse con un parcheo adecuado. El material de parcheo debe tener propiedades térmicas y estructurales similares a las del material existente. Los materiales y procedimientos para el parcheo dependerán del tamaño y localización de las roturas o estilladuras y del material del muro. Aquellos procedimientos para reparación de roturas y estilladuras pueden ser usados para concreto, mampostería reforzada, paneles y muros de mampostería no reforzada.

MATERIALES DE REPARACIÓN

En general para muros de mampostería reforzada se puede utilizar como material de reparación un mortero de cemento adicionado en algunos casos con materiales inorgánicos (concreto modificado con látex) o materiales orgánicos (epóxicos y poliéster). La mezcla de mortero incluirá en general arena y gravilla. Para reparaciones de mayor alcance, se podrá considerar la utilización de anclajes mecánicos con epóxico embebido, para garantizar el monolitismo de la reparación.



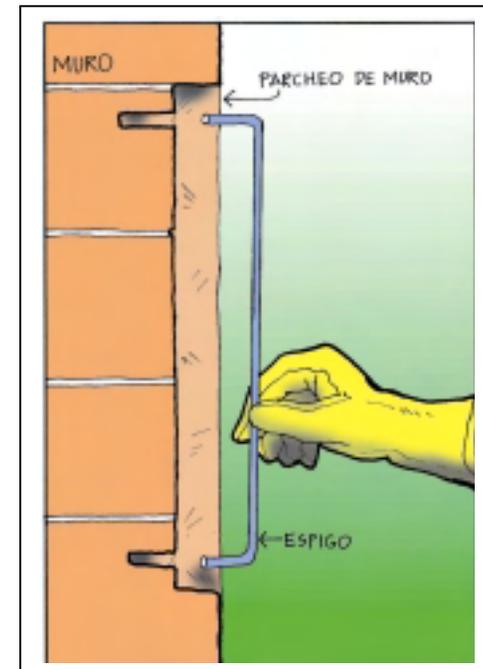
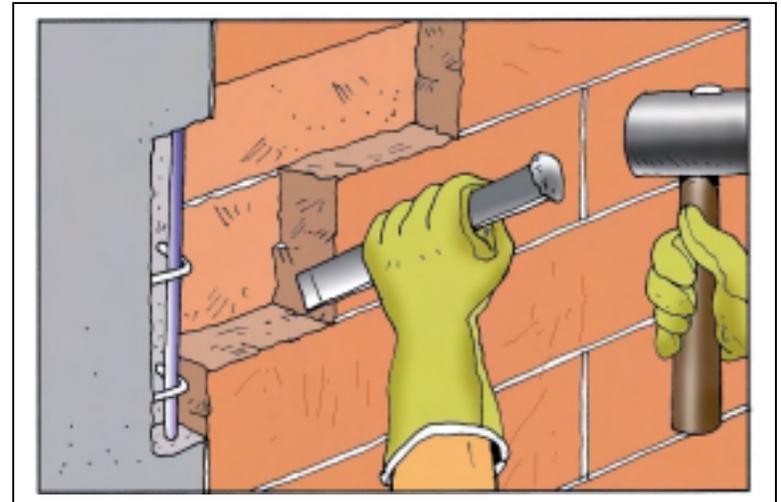
EQUIPO

Maceta cincel y esmeril o sierras de concreto, herramientas de mezcla y colocación

EJECUCIÓN

En muros o elementos de mampostería reforzada o de concreto se debe remover el material suelto con maceta-cincel hasta que quede expuesto el material sano. Si las barras de refuerzo están significativamente expuestas, el concreto o la lechada deben removerse para proveer suficiente espacio alrededor de las barras y obtener así una buena adherencia. El borde de la sección retirada debe cortarse con una sierra o esmeril para crear un borde aproximadamente perpendicular a la superficie original.

Roturas y estilladuras poco profundas son aquellas que tienen menos de 2.0 cm de profundidad. Para grandes parcheos, se deben colocar espigos de acero anclados con un epóxico al material sano y colocarlos de manera distribuida en la zona del parcheo. El material sano debe limpiarse y picarse para lograr una superficie adherente. En dicho caso no es necesaria la adición de agentes adherentes en la superficie. La superficie del mortero aplicado debe cepillarse con una escoba dura o con un cepillo. Posteriormente debe aplicarse un terminado con una llana metálica en forma ascendente. El terminado de la superficie debe ser tal que la apariencia sea lo mas similar posible a la del muro existente. El parcheo debe someterse a un curado equivalente al de un concreto estándar (Ver capítulo 1).



CONTROL DE CALIDAD

El constructor debe estar familiarizado con los procedimientos de reparación. El aspecto más crítico es la adherencia del material al material sano. Especial atención debe darse a la adherencia la cual debe evaluarse y controlarse mediante algún método aprobado y mediante tramos de prueba.

LIMITACIONES

Cuando se realiza parcheo de roturas o estilladuras en muros de mampostería no reforzada y en muros de mampostería confinada, se puede dificultar obtener materiales de reparación que tengan propiedades similares a la mampostería. La reparación puede generar cambios en la apariencia del muro debido al parcheo. Además algunas reparaciones pueden incluir el reemplazo o adición de mampostería completas o seccionadas.

Los procedimientos de reparación planteadas son adecuados para estilladuras en concreto o mampostería reforzada de hasta 10.000 cm^3 en volumen aproximadamente. Estilladuras de mayor cuantía en muros de mampostería confinada, reforzada y no reforzada exigen en general el reemplazo de unidades dañadas y técnicas especiales de reparación. En ciertos casos debe considerarse el trabajo como de reconstrucción (Ver Capítulo I del Manual).

La mayoría de los morteros de reparación experimentaran alguna contracción después del curado. Por lo tanto es probable que se desarrollen fisuras alrededor del parcheo. Si la apariencia de la fisura es inaceptable, puede utilizarse una mezcla de lechada de baja contracción para realizar reparaciones cosméticas varios días después de realizada la reparación.



A.6 REPARACIÓN ESTRUCTURAL: REEMPLAZO DE BARRAS DE REFUERZO

DESCRIPCIÓN

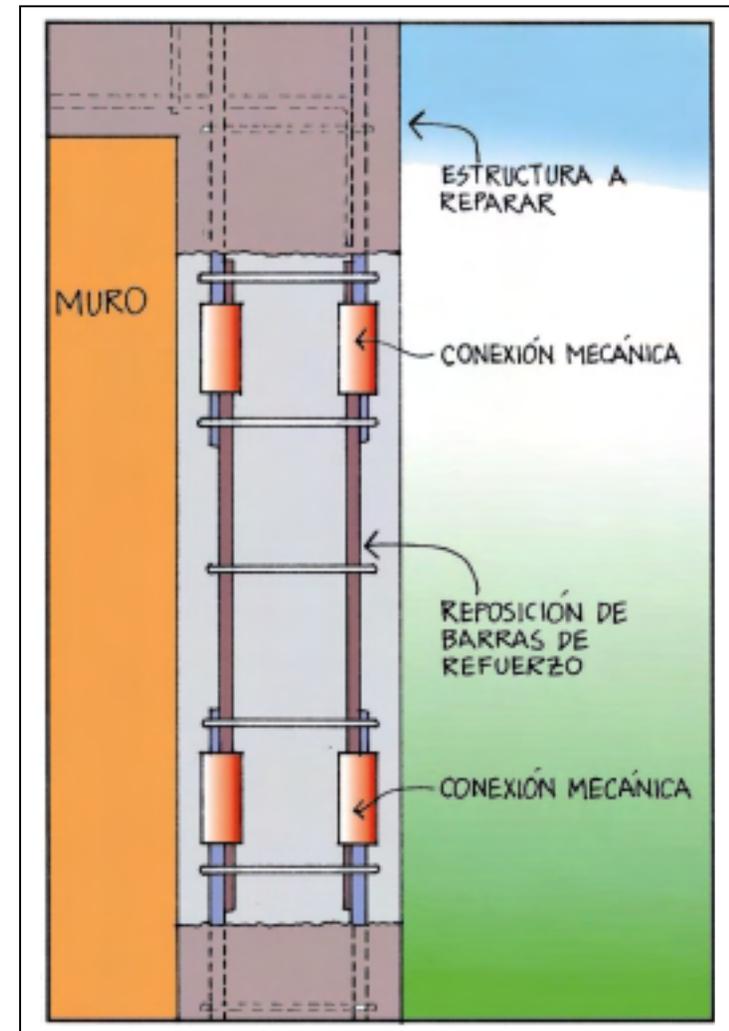
El reemplazo de barras de refuerzo afectadas como parte de los daños exige la disposición de nuevas zonas de traslapo para conectar el muro de refuerzo nuevo con los existentes. Ante las dificultades que esto genera se recomienda utilizar conexiones mecánicas

Las conexiones mecánicas son particularmente útiles para conectar nuevas barras a barras existentes embebidas en la mampostería o en una estructura de concreto. Son también útiles para reparar estructuras dañadas. Cuando han ocurrido fracturas en barras de refuerzo o cuando los empalmes de barras traslapadas convencionales presentan falla, es posible reparar la discontinuidad por medio de una conexión mecánica. Cuando se reparan ciertos tipos de daños, es necesario cortar la longitud dañada de la barra de refuerzo y reemplazarla con una nueva. En este caso se requieren dos conexiones mecánicas cuando esto sea posible.

No se acepta la utilización de soldaduras para reemplazar tramos de barras de acero afectadas.

MATERIALES DE REPARACIÓN

Los materiales requeridos para una conexión mecánica incluyen: el dispositivo de conexión y la barra de refuerzo. Algunas conexiones



mecánicas utilizan masillas como lechada de cemento o metal fundido provisto por el fabricante de las uniones.

Se debe seleccionar el tipo y configuración de conexiones mecánicas que garanticen una adecuada conexión entre las barras, que sea de fácil instalación y que esté disponible comercialmente.

EQUIPO

La mayoría de las conexiones pueden ensamblarse utilizando herramientas simples tales como llaves inglesas ordinarias, llaves inglesas calibradas y llaves de torque de no impacto.

Algunos dispositivos requieren un equipo especial tal como prensas hidráulicas. Los aparatos requeridos varían con el tipo de conexión. Debe consultarse al fabricante del dispositivo seleccionado para definir los requerimientos específicos para su instalación.

EJECUCIÓN

A menos que se requieran extremos roscados en las barras de refuerzo a ser conectadas, en general no son necesarias actividades diferentes al corte y limpieza de los extremos de las barras.

Las conexiones para barras embebidas en mampostería requieren en general un espacio significativo para lograr insertar los dispositivos de conexión, aunque este espacio es en general mucho menor que el

requerido para un traslapeo convencional. Una vez reemplazado el tramo de barra afectado y realizada la conexión se debe proceder a alinear la barra y sujetarla firmemente en su posición final antes de adelantar el parcheo final.

CONTROL DE CALIDAD

Previamente al ensamblaje final de la conexión, se debe verificar la longitud de la barra de refuerzo de conexión, la distancia requerida por los dispositivos de conexión y el alineamiento final de tramo reparado.

Se debe solicitar al fabricante los ensayos de laboratorio que soporten la calidad de los dispositivos de conexión tanto para ensayos de resistencia a la tensión como ensayos ante cargas cíclicas.

LIMITACIONES

Los dispositivos roscados generalmente no son adecuados para conexiones que involucran barras existentes embebidas en el concreto, debido a la dificultad que implica roscar las barras embebidas.

Algunos dispositivos especiales de conexión tienen restricciones de uso que deben consultarse.

A.7 REPARACIÓN ESTRUCTURAL: REEMPLAZO DE MUROS

DESCRIPCIÓN

El reemplazo de muros requiere la remoción y colocación de un nuevo muro. La remoción del muro afectado debe realizarse cuidadosamente de manera que se logren adaptar dovelas de empalme con el refuerzo existente para lograr continuidad con el nuevo refuerzo. La construcción del nuevo muro debe ser lo más similar posible a la construcción del muro existente.

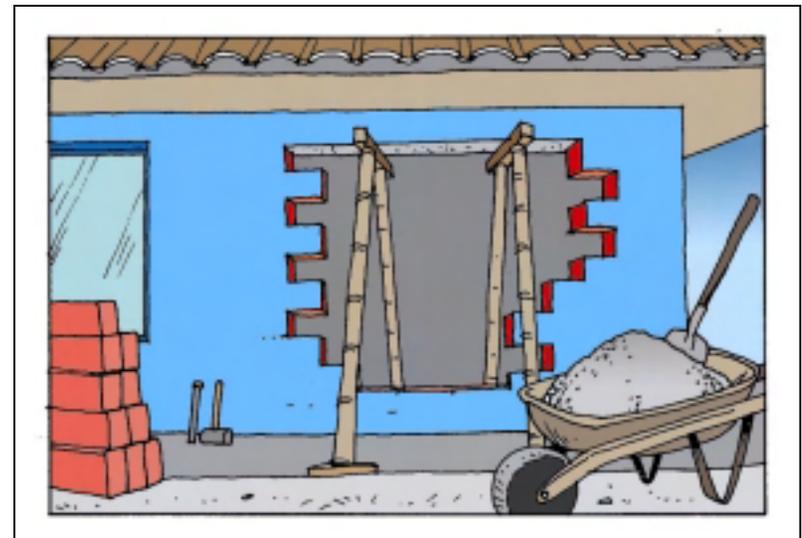
MATERIALES DE REPARACIÓN

En general se deben utilizar materiales de construcción lo más similares posibles a los materiales de construcción utilizados en el muro existente. Todos los materiales deben cumplir como mínimo los requisitos de calidad establecidos en el Capítulo I de este Manual.

EQUIPO

El equipo usado dependerá de la construcción del muro existente y de los métodos usados para instalar el nuevo muro. La siguiente es una lista de equipos que se pueden necesitar para remover y reemplazar muros:

- Cinceles y macetas para remoción del muro
- Cinceles delgados para preparar la superficie de la estructura que no se retira
- Equipo para mezcla y colocación del concreto, lechada o mortero.
- Seguetas para cortar el refuerzo del muro a retirar



EJECUCIÓN

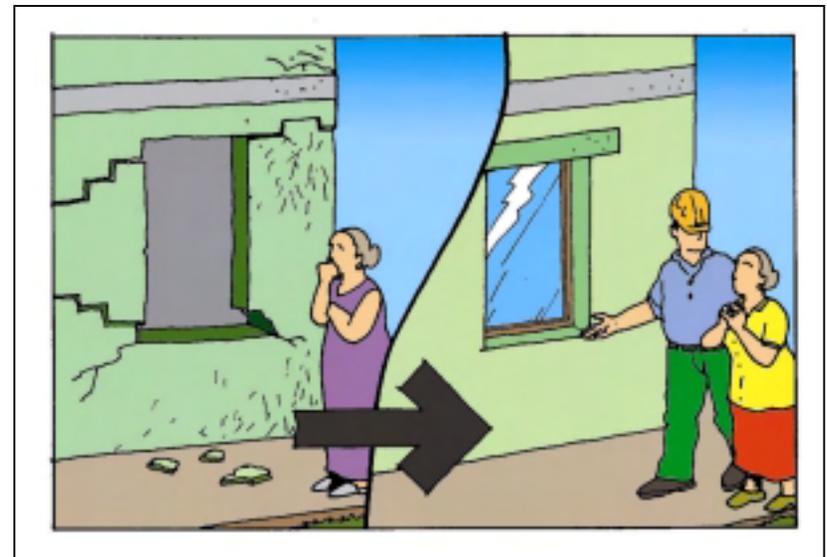
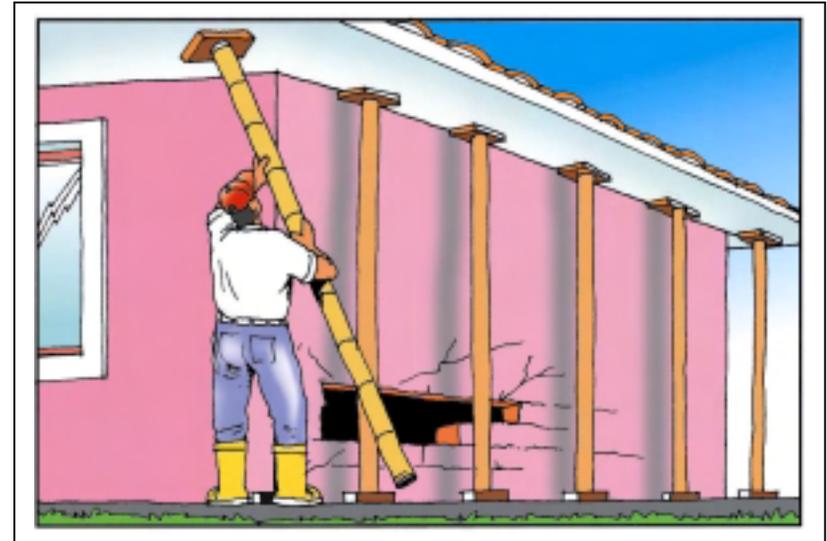
Si el muro existente es un muro de carga, se deben instalar puntales adyacentes al muro para soportar las cargas de gravedad mientras se retira el muro afectado. Alrededor del perímetro de la zona afectada se debe tener cuidado de minimizar los daños y evitar la afectación de las barras de refuerzo si las hay. Las superficies de material sano que permanecen deben prepararse para recibir el nuevo material. Para concreto y mampostería reforzada la superficie de la estructura debe picarse en amplitudes del orden de los 6 mm.

Las nuevas barras de refuerzo deben unirse a las barras existentes. Si se requieren nuevas barras de refuerzo para unir a la estructura existente, estas barras deben anclarse a la estructura existente colocándolas dentro de perforaciones con epóxico. La profundidad de la perforación debe ser suficiente para desarrollar la resistencia de la barra. Debe consultarse al fabricante del epóxico para determinar la profundidad adecuada de empotramiento y el procedimiento que se recomienda seguir.

El nuevo concreto puede ser concreto tradicional o preferiblemente concreto lanzado.

Los concretos, morteros y lechadas del nuevo muro experimentarán contracción por secado. La estructura existente no se contraerá, por lo cual la contracción causará una fisura a lo largo de los puntos de contacto entre la nueva y la vieja estructura.

Después de ocurrida buena parte de la contracción, entre dos y cuatro meses después de construido el nuevo muro, se pueden sellar las grietas de retracción con epóxico.



El procedimiento constructivo a seguir será el establecido en el Capítulo I de este manual.

CONTROL DE CALIDAD

El diseño de la mezcla para el concreto, lechada o mortero debe ser dada por el constructor y revisada previo a su uso. La distribución y anclaje de acero de refuerzo debe ser inspeccionada antes de fundir el muro de concreto o instalar las unidades de mampostería. Un inspector especial familiarizado con instalación de epóxicos debe observar la instalación del epóxico. Debe solicitarse la verificación

experimental de la calidad de las conexiones con epóxico al fabricante del mismo. Deben realizarse además los controles de calidad establecidos en el Capítulo I para construcción de muros.

LIMITACIONES

Si el muro a ser reemplazado fue construido con mampostería no reforzada NO se debe reemplazar con un muro del mismo tipo. En ese caso probablemente la vivienda o el elemento deben reforzarse.

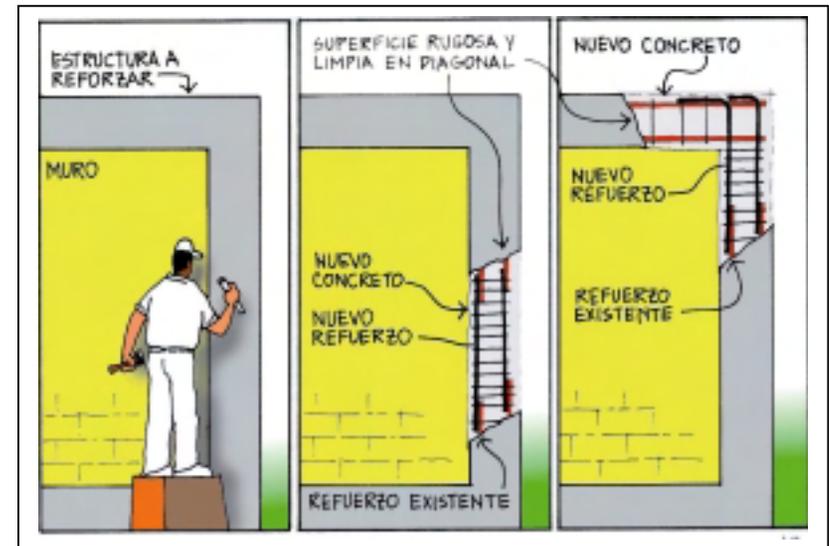
A.8 REPARACIÓN ESTRUCTURAL: REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO DE CONCRETO REFORZADO

DESCRIPCIÓN

Los elementos de confinamiento que estén afectados de manera importante deben someterse a una reparación estructural. Esta consiste en el retiro de la totalidad del concreto fisurado dejando al descubierto la totalidad del refuerzo. Posteriormente debe identificarse el refuerzo afectado tanto longitudinal como transversal, aquel que haya fluido o se encuentre deformado o afectado de cualquier manera. Se debe retirar todo el refuerzo afectado y reemplazarse por nuevo refuerzo de características similares a la del refuerzo inicial. Debe retirarse suficiente concreto para garantizar los empalmes requeridos en el refuerzo longitudinal. Amarrar el nuevo refuerzo al refuerzo existente y fundir el nuevo concreto

MATERIALES DE REPARACIÓN

En general se deben utilizar materiales de construcción lo más similares posibles a los materiales de construcción utilizados en los elementos existentes. Todos los materiales deben cumplir como mínimo los requisitos de calidad establecidos en el Capítulo I de este Manual.



EQUIPO

La siguiente es una lista de equipos que se pueden necesitar para reparar los elementos de confinamiento de concreto reforzado:

- Cinceles y macetas.
- Cinceles delgados para preparar la superficie de la estructura que no se retira
- Equipo para mezcla y colocación del concreto, lechada o mortero.
- Seguetas para cortar el refuerzo del muro a retirar

EJECUCIÓN

Luego de hacer la abertura en el muro se procederá a la limpieza de las paredes de la perforación, eliminando toda presencia de polvo o material quebrado y suelto que no permita garantizar la adherencia del concreto nuevo con las paredes de la perforación. Esta limpieza se podrá hacer de forma mecánica o manual con aire y/o agua a presión.

Se colocará la canasta de refuerzo garantizándose el anclaje de esta al refuerzo existente.

Luego se procederá al encofrado lateral para continuar con el vaciado de la mezcla de concreto, de manera uniforme al concreto existente.

El curado del concreto se hará por humedecimiento continuado durante los cinco primeros días y al menos 3 veces diarias.

CONTROL DE CALIDAD

El diseño de la mezcla para el concreto, lechada o mortero debe ser dada por el constructor y revisada previo a su uso. La distribución y anclaje de acero de refuerzo debe ser inspeccionados antes de fundir los nuevos elementos. Debe revisarse la colocación del acero de refuerzo en los elementos de confinamiento, además se debe controlar la calidad de los mismos de acuerdo con los requisitos establecidos en el Capítulo I para construcción de vigas y columnas en concreto.

LIMITACIONES

Si se requiere el reemplazo de barras de acero de refuerzo se deben seguir las recomendaciones dadas en el ítem A.6 de este mismo capítulo.

A.9 REPARACIÓN ESTRUCTURAL: REEMPLAZO DE ELEMENTOS DE ENTREPISO Y/O CUBIERTA DE MADERA

DESCRIPCIÓN

Este tipo de reparación implica el reemplazo de elementos tales como vigas gruesas de madera o de concreto, las cuales van empotradas al muro.

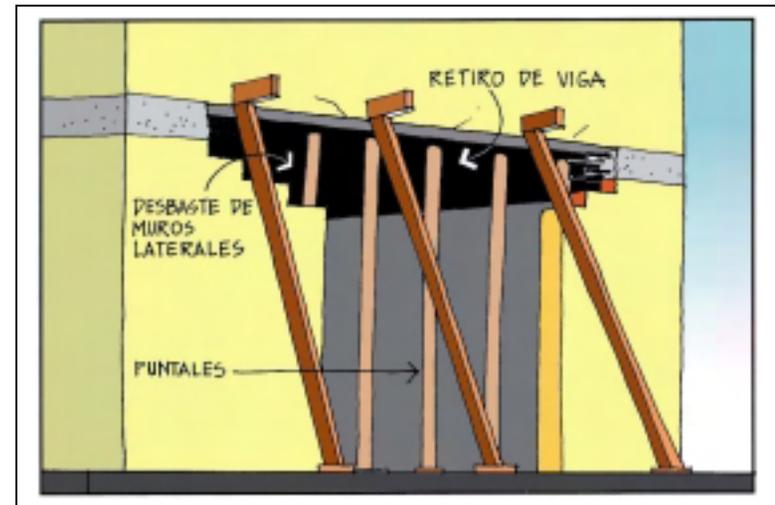
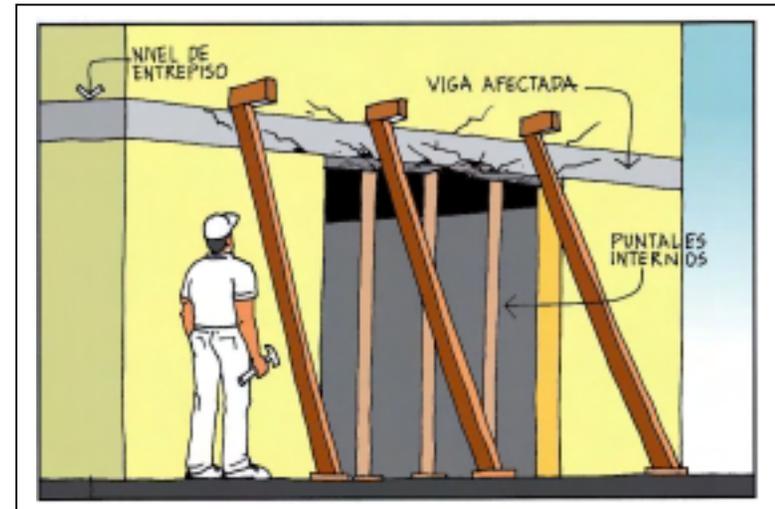
MATERIALES DE REPARACIÓN

En general se deben utilizar materiales de construcción lo más similares posibles a los materiales de construcción utilizados en el elemento de entrepiso y/o cubierta de madera existente. Todos los materiales deben cumplir como mínimo los requisitos de calidad establecidos en el Capítulo I de este Manual.

EJECUCIÓN

Para pisos de madera debe verificarse si las tablas están clavadas a la viga de entrepiso, en este caso no es necesario el apuntalamiento de zonas inmediatas. De lo contrario se debe determinar la cantidad de tablas a remover.

Para pisos de ladrillo o material similar se deben apuntalar las zonas inmediatas para evitar el colapso del mismo una vez se retire la viga de entrepiso.



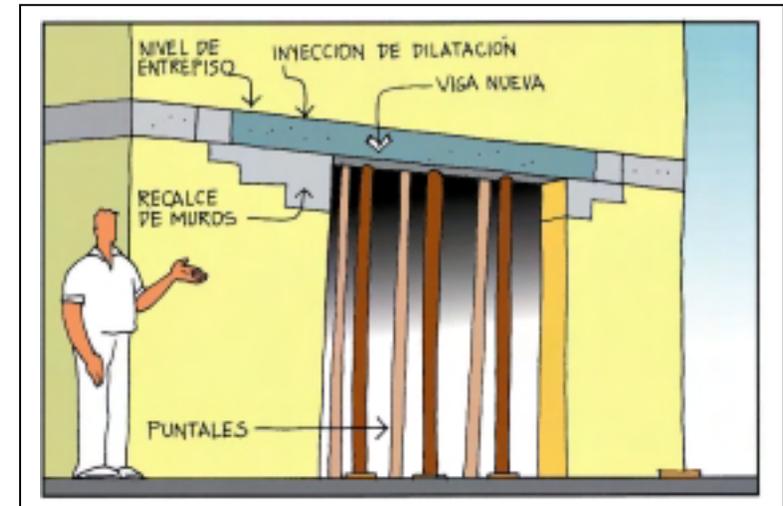
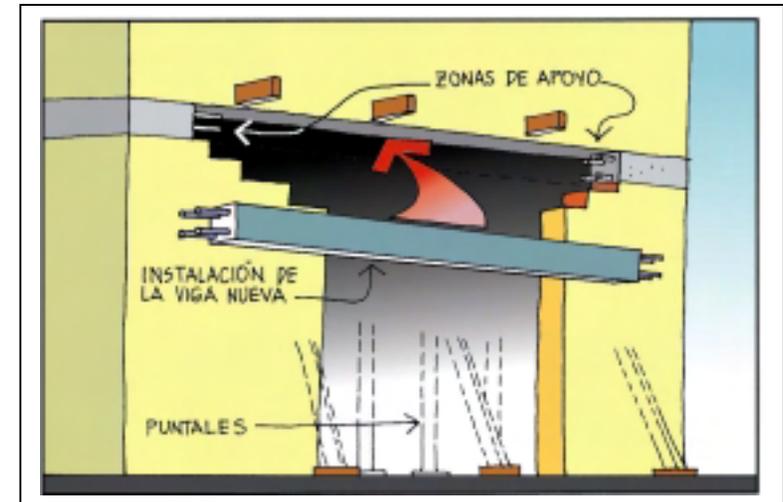
La viga se corta o se demuele por los extremos a unos 20 a 30 cm de distancia de los muros en que está empotrada y se desmonta cuidadosamente la parte suelta.

Se debe picar el muro para extraer la parte de la viga que quedó embebida entre ellos. Entonces se profundiza dicha picada, para facilitar el ingreso de la nueva viga, la cual se acomoda y se apuntala. Las zonas de apoyo en el muro se rellenan y se dejan fraguar lo suficiente antes de quitar el apuntalamiento.

CONTROL DE CALIDAD

Par vigas de concreto, debe verificarse el diseño de la mezcla utilizado en su construcción, así como la colocación del acero de refuerzo.

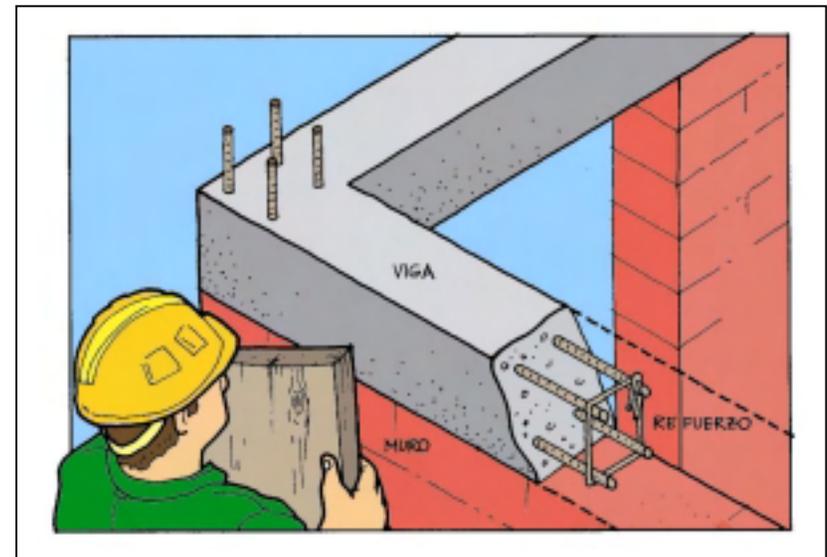
Las vigas de madera deben ser de excelente calidad y se les debe colocar sustancias preservantes para garantizar su durabilidad. Esas sustancias deben presentar buena penetrabilidad y permanencia. Igualmente se deben conocer sus condiciones de toxicidad, grado de corrosión y capacidad fitotóxica.



B. REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS

El *reforzamiento de viviendas* consiste en adelantar las obras requeridas con el fin de darle mayor capacidad de carga a la vivienda misma, sin que ésta presente necesariamente daños causados por terremotos u otros efectos. El reforzamiento de una vivienda debe adelantarse cuando se desee disminuir la vulnerabilidad de la edificación. Las actividades mas usuales relacionadas con el reforzamiento de viviendas son:

- B.1 - Construcción de vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado*
- B.2 - Revestimiento Estructural en concreto reforzado.*
- B.3 - Refuerzo de la cimentación.*
- B.4 - Confinamiento de aberturas.*
- B.5 - Reemplazo de muros no estructurales o muros con aberturas por muros estructurales.*
- B.6 - Costura de grietas con barras de refuerzo.*
- B.7 - Revestimiento estructural mediante fibras compuestas.*



B.1 REFORZAMIENTO: CONSTRUCCIÓN DE VIGAS Y COLUMNAS DE CONFINAMIENTO EN CONCRETO REFORZADO

DESCRIPCIÓN

Este tipo de reforzamiento consiste en construir elementos en concreto reforzado tales como vigas y/o columnas de confinamiento, las cuales van empotradas al muro.

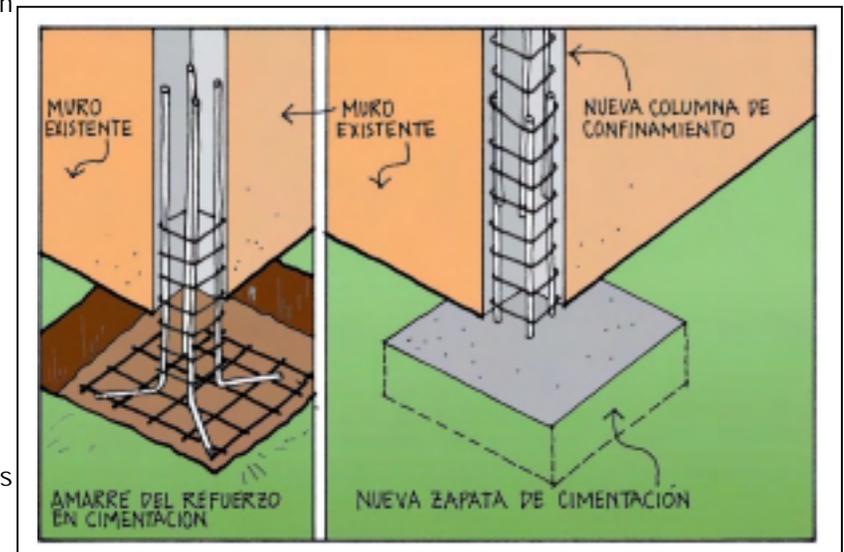
MATERIALES DE REPARACIÓN

- Cemento, agregado y agua..
- Barras de refuerzo

EQUIPO

La siguiente es una lista de equipos que se pueden necesitar para reparar los elementos de confinamiento de concreto reforzado:

- Cinceles y macetas.
- Equipo para mezcla y colocación del concreto, lechada o mortero.
- Seguetas para cortar el refuerzo del muro a retirar

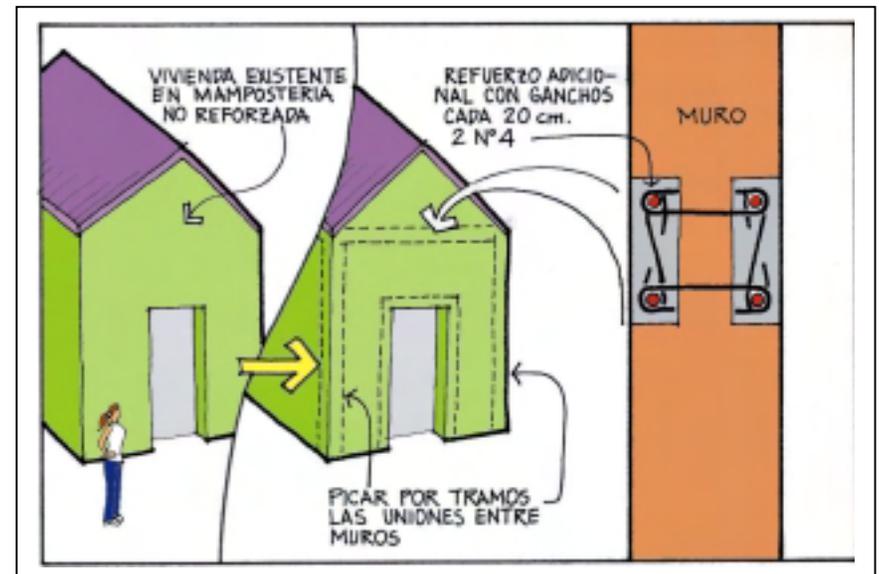


EJECUCIÓN

Se debe picar el muro donde se desean colocar las nuevas columnas y/o vigas de confinamiento. Se procede a colocar el acero de refuerzo verificándose la disposición del mismo. Luego se colocan las formaletas y se funde el elemento teniendo el cuidado de realizar el vibrado para evitar la aparición de hormigueros. El nuevo elemento debe curarse de acuerdo a las indicaciones dadas en el capítulo 1 de este manual

CONTROL DE CALIDAD

El concreto y el acero deben cumplir con los requisitos mínimos de calidad establecidos en el Capítulo I de este Manual.



B.2 REFORZAMIENTO: REVESTIMIENTO ESTRUCTURAL EN CONCRETO REFORZADO

DESCRIPCIÓN

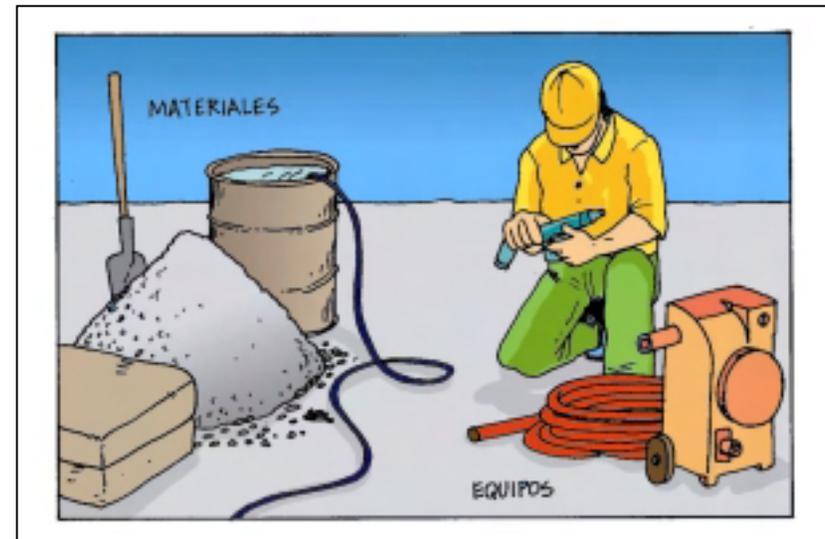
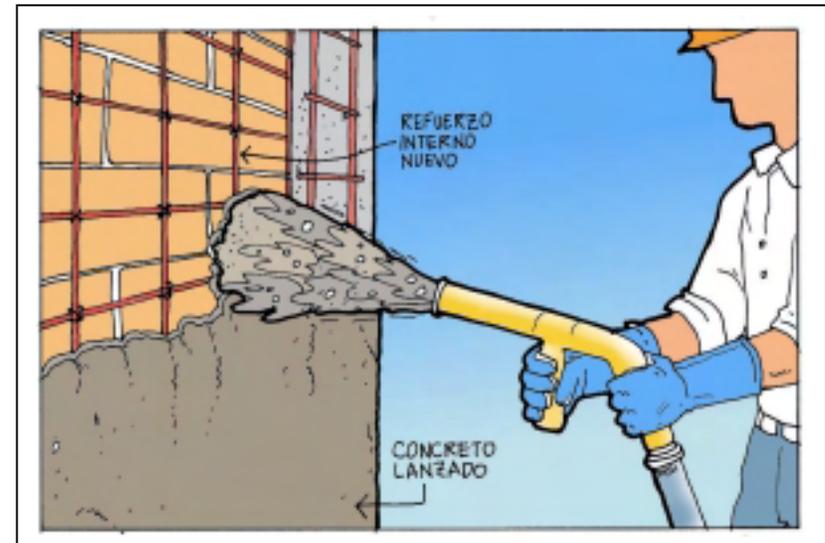
El revestimiento de concreto se aplica ya sea neumáticamente (concreto lanzado) o mediante capas moldeadas en el sitio en una o ambas superficies del muro. El concreto debe reforzarse y unirse a la estructura existente para permitir un comportamiento monolítico entre el muro existente y el revestimiento en concreto reforzado.

En general, el revestimiento en concreto reforzado debe aplicarse en ambas caras del muro a reforzar.

En la práctica se usan dos procesos diferentes para lanzar el concreto: mezcla húmeda y mezcla seca. En el proceso de mezcla húmeda todos los ingredientes se premezclan y la mezcla húmeda se entrega a la boquilla donde se lanza a la superficie. En el proceso de mezcla seca el cemento seco y el agregado se entregan a la boquilla donde se mezclan con agua mientras se lanzan desde la boquilla a la superficie.

MATERIALES DE REPARACIÓN

Cemento, agregado y agua.



EQUIPO

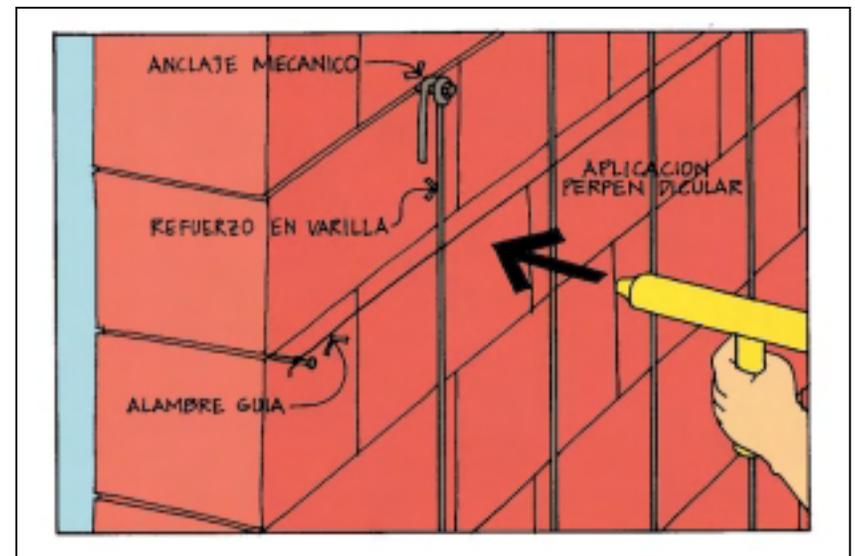
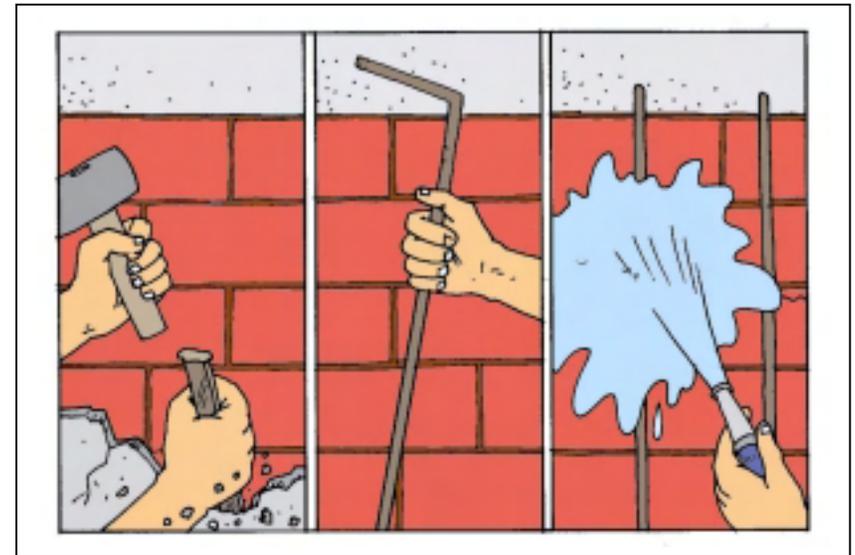
El equipo básico incluye un mezclador, bomba o inyector, compresores, mangueras, y boquillas.

EJECUCIÓN

La superficie del muro existente debe ser preparada removiendo el material dañado o suelto. La superficie debe ser cincelada o escarificada para evitar cambios abruptos en la dimensión. El acero de refuerzo se instala y se ancla en el muro existente mediante anclajes con epóxico que atraviesan el muro de lado a lado. El espaciamiento aproximado de los anclajes es de 2 a 3 veces el espesor del muro.

Antes de aplicar el concreto lanzado, la superficie del muro existente debe prehumedecerse de manera que la humedad del concreto especificado no se absorba dentro del muro existente. Se deben instalar formas o guías de alambre para proveer control de alineamiento en la aplicación, finalización y verificación de suficientes para el acero de refuerzo. Para el caso de concreto lanzado el operador de boquillas debe direccionar el concreto lanzado desde la boquilla a la superficie con un fluido firme ininterrumpido. El ángulo de la boquilla debe ser perpendicular a la superficie del muro para reducir rebote. Se debe garantizar la aplicación del concreto alrededor del acero de refuerzo.

El concreto debe aplicarse en varios pasos comenzando en la base del muro, aplicando un espesor ligeramente superior al indicado con los alambres guía. Debe realizarse un curado húmedo durante al menos un día y preferiblemente durante los 7 días siguientes a la fundida.



CONTROL DE CALIDAD

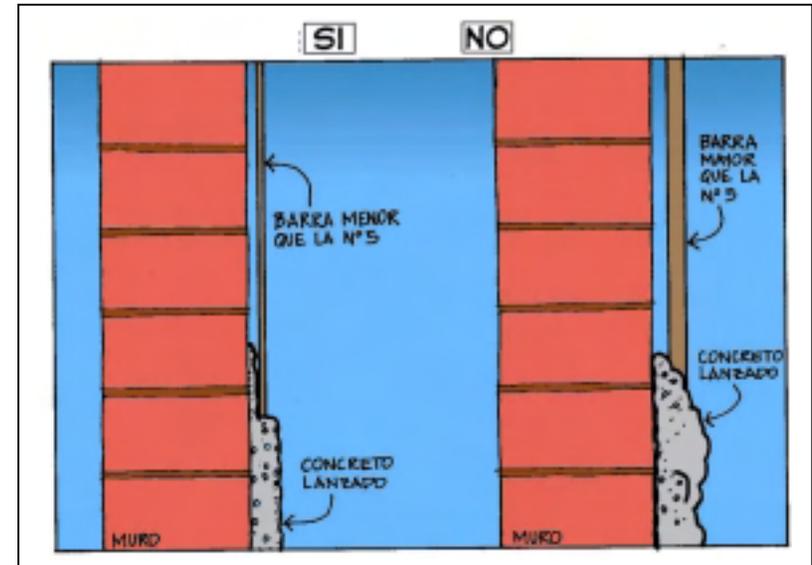
Para el caso de concreto aplicado en capas moldeadas se deben seguir los mismos requisitos del Capítulo 1. Para el concreto lanzado, la calidad de operación es altamente dependiente de la habilidad del operador de la boquilla, el cual debe tener gran experiencia en aplicaciones similares.

El constructor debe establecer el diseño de mezcla del concreto lanzado. Deben prepararse pequeños paneles de ensayo al comienzo de cada día y al comienzo de cada vaciada de concreto lanzado. Los paneles de muestra deben curarse de igual manera que los muros. Deben tomarse núcleos o cubos de cada panel para someterlos a ensayos para verificar la resistencia a la compresión y calidad del concreto. Se debe inspeccionar continuamente la aplicación del concreto lanzado. Deben verificarse los materiales, la colocación, la finalización y el curado de acuerdo con las especificaciones.

LIMITACIONES

Cuando se utiliza concreto lanzado, las barras de acero de refuerzo deben ser barras pequeñas. Las uniones por traslapeo entre barras se deben alternar para que no coincidan todas en una misma sección. El concreto lanzado se adhiere bien al concreto y superficies de mampostería limpias. El uso de agentes adherentes no es recomendable.

Las barras de refuerzo que se utilicen deben ser menores o iguales a la No 5. Sin embargo si se requieren barras mas grandes, el constructor debe realizar ensayos de prueba para demostrar que el concreto lanzado puede ser colocado alrededor de las barras de refuerzo. Se recomienda realizar una inspección total en la operación del concreto lanzado.



B.3 REFORZAMIENTO: REFUERZO DE LA CIMENTACIÓN

DESCRIPCIÓN

Este tipo de reforzamiento consiste en construir vigas de cimentación en concreto reforzado o en el reemplazo de barras de refuerzo que hayan sido afectadas. En este último caso se recomienda el uso de conexiones mecánicas y para ello se debe seguir el procedimiento descrito en A.6 (Reemplazo de Barras de Refuerzo)

MATERIALES DE REPARACIÓN

- Cemento, agregado y agua.
- Barras de refuerzo

EQUIPO

La siguiente es una lista de equipos que se pueden necesitar para reparar reforzar la cimentación:

- Cinceles y macetas.
- Equipo para mezcla y colocación del concreto, lechada o mortero.
- Seguetas para cortar el refuerzo.

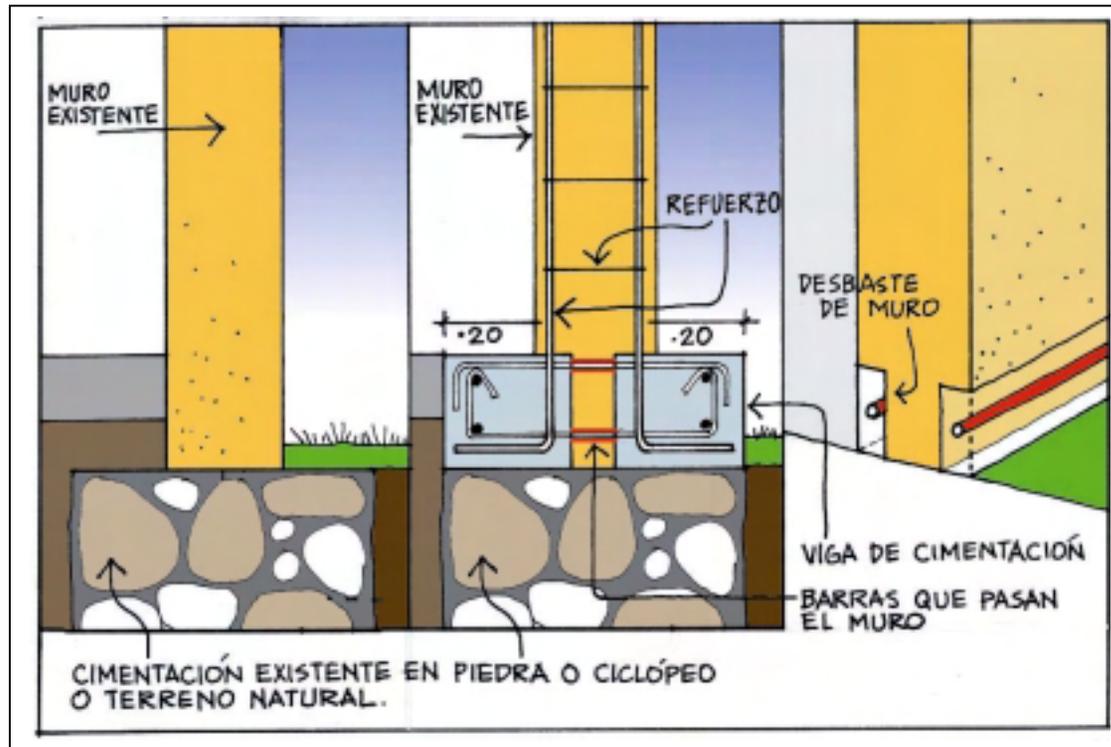
- Equipo para excavaciones.

EJECUCIÓN

Se debe realizar una excavación a lo largo del muro a una distancia de 10 cm aproximadamente a cada lado del mismo, con el fin de colocar la viga de cimentación. La parte del muro que esta empotrada en el suelo debe picarse para poder colocar tanto el refuerzo vertical como el refuerzo que traspasa la nueva viga de cimentación. Se debe tener mucho cuidado en la colocación del refuerzo para lo cual debe verificarse la disposición del mismo. Luego se colocan las formaletas y se funde el elemento teniendo el cuidado de realizar un correcto vibrado para evitar la aparición de hormigueros. El nuevo elemento debe curarse de acuerdo a las indicaciones dadas en el capítulo 1 de este manual

CONTROL DE CALIDAD

El concreto y el acero deben cumplir con los requisitos mínimos de calidad establecidos en el Capítulo I de este Manual. Además deben seguirse las indicaciones referentes a la cimentación establecidas en ese mismo capítulo.



Construcción de vigas de amarre. Cimentación

B.4 REFORZAMIENTO: CONFINAMIENTO DE ABERTURAS

DESCRIPCIÓN

Este tipo de reforzamiento consiste en construir elementos en concreto reforzado alrededor de aberturas en muros con fin de lograr un buen confinamiento.

MATERIALES DE REPARACIÓN

- Cemento, agregado y agua..
- Barras de refuerzo

EQUIPO

La siguiente es una lista de equipos que se pueden necesitar para reparar los elementos de confinamiento de concreto reforzado:

- Cinceles y macetas.
- Equipo para mezcla y colocación del concreto, lechada o mortero.
- Seguetas para cortar el refuerzo

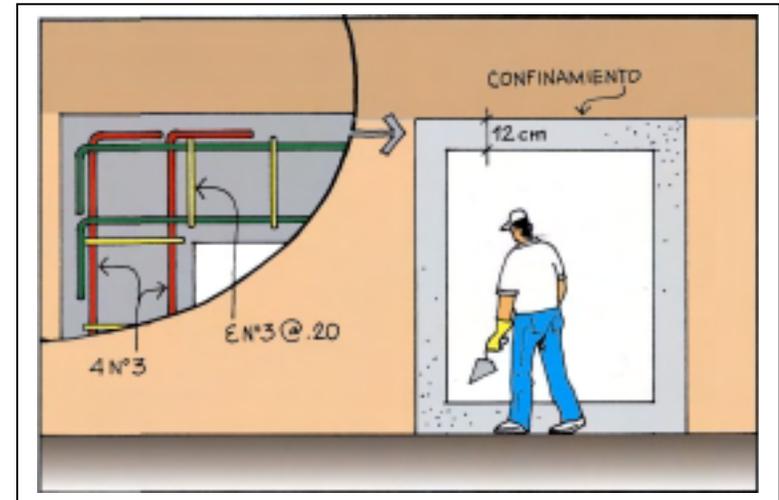


EJECUCIÓN

Se debe picar el muro donde se desean colocar los nuevos elementos de confinamiento. Se procede a colocar el acero de refuerzo verificándose la disposición del mismo. Se deben colocar 4 barras No 3 tanto para refuerzo superior como inferior tal como se indica en la figura. Los estribos deben ser no 3 espaciados cada 20 cm. Luego se colocan las formaletas y se funde el elemento teniendo el cuidado de realizar el vibrado para evitar la aparición de hormigueros. El nuevo elemento debe curarse de acuerdo a las indicaciones dadas en el capítulo 1 de este manual

CONTROL DE CALIDAD

El concreto y el acero deben cumplir con los requisitos mínimos de calidad establecidos en el Capítulo I de este Manual.



B.5 REFORZAMIENTO: REEMPLAZO DE MUROS NO ESTRUCTURALES O MUROS CON ABERTURAS POR MUROS ESTRUCTURALES

DESCRIPCIÓN

Este procedimiento consiste en reemplazar un muro sin refuerzo por un muro estructural. La remoción del muro debe realizarse cuidadosamente de manera que se logren adaptar dovelas de empalme con el refuerzo existente para lograr continuidad con el nuevo refuerzo. La construcción del nuevo muro debe ser lo más similar posible a la construcción del muro existente.

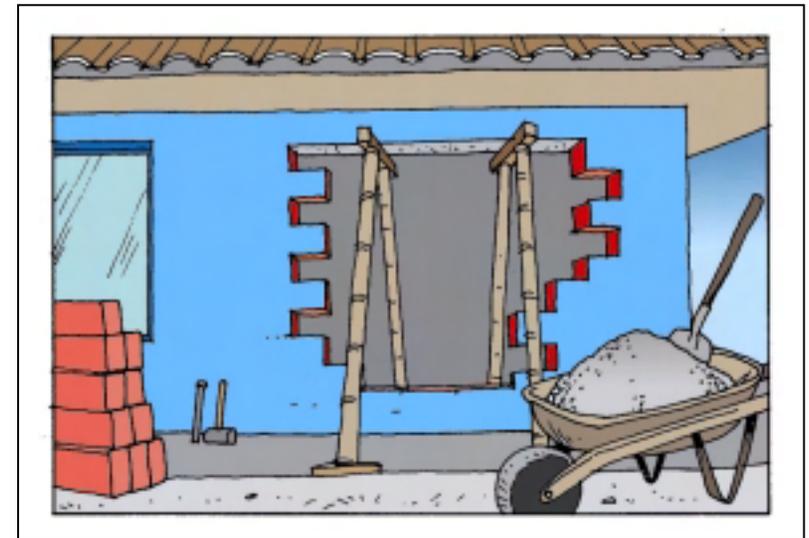
MATERIALES DE REPARACIÓN

Los materiales a utilizarse para el nuevo muro deben ser lo más similares posibles a los materiales de construcción utilizados en los muro existentes. Todos los materiales deben cumplir como mínimo los requisitos de calidad establecidos en el Capítulo I de este Manual.

EQUIPO

El equipo usado dependerá de la construcción del muro existente y de los métodos usados para instalar el nuevo muro. La siguiente es una lista de equipos que se pueden necesitar para remover y reemplazar muros:

- Cinceles y macetas para remoción del muro
- Cinceles delgados para preparar la superficie de la estructura que no se retira
- Equipo para mezcla y colocación del concreto, lechada o mortero.



- Seguetas para cortar el refuerzo del muro a retirar

EJECUCIÓN

El procedimiento a llevarse a cabo es similar al ejecutado para REPARACIÓN ESTRUCTURAL: REEMPLAZO DE MUROS(A.7) teniendo en cuenta que el muro debe contener acero de refuerzo

Después de ocurrida buena parte de la contracción, entre dos y cuatro meses después de construido el nuevo muro, se pueden sellar las grietas de retracción con epóxico.

El procedimiento constructivo a seguir será el establecido en el Capítulo I de este manual.

CONTROL DE CALIDAD

El diseño de la mezcla para el concreto, lechada o mortero debe ser dada por el constructor y revisada previo a su uso. La distribución y anclaje de acero de refuerzo debe ser inspeccionada antes de fundir el muro de concreto o instalar las unidades de mampostería. Un inspector especial familiarizado con instalación de epóxicos debe observar la instalación del epóxico. Debe solicitarse la verificación experimental de la calidad de las conexiones con epóxico al fabricante del mismo. Deben realizarse además los controles de calidad establecidos en el Capítulo I para construcción de muros.

B.6 REFORZAMIENTO: REVESTIMIENTO ESTRUCTURAL-FIBRAS COMPUESTAS

DESCRIPCIÓN

Fibras delgadas de vidrio o carbono pueden aplicarse a la superficie del muro para mejorar la resistencia del muro. Las fibras se aplican generalmente a la superficie usando una resina epóxica aglutinante y se orientan en una o dos direcciones. Las fibras compuestas se usan como refuerzo a tensión del muro y pueden por tanto incrementar la resistencia del muro. En general las fibras compuestas no aumentan la rigidez del muro que refuerzan.

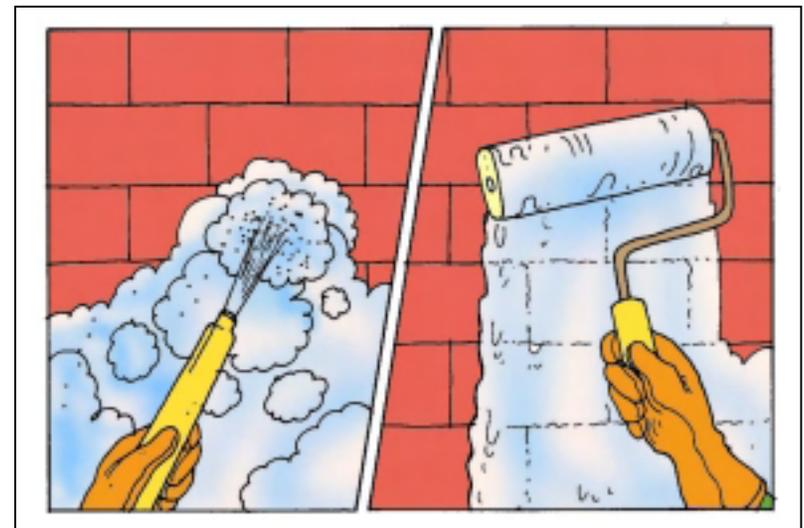
MATERIALES DE REPARACIÓN

Los materiales de reparación comúnmente utilizados son:

- Fibras de carbón o láminas de fibras de vidrio.
- Epóxico para adherir las láminas al muro
- Anclaje para unir las láminas de fibra compuestas

EJECUCIÓN

Las grietas en los muros deben repararse usando inyecciones de mortero epóxico. Las roturas y estilladuras también deben repararse. Las superficies del muro se preparan mediante limpieza con grata metálica o chorro de arena suave, hasta obtener el terminado requerido para la aplicación de la fibra compuesta.



Enseguida se aplica una capa delgada de aglutinante epóxico sobre la superficie usando rodillos. Las fibras compuestas se saturan en epóxico y se prensan dentro de epóxico aglutinante mediante un rodillo. El número de capas y la orientación de las mismas dependen de los requerimientos de reforzamiento. Pueden aplicarse epóxicos adicionales para cubrir totalmente las fibras.

La aplicación mínima exige al menos dos franjas de tela en diagonal en cada una de las dos direcciones muy cerca de las diagonales principales del muro.

Las capas de tela se deben prolongar alrededor de los extremos del muro para una distancia recomendada por el fabricante. Si una interferencia física impide la envoltura de la tela, deben instalarse anclajes a través de la tela a lo largo del perímetro del muro y asegurado al mismo. El epóxico debe someterse a curado al menos durante 24 horas o según las recomendaciones del fabricante.

Una vez el epóxico haya curado, el muro debe cubrirse con una capa no estructural de pintura, plástico o láminas de fibra prensada.



CONTROL DE CALIDAD

La instalación de las fibras compuestas deben monitorearse cuidadosamente para verificar que el trabajo se realice de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos :

- La preparación de la superficie del muro, para verificar la limpieza y terminado según los requerimientos.

- La mezcla del epóxico, para verificar que los dos se han mezclado según las proporciones indicadas.
- La tela compuesta instalada, para verificar que la tela está completamente embebida en la resina epóxica.
- El recubrimiento de las láminas de telas y la envoltura de las láminas alrededor de las esquinas, para verificar el anclaje de las telas según las indicaciones del fabricante.
- El curado del epóxico, para asegurar conformidad con las recomendaciones del fabricante.

LIMITACIONES

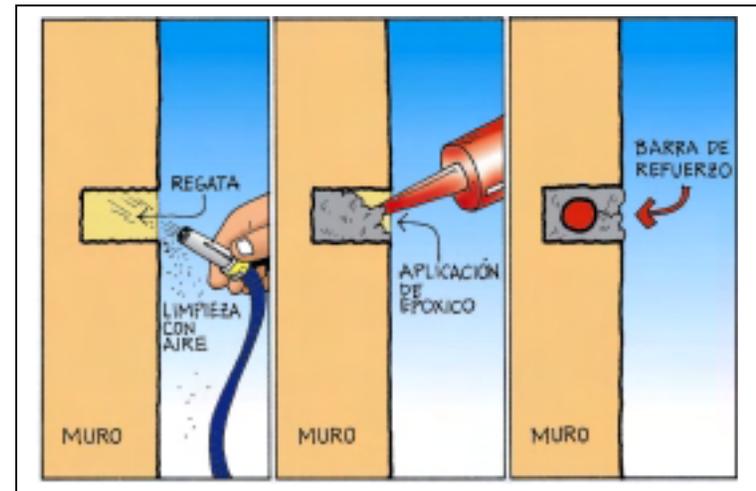
No hay estándares para el diseño de fibras compuestas usadas para reparar muros de mampostería. Los fabricantes del material pueden suministrar referencias y recomendaciones para aplicación.

Las fibras de carbón tienen un módulo de elasticidad y esfuerzo de tensión que son superiores a los del acero. Las fibras de vidrio tienen un módulo de elasticidad y esfuerzos resistentes a tensión más bajos. Tanto las fibras de vidrio como las de carbón exhiben comportamiento frágil en tensión.

B.7 REFORZAMIENTO: COSTURA DE GRIETAS CON BARRAS DE REFUERZO

DESCRIPCIÓN

Quando se presenta una grieta en un muro de concreto de mampostería la capacidad a cortante a lo largo de la grieta puede restaurarse y mejorarse mediante costura con barras de refuerzo a lo largo de la grieta. Este tipo de reparación es mas útil cuando las barras de refuerzo pueden estar torcidas o las condiciones de la rotura impiden al epóxico producir una adecuada adherencia. Para esta reparación se insertan nuevas barras a través de la grieta para mejorar la resistencia disminuida por la aparición de la grieta.



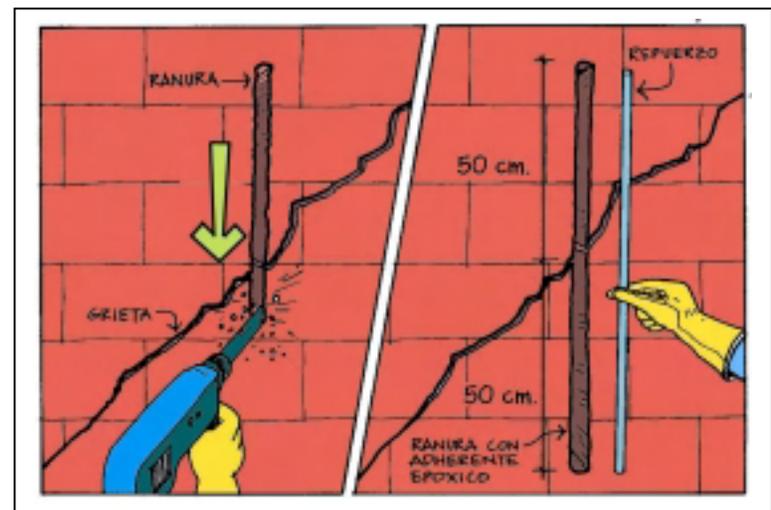
MATERIALES DE REPARACIÓN

Se requiere el siguiente equipo para las obras de reforzamiento :

- Taladros rotatorios para adelantar las regatas (No se recomiendan brocas para sacar núcleos)
- Compresores de aire y cepillos
- Equipo para mezcla y colocación de resina epóxica y/o mortero.

EJECUCIÓN

Típicamente se utilizan barras No 4 o No 5 con una extensión de



aproximadamente 50 cm a cada lado de la grieta. Para colocar el refuerzo embebido en el muro se hacen regatas las cuales deben interceptar la grieta en un ángulo de aproximadamente 45 hasta 90 grados

Las regatas deben limpiarse con aire comprimido y cepillo. El epóxico es colocado en la regata y entonces la barra de refuerzo se inserta en el hueco. Debe colocarse suficiente epóxico dentro del hueco de tal manera que algo de epóxico es forzado hacia afuera cuando se coloca la barra de refuerzo.

CONTROL DE LA CALIDAD

La adherencia del epóxico a la barra de refuerzo y a la mampostería existente es crítica para la efectividad de reparación. Para que la adherencia sea adecuada la regata debe estar limpia. Esto usualmente implica varios ciclos de cepillado y soplado de la regata. Los compresores para soplado deben ser adecuados para impedir engrase de la mezcla con aire. El aceite del compresor reducirá la adherencia, si se presenta. El agua en el hueco puede impedir la adherencia. La barra de refuerzo no debe ser rotada mientras que se inserta dentro del hueco, ya que se podrían presentar problemas de adherencia.

Un inspector debe verificar cada regata para garantizar su limpieza y profundidad requerida antes de insertar la barra de refuerzo. Cada regata debe inspeccionarse durante la colocación de la barra de refuerzo para verificar que el epóxico llena completamente el espacio anular alrededor de la barra.

LIMITACIONES

Barras instaladas a través de la grieta son solamente efectivas si hay suficiente espesor de material encima o debajo del muro para el desarrollar la longitud de anclaje. No se deben usar barras más grandes que la No 5 debido a que las brocas de barrena pueden no estar disponibles para lograr la profundidad del hueco requerida para anclarlas adecuadamente.

Debe tenerse cuidado para evitar daños en las barras de refuerzo cuando se taladran los huecos para las nuevas barras de refuerzo. Detectores de barras deben ser usados para distribuir la colocación de barras con respecto a las existentes.

C. RECONSTRUCCIÓN

La Reconstrucción de viviendas se realiza con el fin de reconstruir partes gravemente afectadas de la misma, ya sea por causa de un terremoto o por cualquier otro efecto y tiene como objetivo proporcionarle a la vivienda una capacidad de carga de acuerdo con la normativa vigente con relación al diseño sismorresistente.

LA RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DEBE REALIZARSE DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL CAPÍTULO I DE ESTE MANUAL.

BIBLIOGRAFÍA

1. Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente (NSR/98)
2. Evaluation of earthquake damaged concrete and masonry wall buildings. Basic procedures manual. FEMA 306. Mayo 1999
3. Evaluation of earthquake damaged concrete and masonry wall buildings. Technical resources. FEMA 307. Mayo 1999
4. Repair of earthquake damaged concrete and masonry wall buildings. FEMA 308. Mayo 1999.
5. Reducing the risks of nonstructural earthquake damage. A practical guide. FEMA 74. Septiembre 1994
6. NEHRP Handbook for seismic rehabilitation of existing buildings. FEMA 172. Junio 1992
7. Nonstructural issues of seismic design and construction. EERI . Publication No 84-04. Junio de 1984
8. The home buider ´s guide for earthquake design. ATC. Junio 1980.
9. Dudley Eric y Haaland Ane. Communicating Building for Safety. Guidelines for methods of communicating technical information to local builders and householders. 1993
10. Coburn Andrews, Hughes Richard, Pomonis Antonios, Spence Robin. Technical Principles of Building for Safety. 1995
11. Aysan Yesemin, Clayton Andrew, Colir Alistair, Davis Ian, Sanderson David. Developing Building for Safety Programmes. Guidelines for organizing improvement programmes in disaster-prone areas. 1195
12. Clayton Andrew, Davis Ian. Building for Safety Compendium. An annotated bibliography and information directory for safe building. 1994
13. Mejía C y Cia Ltda. , Luis Gonzalo. Notas acerca de la fisuración de Muros. Medellín, Octubre de 1983. Revisión: Abril de 1996.
14. Sarria Molina Alberto. Terremotos: debemos prepararnos. Santa Fe de Bogotá, 1985.
15. Manual de construcción de vivienda popular. I CPC. Medellín. 2 edición, 1998.

16. Nuevas casas resistentes de adobe. Pontificia Universidad Católica del Perú, Agencia para el Desarrollo Internacional USAID/PERU, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. Lima, Perú.
17. Diseño y construcción en Quincha. Pontificia Universidad Católica del Perú y Universidad técnica de Nueva Escocia (Canadá). Proyecto construcciones en quincha.
18. Construcciones menores sismo resistentes. Manual técnico de Capacitación. AIS, SENA, Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Emergencias.
19. Invirtiendo en el futuro de Quito. Escuela Politécnica Nacional GeoHazards Internacional..
20. Edificaciones de mampostería reforzada. México, 1999
21. Vamos a reforzar nuestra casa. Atendamos las recomendaciones de don Prevencio. Borrador de Cartilla para reforzamiento sismo resistente de viviendas en mampostería.
22. Building Safety in Brick Masonry. Parte 1. (Draft copy for review) . March 1992.
23. Lessons Learned over time. Volumen II . EERI
24. Mi Amiga la Tierra. Cartilla del sistema Nacional Para la Atención y Prevención de Desastres. 1990
25. Como Vivir Aquí. Manual para docentes. Programa escolar de Prevención y Atención de Desastres. Dirección Nacional Para la Atención y Prevención de Desastres.
26. Manual de especificaciones mínimas para viviendas de uno y dos pisos. Norma sismorresistente NSR-98. Capítulo E. Boletín Técnico No 52. Febrero de 1999.
27. Mejía Luis Gonzalo. Notas acerca de fisuración en muros. octubre de 1986, Abril de 1996.
28. Mejía Luis Gonzalo. Manual para construcciones de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos . sistema Nacional de Prevención y atención de Desastres de Medellín. 1999
29. Manual de construcciones antisísmicas. Universidad del Valle. 1985
30. Guía para la construcción sismo resistente no ingenieril. Edición revisada de "conceptos básicos de códigos sísmicos" Vol I , parte 2, 1980. Asociación Internacional de Ingeniería Sísmica. 1986
31. Rojas, Manuel. Manual Para la construcción de viviendas de un piso con bloques de concreto. Dirección de Prevención y Mitigación . Comisión Nacional de Emergencias. 1993