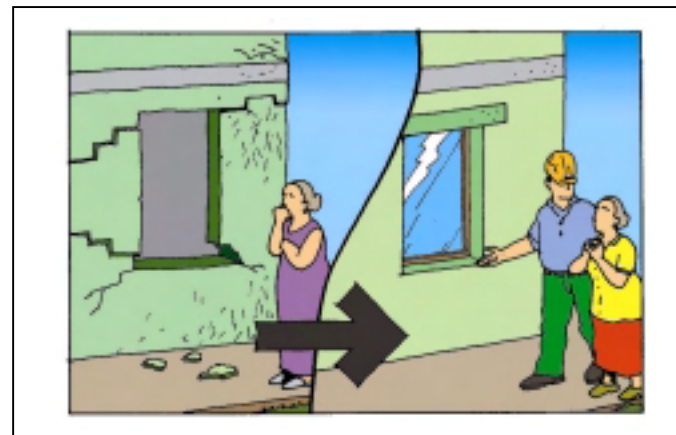
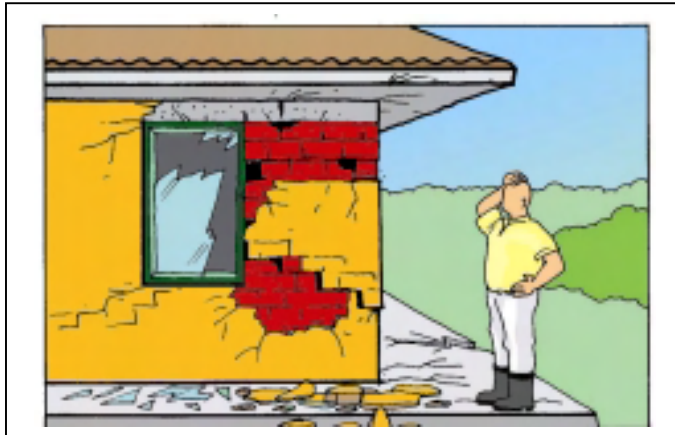
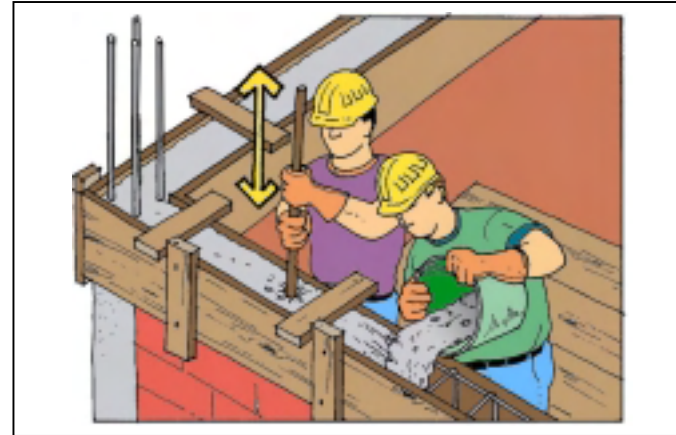
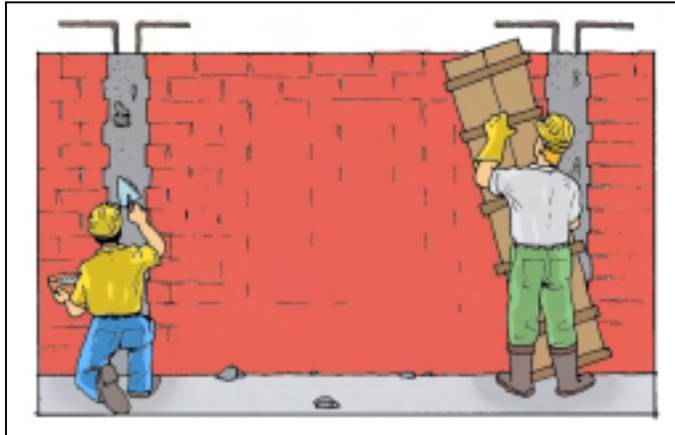


MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA



DESARROLLADO POR:

PUBLICACIÓN FINANCIADA POR:

ais

ASOCIACIÓN COLOMBIANA
DE INGENIERÍA SÍSMICA

LA RED

LA RED DE ESTUDIOS SOCIALES EN PREVENCIÓN
DE DESASTRES EN AMÉRICA LATINA – LA RED

INTRODUCCIÓN

Uno de los aportes de las Normas Sísmicas Colombianas desde su primera expedición en 1984 fue el Título E, correspondiente a las disposiciones simplificadas para el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos. Las nuevas Normas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 incorporaron de nuevo este título, el cual fue revisado y actualizado en algunos aspectos, aunque sus fundamentos siguen siendo los mismos: el contar con unos requisitos simplificados para la construcción de viviendas o casas de uno o dos pisos. El primer capítulo de este manual ilustra y comenta las disposiciones del Título E de las Normas NSR-98, lo que facilitará a los profesionales de la construcción y a otras personas no expertas en el tema la aplicación de especificaciones mínimas en casos de vivienda individual o proyectos que no superen las 15 viviendas o los 3000 metros cuadrados de área de construcción del conjunto

El segundo capítulo de este manual permite evaluar de manera sencilla la vulnerabilidad sísmica de viviendas de uno y dos pisos ya constituidas, con el fin de identificar las deficiencias que deben ser intervenidas si se desea mejorar su seguridad y su comportamiento sísmico en caso de terremoto. El tercer capítulo presenta un método para evaluar el daño en viviendas afectadas por sismo, con el fin de estimar de qué manera se pueden rehabilitar y mejorar su comportamiento sismo resistente. Finalmente, el cuarto capítulo presenta la manera como se pueden reforzar, reparar o reconstruir viviendas vulnerables o que han sido afectadas por terremotos. De esta manera este manual se orienta a profesionales y a personal no experto en la labor de rehabilitar en forma sismo resistente viviendas de uno y dos pisos de acuerdo con las disposiciones de las Normas NSR-98.

Este manual ha sido elaborado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS con el apoyo financiero del Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero FOREC y de la Dirección para la Prevención y Atención de Emergencias DPAE de Bogotá. Participaron en su elaboración los Ingenieros Luis Eduardo Yamín L., Omar Darío Cardona A., Shirley Merlano y Carlos Blandón del Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos CEDERI de la Universidad de los Andes. También, hicieron aportes a este trabajo los Ingenieros Luis Gonzalo Mejía y Jesús Humberto Arango de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Antioquia. Las ilustraciones fueron realizadas por el Arquitecto Carlos Alberto Gómez Fernández, Hormiga. La AIS agradece a estos profesionales y a todos los miembros de la asociación que realizaron comentarios, recomendaciones y sugerencias por su aporte y disposición.

Omar Darío Cardona Arboleda
Presidente

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SÍSMICA

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA

CAPITULO I: CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS

TERREMOTOS Y SISMO RESISTENCIA

¿Qué es un terremoto?

¿Qué es la amenaza sísmica?

¿Qué es la sismo resistencia?

LOS PRINCIPIOS DE LA SISMO RESISTENCIA

Forma regular

Bajo Peso

Mayor rigidez

Buena estabilidad

Suelo firme y buena cimentación

Estructura apropiada

Materiales competentes

Calidad de construcción

Capacidad de disipar energía

Fijación de acabados e instalaciones

LOCALIZACIÓN DE LA VIVIENDA

¿Qué hacer?

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

Geometría

Resistencia

Rigidez

Continuidad

MATERIALES

Cemento

Agregados

Acero

Unidades de mampostería

Morteros de pega

CIMENTACIÓN

Generalidades

Detalles de la cimentación

Proceso constructivo

Sobrecimientos

Consideraciones sobre las tuberías

MUROS

Generalidades

Aparejo y juntas de pega

Cantidad mínima de muros en cada dirección

Detalles de los muros confinados

Ejemplo

Proceso constructivo

ABERTURAS EN LOS MUROS

COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO

Generalidades

Columnas de confinamiento

Vigas de confinamiento

LOSAS DE ENTREPISO Y CUBIERTAS

Losas macizas

Proceso constructivo de losas macizas

Losas aligeradas

CUBIERTAS

OTROS DETALLES DE CONSTRUCCIÓN

Instalaciones eléctricas

Instalaciones sanitarias

Escaleras

CAPITULO II: EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS

CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE VIVIENDAS SEGÚN SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN DE MUROS

- Mampostería no reforzada
- Mampostería confinada
- Mampostería reforzada.

TIPOS DE ELEMENTOS SUSCEPTIBLES A SUFRIR DAÑO EN VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS QUÉ ES LA VULNERABILIDAD SÍSMICA?

ASPECTOS QUE AFECTAN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

- Aspectos geométricos
- Aspectos constructivos
- Aspectos estructurales
- Cimentación
- Suelos
- Entorno

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA

- Aspectos geométricos
 - Irregularidad den planta de la edificación
 - Cantidad de muros en las dos direcciones
 - Irregularidad en altura
- Aspectos constructivos
 - Calidad de las juntas de pega en mortero
 - Tipo y disposición de las unidades de mampostería
 - Calidad de los materiales
- Aspectos estructurales
 - Muros confinados y reforzados
 - Detalles de columnas y vigas de confinamiento
 - Vigas de amarre o corona
 - Características de las aberturas
 - Entrepiso
 - Amarre de cubiertas
- Cimentación
- Suelos
- Entorno

RESUMEN - VULNERABILIDAD

CAPITULO III: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO EN VIVIENDAS AFECTADAS POR SISMOS

INTRODUCCIÓN

ELEMENTOS SUSCEPTIBLES A SUFRIR DAÑOS EN VIVIENDAS

- **Mampostería no reforzada**
 - Muros cortos o pilastras
 - Vigas, dinteles, antepechos
 - Muros fuertes
- **Mampostería confinada**
 - Paneles
 - Elementos de confinamiento (vigas y columnas)
- **Mampostería reforzada.**
 - Muros fuertes
 - Muros débiles
 - Vigas, dinteles, antepechos

CLASIFICACIÓN GLOBAL DEL DAÑO EN ELEMENTOS INDIVIDUALES

- **Mampostería no reforzada**
 - Muros cortos o pilastras (Mecanismo de rotación de muro)
 - Muros cortos o pilastras (Deslizamiento de juntas horizontales)
 - Muros cortos o pilastras (Mecanismo de tensión diagonal)
 - Vigas, dinteles, antepechos (Rotación en elementos de soporte)
 - Vigas, dinteles, antepechos (Rotación y eventual desplazamiento relativo en elementos de soporte)
 - Muros fuertes (Flexión / Rotura de la base / Desplazamiento de las juntas horizontales)
 - Muros fuertes (Grietas por flexión / Rotura de la base)
- **Mampostería confinada**
 - Paneles (Rotura y fisuración en las esquinas)

- Paneles (Tensión diagonal)
- Paneles (Mecanismo de tensión diagonal)
- Paneles (Desplazamiento de las juntas horizontales)
- Paneles (Rotura diagonal y rotura de las esquinas)
- Paneles (Efectos fuera del plano del muro)
- Columnas de confinamiento (Agrietamiento de la columna por falla a cortante)
- Columnas de confinamiento (Falla del empalme del traslapo)
- Columnas de confinamiento (Daño en la conexión viga-columna)
- **Mampostería reforzada.**
 - Muros fuertes (Flexión dúctil)
 - Muros fuertes (Flexión / Cortante)
 - Muros fuertes (Flexión / Deslizamiento por corte)
 - Muros fuertes (Flexión / Inestabilidad fuera del plano)
 - Muros fuertes (Flexión / Deslizamiento de las uniones traslapadas)
 - Muros débiles (Flexión / Cortante)
 - Muros débiles (Cortante puro)
 - Vigas débiles (Flexión / Cortante)
 - Vigas débiles (Cortante puro)
 -

RESUMEN - EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO

CALIFICACIÓN GLOBAL DEL DAÑO EN VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES TÍPICOS DE UNA VIVIENDA SUSCEPTIBLES DE SUFRIR DAÑO

DAÑOS EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

EJEMPLOS TÍPICOS DE DAÑO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

CAPITULO IV: REHABILITACIÓN SISMO RESISTENTE

QUÉ ES REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS?

- Reparaciones
- Reforzamiento
- Reconstrucción

CUÁNDO SE REQUIERE REHABILITAR UNA VIVIENDA?

PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR EL GRADO DE INTERVENCIÓN PARA REHABILITACIÓN

CÓMO SE REHABILITA UNA VIVIENDA?

REHABILITACIÓN - VULNERABILIDAD

REHABILITACIÓN - DAÑOS

A. REPARACIÓN DE VIVIENDAS

- A.1 Reparación cosmética: Pañete
- A.2 Reparación cosmética: Reparación de juntas de mortero
- A.3 Reparación cosmética: Inyección de grietas con epóxico
- A.4 Reparación Estructural: Inyección de grietas
- A.5 Roturas y estilladuras de material
- A.6 Reparación Estructural: Reemplazo de barras de refuerzo
- A.7 Reparación Estructural: Reemplazo de muros
- A.8 Reparación Estructural: Reparación de elementos de confinamiento de concreto reforzado
- A.9 Reparación Estructural: Reemplazo de elementos de entepiso y/o cubierta de madera

B. REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS

- 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

BIBLIOGRAFIA

CAPÍTULO I

CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS

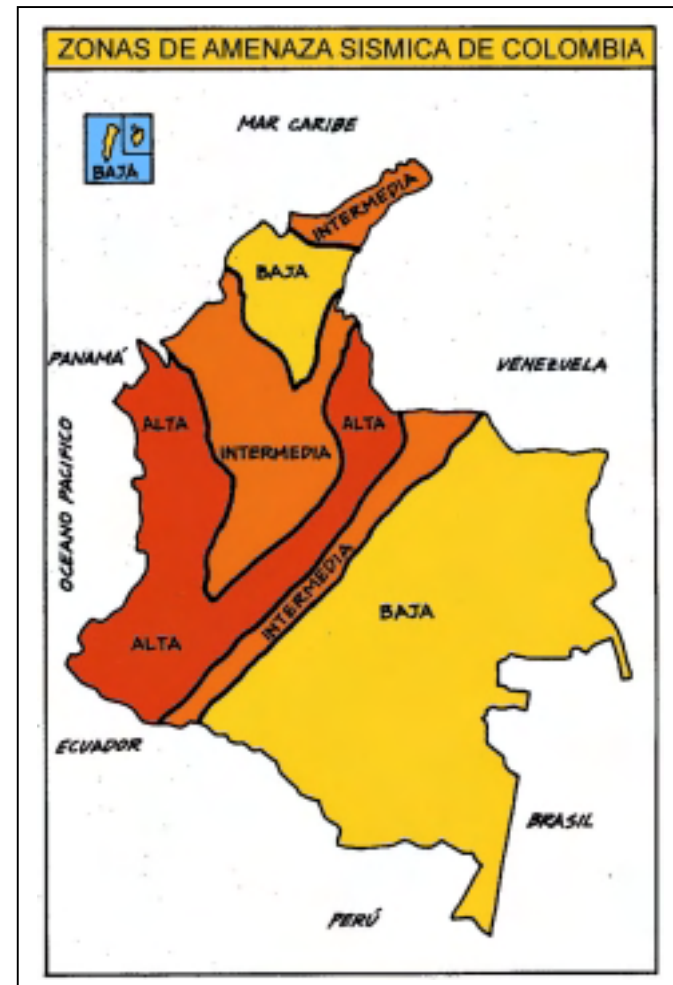
TERREMOTOS Y SISMO RESISTENCIA

◆ ¿Qué es un terremoto?

Es una vibración o movimiento ondulatorio del suelo que se presenta por la súbita liberación de energía sísmica, que se acumula dentro de la tierra debido a fuertes tensiones o presiones que ocurren en su interior. Los sismos o terremotos pueden causar grandes desastres, en especial donde no se han tomado medidas preventivas de protección, relacionadas con la sismo resistencia de las edificaciones. Los terremotos son fenómenos naturales que se presentan por el movimiento de placas tectónicas o fallas geológicas que existen en la corteza terrestre. También se producen por actividad volcánica. Colombia hace parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, que es una de las zonas del planeta en la cual se presenta una alta actividad sísmica y un mayor peligro o amenaza, es decir, una zona donde se pueden presentar terremotos con frecuencia y algunos pueden ser de intensidad notable.

◆ ¿Qué es la amenaza sísmica?

Cuando existe la probabilidad de que se presenten sismos de cierta severidad en un lugar y en un tiempo determinado, se dice que existe amenaza sísmica. El peligro o amenaza sísmica varía de un lugar a otro. Hay zonas de mayor amenaza sísmica, es decir, zonas o lugares donde se espera que se presenten sismos con mayor frecuencia y con mayor intensidad.

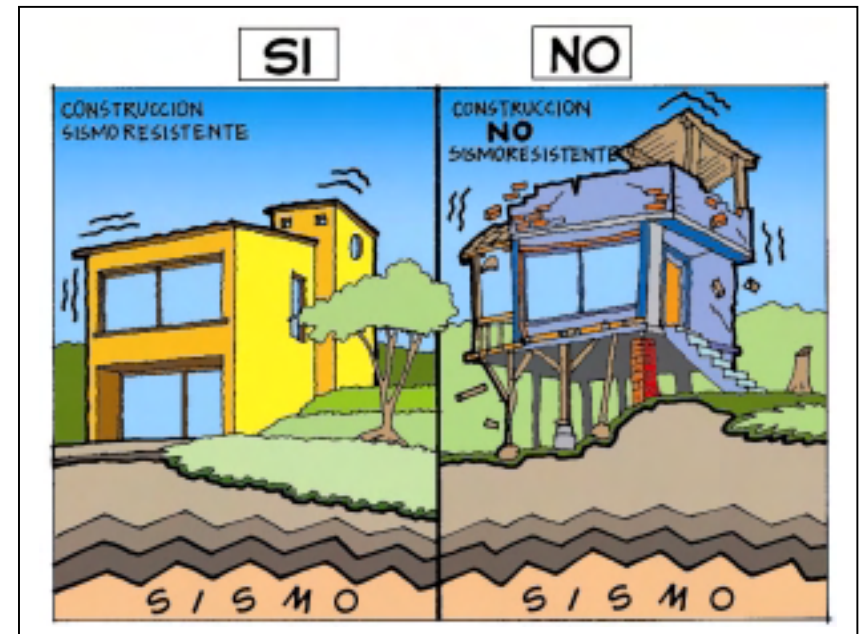


¿Qué es la sismo resistencia?

Se dice que una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes. Aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismo resistente, siempre existe la posibilidad de que se presente un terremoto aun más fuerte que los que han sido previstos y que deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran colapsos totales o parciales en la edificación.

Por esta razón, no existen edificios totalmente sismo resistentes. Sin embargo, la sismo resistencia es una propiedad o capacidad que se le provee a la edificación con el fin de proteger la vida y los bienes de las personas que la ocupan. Aunque se presenten daños, en el caso de un sismo muy fuerte, una edificación sismo resistente no colapsará y contribuirá a que no haya pérdida de vidas ni pérdida total de la propiedad.

Una edificación no sismo resistente es vulnerable, es decir susceptible o predispuesta a dañarse en forma grave o a colapsar fácilmente en caso de terremoto. El sobre costo que significa la sismo resistencia es mínimo si la construcción se realiza correctamente y es totalmente justificado, dado que significa la seguridad de las personas en caso de terremoto y la protección de su patrimonio, que en la mayoría de los casos es la misma edificación.



LOS PRINCIPIOS DE LA SISMO RESISTENCIA

◆ Forma regular

La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación. Las formas complejas, irregulares o asimétricas causan un mal comportamiento cuando la edificación es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que son en general difíciles de resistir.

◆ Bajo peso

Entre más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, por ejemplo, ésta se moverá como un péndulo invertido causando esfuerzos y tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales está soportada.

◆ Mayor rigidez

Es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. Una estructura flexible o poco sólida al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en

paredes o divisiones no estructurales, acabados arquitectónicos e instalaciones que usualmente son elementos frágiles que no soportan mayores distorsiones.

◆ Buena estabilidad

Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Estructuras poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente separación entre ellas.

◆ Suelo firme y buena cimentación

La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

◆ Estructura apropiada

Para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada.

Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.

◆ Materiales competentes

Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga a la edificación cuando se sacude. Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terremoto. Muros o paredes de tapia de tierra o adobe, de ladrillo o bloque sin refuerzo, sin vigas y columnas, son muy peligrosos.

◆ Calidad en la construcción

Se deben cumplir los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y acatar las especificaciones de diseño y construcción. La falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de supervisión técnica ha sido la causa de daños y colapsos de edificaciones que aparentemente cumplen con otras características o principios de la sismo resistencia. Los sismos

descubren los descuidos y errores que se hayan cometido al construir.

◆ Capacidad de disipar energía

Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz se rompe fácilmente al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y puede colapsar súbitamente. Los flejes o estribos en las vigas y columnas de concreto deben colocarse muy juntos para darle confinamiento y mayor resistencia al concreto y la armadura longitudinal.

◆ Fijación de acabados e instalaciones

Los componentes no estructurales como tabiques divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados y no deben interactuar con la estructura. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo. También pueden sufrir daños si no están suficientemente separados, es decir si interactúan con la estructura que se deforma lateralmente ante la acción del sismo.

LOCALIZACIÓN DE VIVIENDA

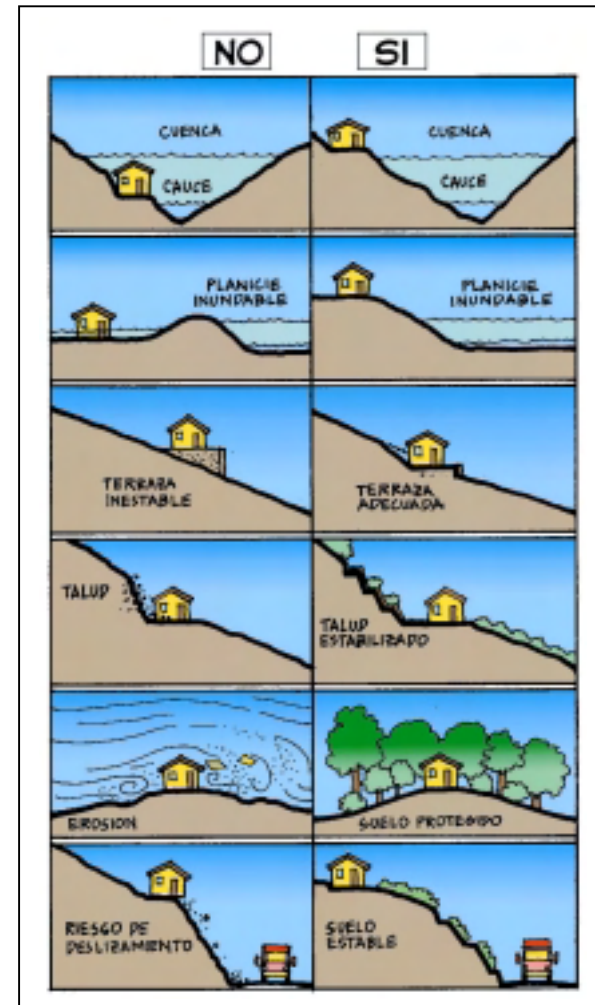
Deben buscarse lugares en los cuales el suelo sea estable, donde no exista la posibilidad de deslizamiento o caída de rocas en caso de sismo. Evite ubicarse en el cauce de los ríos.

Para evitar daños por la caída de rocas o deslizamientos no se ubique inmediatamente al lado de laderas (taludes) o suelos inestables, especialmente cuando hay evidencia de que estos fenómenos han ocurrido antes.

♦ ¿Que hacer?

La vivienda debe construirse alejada de laderas de las cuales se tenga duda de su estabilidad o realice la estabilización y protección del talud. No construya sobre suelos sueltos en ladera, ya que durante un sismo se pueden soltar fácilmente y arrastrar la vivienda. Si la pendiente de la ladera es mayor al 30 % se debe buscar la asesoría de un ingeniero de suelos y de un ingeniero estructural.

Los lugares que están cerca de las riberas de los ríos o planicies inundables deben evitarse, ya que los sismos podrían causar deslizamientos que pueden represar el río y dar origen a avalanchas. Después de un sismo se debe estar siempre atento a cambios repentinos del nivel del río. Si un río disminuye notablemente su caudal después de un sismo pudo haberse represado. Ubíquese en zonas altas fuera del alcance de la inundación o avalancha.



CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

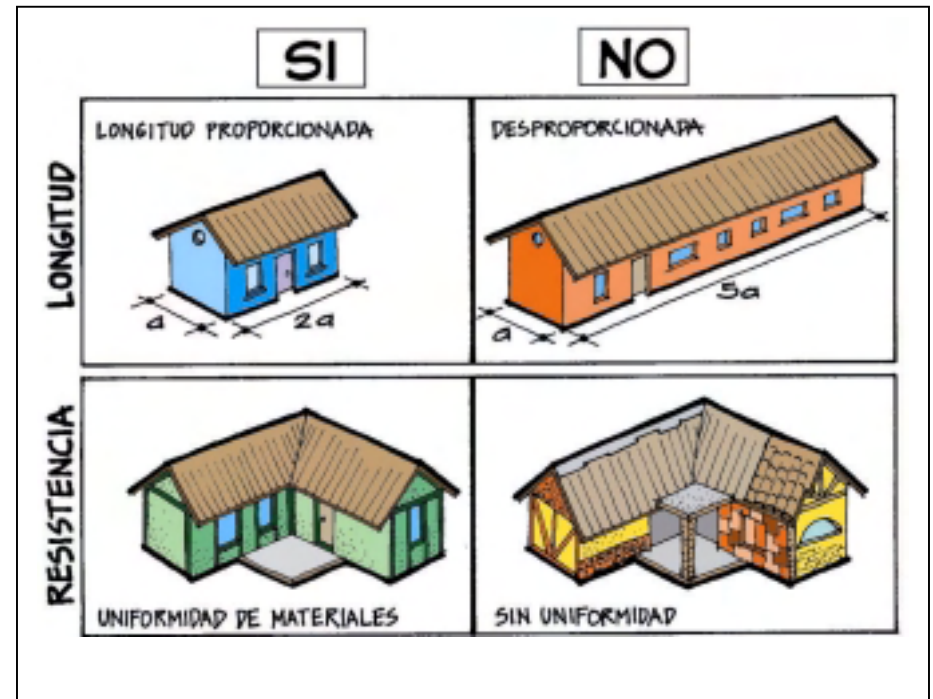
◆ Geometría

Se deben construir muros en dos direcciones perpendiculares entre sí. La geometría de la vivienda debe ser regular y simétrica. Una vivienda simétrica, bien construida, resiste mejor la acción de los terremotos. Se debe evitar construir viviendas con formas alargadas y angostas donde el largo de la vivienda es mayor a tres veces su ancho.

Geometrías irregulares o asimétricas en el plano horizontal como vertical causan un mal comportamiento cuando la vivienda es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece que la vivienda sufra torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que pueden ser difíciles de resistir.

◆ Resistencia

Es necesario garantizar uniformidad en el uso de los materiales en los muros, estructuras, cubiertas y demás. Esto permite una respuesta integral de la edificación en caso de sismo. La vivienda debe ser firme y conservar el equilibrio cuando es sometida a la vibración de un terremoto. Viviendas poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar fácilmente.



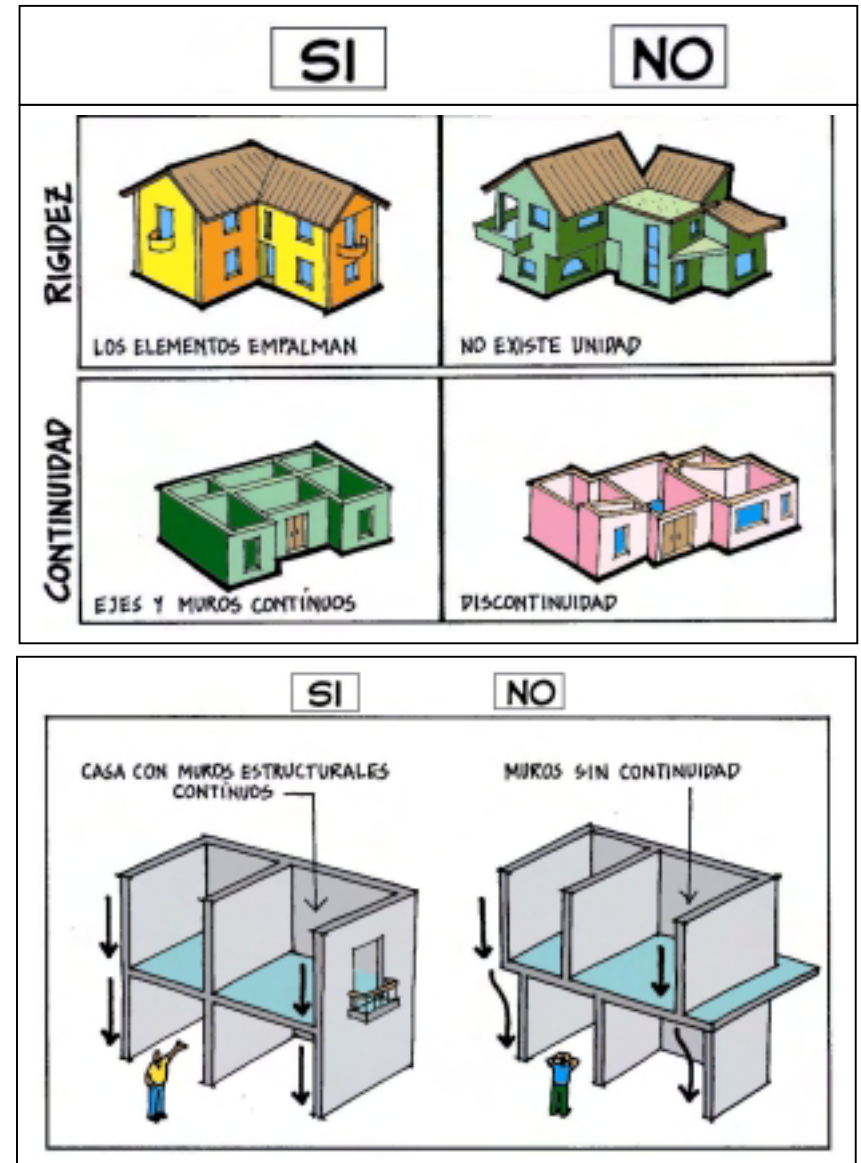
◆ Rigidez

Es deseable que los elementos que conforman la estructura de la vivienda se empalmen monolíticamente como una unidad y que se deformen poco cuando la vivienda se mueve ante la acción de un sismo. Una vivienda flexible o poco sólida al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en paredes o divisiones no estructurales, acabados arquitectónicos e instalaciones que usualmente son elementos frágiles que no soportan mayores distorsiones.

◆ Continuidad

Para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.

En una vivienda los ejes de los muros deben ser colineales y la mampostería con juntas y pegas continuas. Debe existir aproximadamente la misma longitud de muros en las dos direcciones perpendiculares de la vivienda. Esto se debe a que las fuerzas del sismo se pueden presentar en cualquier dirección. Cuando la vivienda tiene dos pisos es necesario que los muros que cargan el techo sean una continuación de los muros del primer piso que se apoyan sobre la cimentación. Si los muros del segundo piso no coinciden exactamente con los muros del primer piso, éstos simplemente aumentan las cargas o el peso sobre el primer piso sin ayudar a soportar las fuerzas que causa el terremoto. Las aberturas en los muros de la vivienda deben estar distribuidas en todos los muros en forma equilibrada.



MATERIALES

Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la vivienda para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga cuando la vivienda se sacude.

Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terremoto. Muros o paredes de tapia de tierra o adobe, de ladrillo o bloque sin refuerzo, sin vigas y columnas, son muy peligrosos.

◆ Cemento

El cemento debe estar en su empaque original, fresco y al utilizarse se debe asegurar que conserva sus características de polvo fino sin grumos.

El cemento se debe almacenar en un lugar techado, sin contacto con paredes o muros que puedan humedecerlo. Debe colocarse sobre madera o plástico para evitar la humedad proveniente del suelo. Las pilas deben ser de 12 sacos de cemento como máximo y no debe almacenarse por un tiempo mayor de dos meses.

◆ Agregados

La grava y la arena no deben estar sucias o mezcladas con materia orgánica (tierra), pantano o arcilla. Esto produce que la resistencia



del concreto disminuya notablemente o se produzca gran cantidad de fisuras en los morteros.

La piedra o cascajo no debe ser frágil ni tener tamaños mayores a 7 cm.

Dosificación del Concreto

Debe realizarse en forma muy cuidadosa. Se recomienda tener en cuenta la siguiente dosificación (de acuerdo a la tabla anexa) según sea el elemento estructural que se va a construir.

En lo posible, la cantidad de agua (en peso) debe ser la mitad de la cantidad (en peso) de cemento.

Las partes se deben medir en el mismo recipiente como balde, tarro o cajón.

Para obtener un concreto de buena calidad hay que controlar la cantidad de agua que se le agrega.

Mezclado

Se recomienda medir las partes de arena y vaciarlas sobre un piso limpio y plano. Añadir las partes correspondientes de cemento y mezclar hasta obtener un color uniforme. Luego añadir las partes de grava y el agua debidamente medidas.

Cuando realice una mezcla de concreto realice la prueba de la bola. Forme una bola con la mezcla. Si no la puede formar le falta agua o arena. Si se le escurre en las manos, se pasó de agua.

Dosificación del Concreto

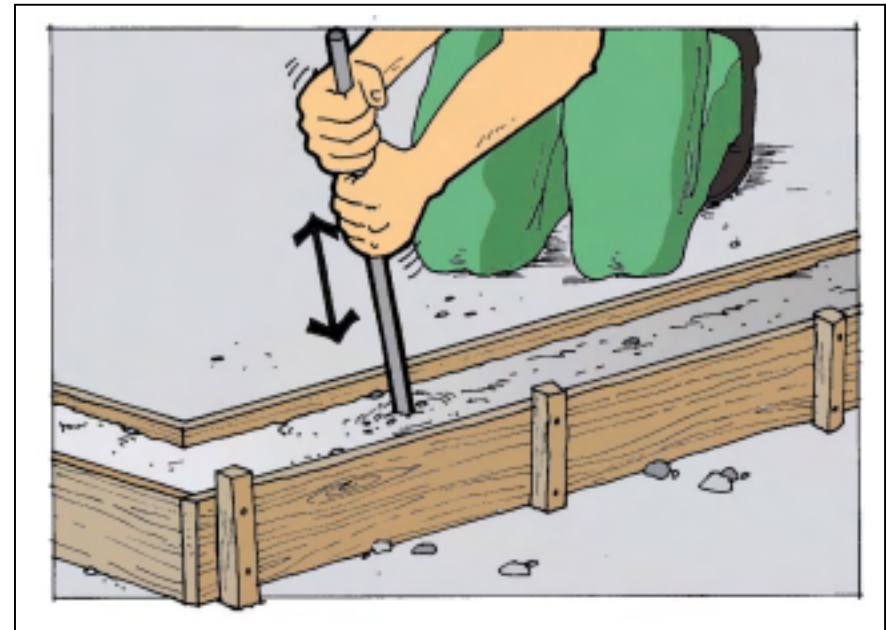
Elementos	Cemento	Arena lavada	Grava
Bases	1 parte	2 partes	2 ½ partes
Columnas y Vigas	1 parte	2 partes	2 partes
Pisos	1 parte	2 partes	3 partes
Dinteles	1 parte	2 partes	3 partes



Vibrado

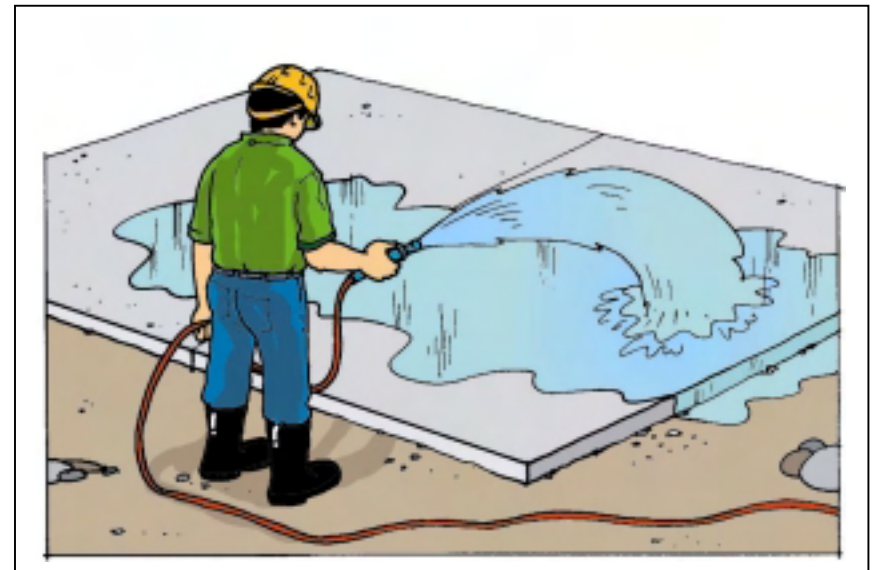
Una vez colocado el concreto en el sitio, se debe chuzar con una varilla lisa y recta que tenga una punta redondeada.

El vibrado se debe hacer para eliminar las burbujas de aire en el concreto y evitar futuros hormigueros o huecos en los elementos estructurales que debilitan su resistencia, rigidez y continuidad.



Curado

El concreto necesita tiempo de curado, porque no todas sus partículas reaccionan y se endurecen al mismo tiempo. El tiempo de curado, generalmente, es de una semana. Durante este tiempo se debe proteger el concreto del viento y del sol y debe mantenerse tan húmedo como sea posible especialmente los tres primeros días.



◆ Acero

El acero se identifica por números, los más usados en la construcción de viviendas de uno y dos pisos se presentan en la siguiente tabla.

El refuerzo debe usarse preferiblemente corrugado. Esto mejora la adherencia entre el concreto y el acero.

Antes de vaciar el concreto se debe revisar que el refuerzo este limpio de óxido y grasa.

Como se muestra en los diferentes detalles de este manual, los extremos de las varillas longitudinales tienen un gancho que sirve para que el refuerzo quede debidamente anclado en el concreto.

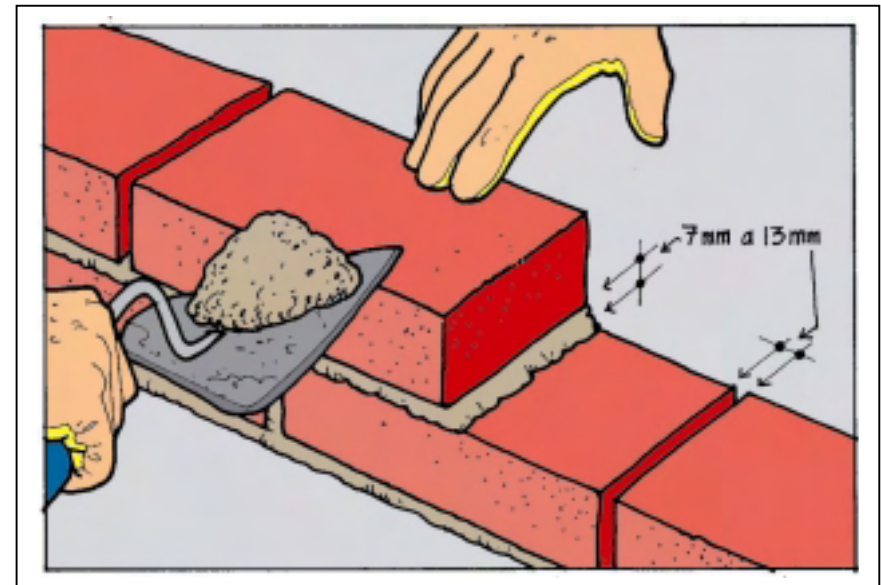
◆ Unidades de Mampostería

Si se utilizan ladrillos para construir los muros éstos deben colocarse totalmente húmedos o saturados de agua, y por el contrario, si se utilizan bloques de concreto, éstos deben colocarse totalmente secos.

Utilice preferiblemente ladrillo macizo o tolete. Cuando utilice ladrillo perforado, compruebe que los huecos no constituyen un porcentaje mayor del 25% del área de la sección. La distancia mínima que debe existir entre los huecos y el borde de la pieza debe ser de 2 cm.

Identificación del Acero

Numero	pulgadas	Observaciones
2	¼"	Usado para los estribos o flejes
3	3/8"	Usado para el refuerzo longitudinal
4	½"	Usado para el refuerzo longitudinal



◆ Morteros de Pega

La dosificación por volumen no debe ser menor a 1 unidad de cemento por 4 de arena, es decir nunca inferior de 1:4 (cemento:arena).

La cal no reemplaza el cemento pero mejora la mezcla. La cal se debe mezclar con agua (40 kg de cal por 55 galones de agua). Unas 48 horas después de utilizado, el mortero de buena calidad se deja rayar con un clavo mientras que el de mala calidad se desmorona.

CIMENTACIÓN

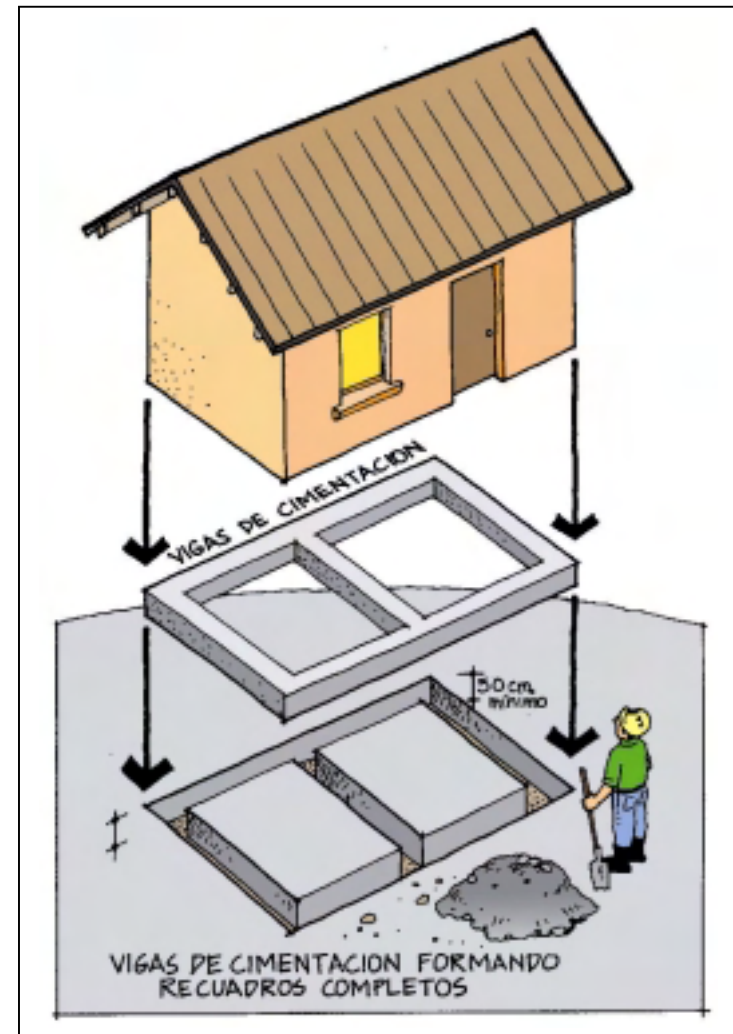
◆ Generalidades

La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la vivienda al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

El sistema de cimentación debe conformar anillos cerrados, con el fin de que las cargas se distribuyan lo más uniformemente posible sobre el suelo y para lograr que la vivienda sea sólida y monolítica cuando un sismo actúe sobre ella.

Las viviendas deben cimentarse siempre en un terreno estable y deben empotrarse por lo menos 50 cm dentro del terreno. Se debe proteger la cimentación de la acción del agua, es deseable impermeabilizarla para que no se deteriore con el tiempo

Antes de construir es importante enterarse cómo ha sido el comportamiento de las construcciones vecinas; si se han agrietado o han tenido asentamientos. Evite suelos muy blandos o rellenos recientes. Para verificar la calidad del suelo es útil realizar un apique o hueco en el suelo de una profundidad mínima de dos metros. Una forma sencilla de saber si el terreno es blando o es firme consiste en tratar de enterrar una varilla número 4 (de ½") en el fondo del apique. Si la varilla penetra fácilmente el terreno puede considerarse blando, de lo contrario el terreno podría considerarse firme.



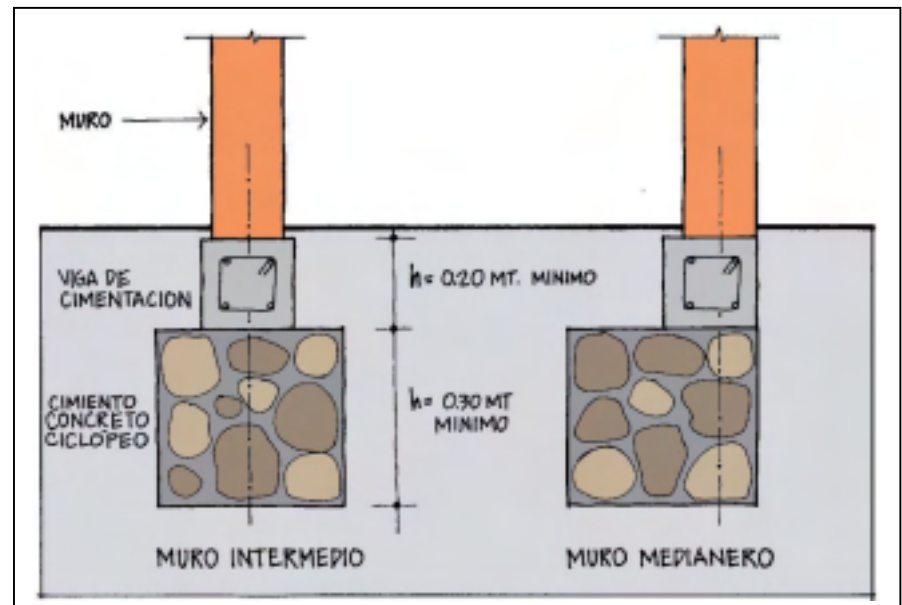
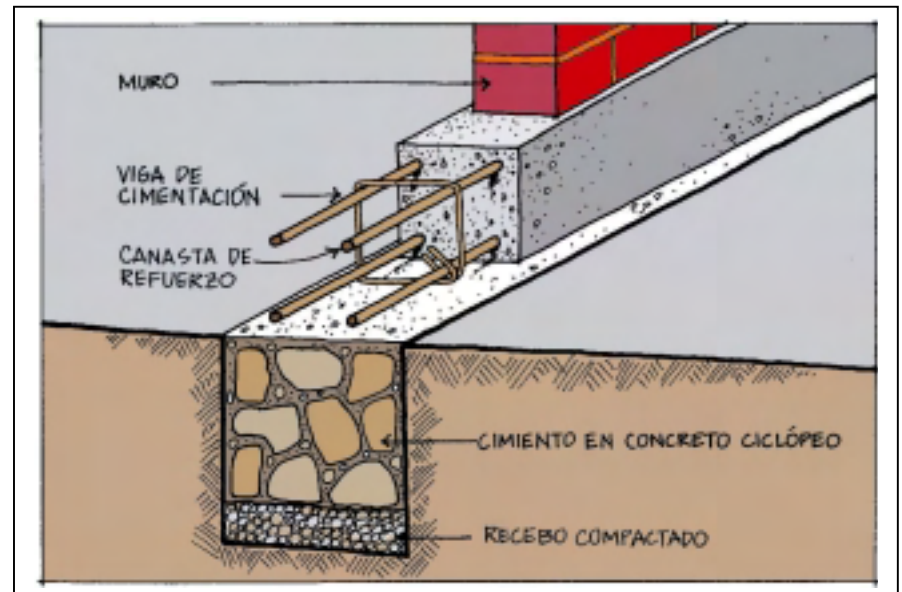
Los suelos blandos usualmente son de arcilla o pueden ser una mezcla de arcillas y arenas poco consolidadas y húmedas. Un terreno firme normalmente se caracteriza porque el suelo es de arena seca bien compactada, o es pedregoso o de roca sólida.

La losa o placa sobre la cual se realiza el acabado del piso se debe vaciar haciendo contacto con los muros de la vivienda sobre un relleno compactado de material seleccionado o recebo.

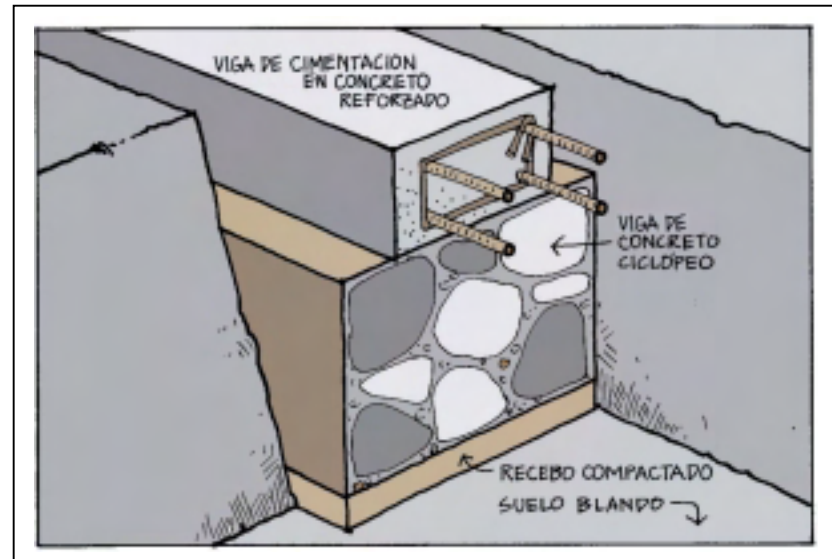
Materiales no aptos como suelo orgánico o desperdicio deben retirarse del sitio donde se hace la cimentación.

◆ Detalles de la Cimentación

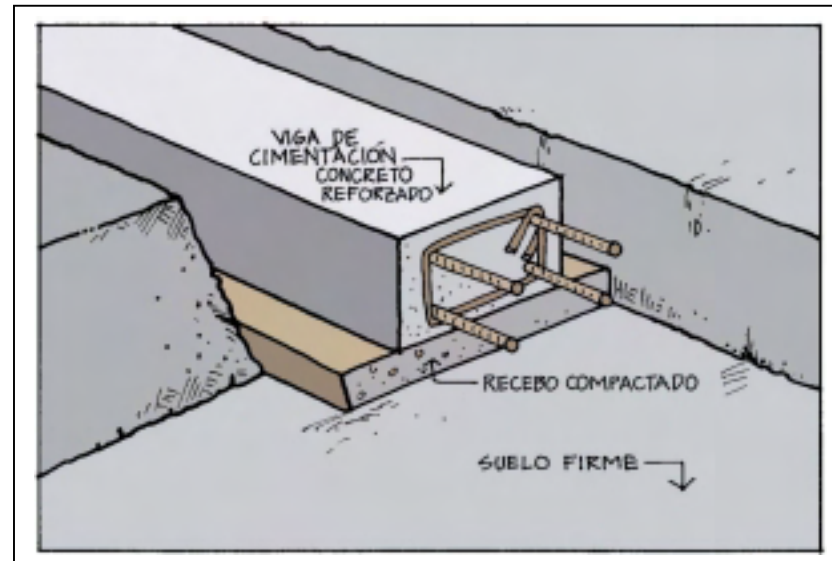
En suelos de poca resistencia o cuando a cierta profundidad (menos de 1.0 m) se encuentre un suelo de mayor resistencia al superficial se recomienda construir previamente un cimiento de concreto ciclópeo sobre el cual se coloque la viga de amarre o de cimentación de concreto reforzado.



Si el terreno es blando se debe colocar una capa de relleno de grava sobre la cual se apoye el cimiento de concreto ciclópeo.



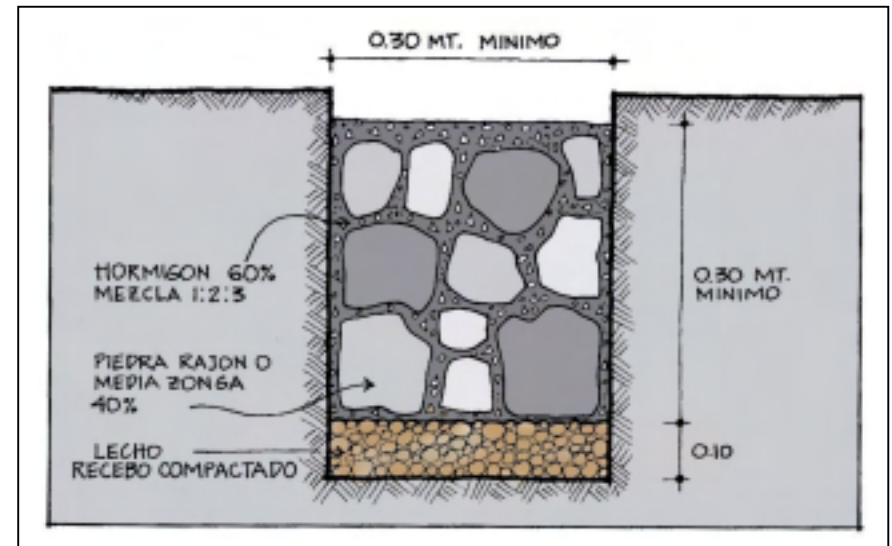
Si el suelo es firme no es necesario construir el cimiento de concreto ciclópeo.



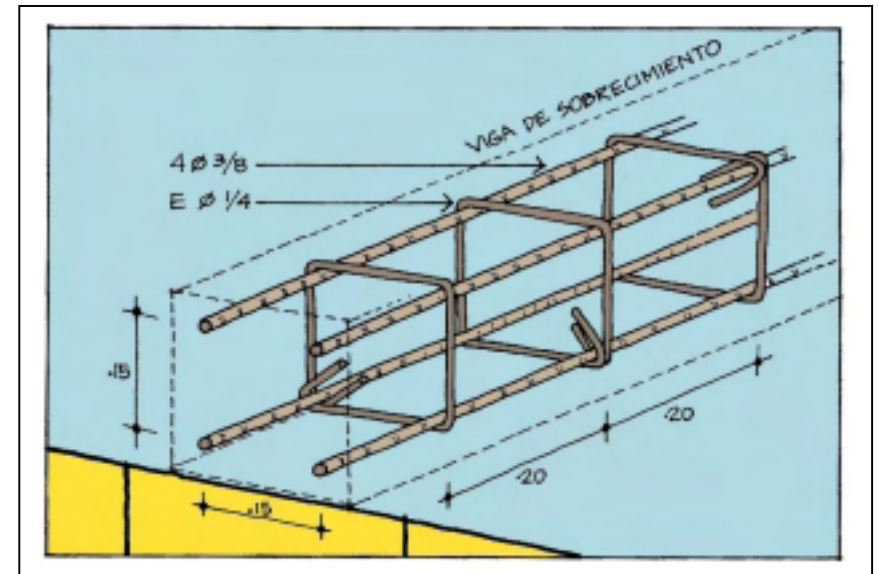
En ambos casos se debe construir la viga de cimentación o viga de amarre de concreto reforzado.

La altura del cimiento en concreto ciclópeo no debe ser inferior a 30 cm y el ancho debe ser suficiente para trasladar adecuadamente las cargas del muro que va a soportar al suelo según sea la capacidad portante del suelo. En ningún caso el ancho del cimiento debe ser menor a 30 cm.

El cimiento de concreto ciclópeo debe construirse en un 60% con un concreto 1:2:3 (proporción en volumen cemento:arena:grava) y en un 40% con piedra rajón o media zonga.

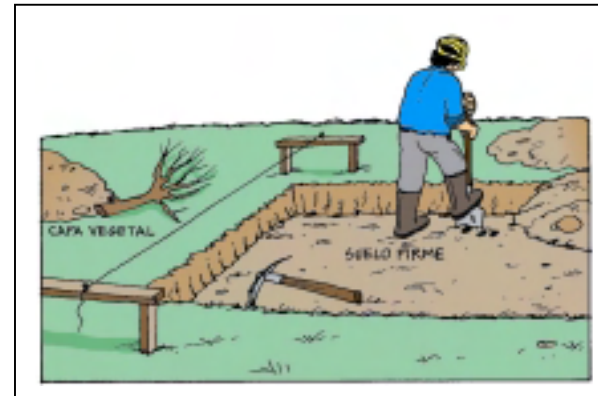


La viga de amarre, o viga de cimentación propiamente dicha, debe ser de concreto 1:2:3 (proporción en volumen cemento:arena:grava), con un espesor mayor al muro que va a recibir y con una altura que no debe ser inferior a 20 cm. Su armadura o canasta debe estar integrada por 4 varillas longitudinales de un diámetro mínimo de 3/8 de pulgada y debe contar con estribos de diámetro 1/4 de pulgada separados cada 20 cm entre sí.

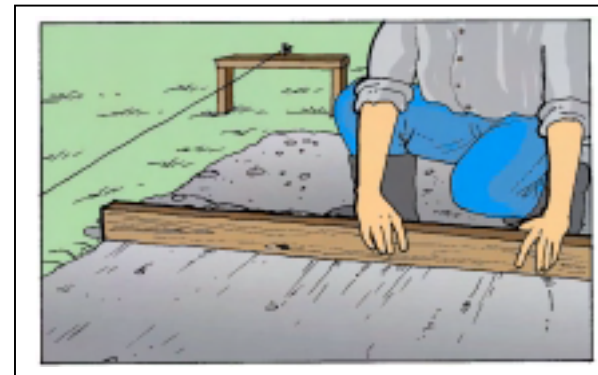


◆ **Proceso constructivo**

Inicialmente se debe adecuar el terreno, limpiando toda la vegetación, basuras y escombros. Se debe descapotar o eliminar la capa vegetal (maleza, raíces, árboles) hasta encontrar suelo firme.



Es necesario nivelar o enrasar el terreno haciendo excavaciones y rellenos hasta que el terreno quede parejo.

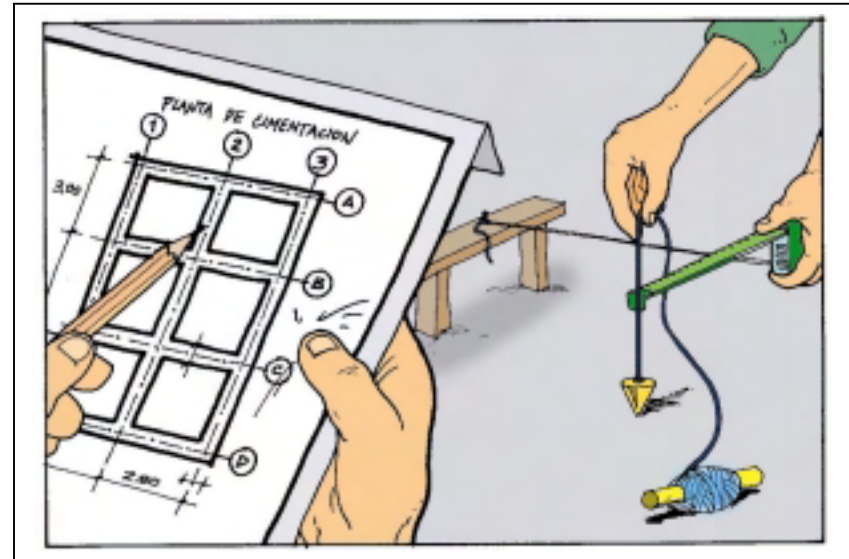


Se debe apisonar, humedecer y golpear con un pisón el terreno hasta volverlo firme y duro.



El trazado, es decir el pasar las medidas del plano al lote en tamaño real, debe realizarse teniendo en cuenta que es necesario:

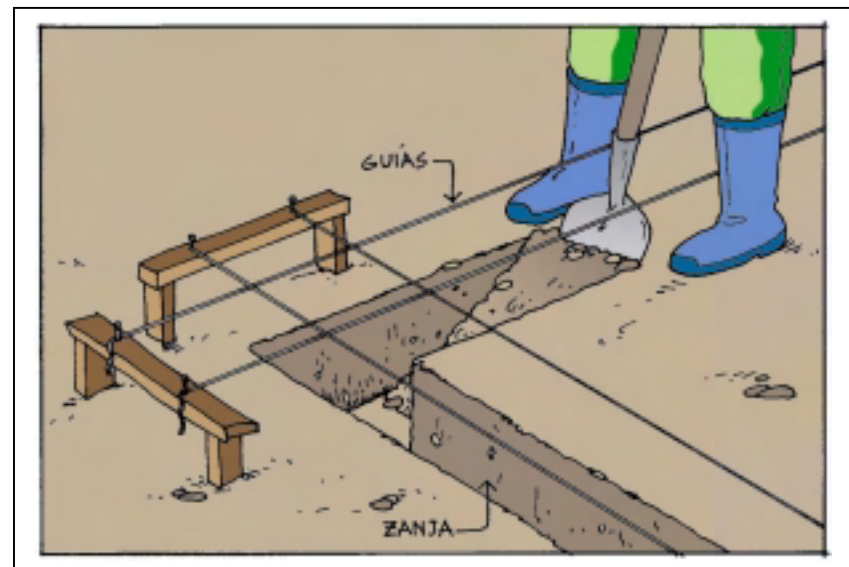
- Revisar la ubicación de los linderos
- Marcar los cruces de los muros o sus ejes
- Ubicar los caballetes de replanteo, y
- Definir el ancho de la excavación para los cimientos.



La excavación se debe realizar cavando de acuerdo con lo indicado en los planos y según el replanteo en donde se van a levantar los muros.

De ser necesario, se debe mejorar el terreno con material granular compactado y apisonado (recebo compactado).

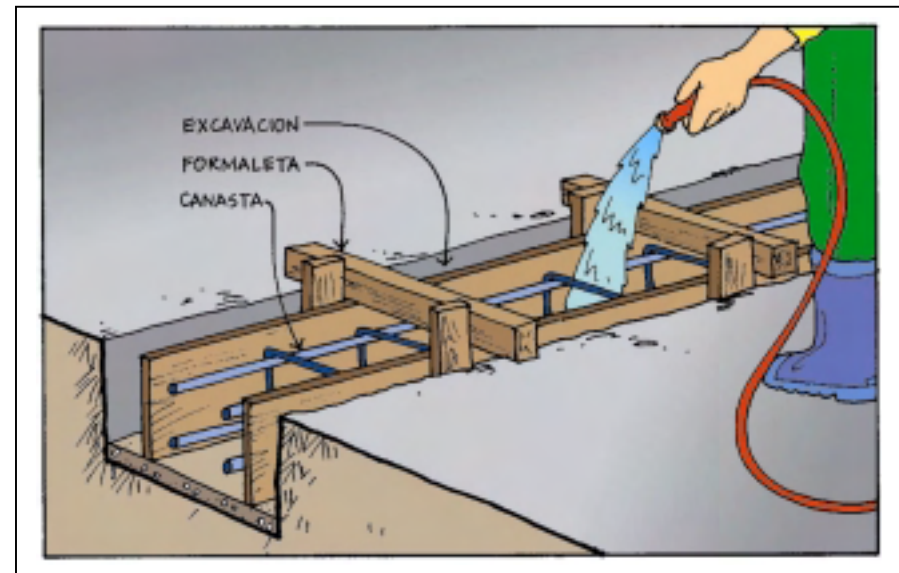
Se debe evitar el encharcamiento de las excavaciones donde se construye la cimentación.



En lo posible, se deben utilizar formaletas de madera en la excavación para garantizar el buen terminado y la calidad del concreto.

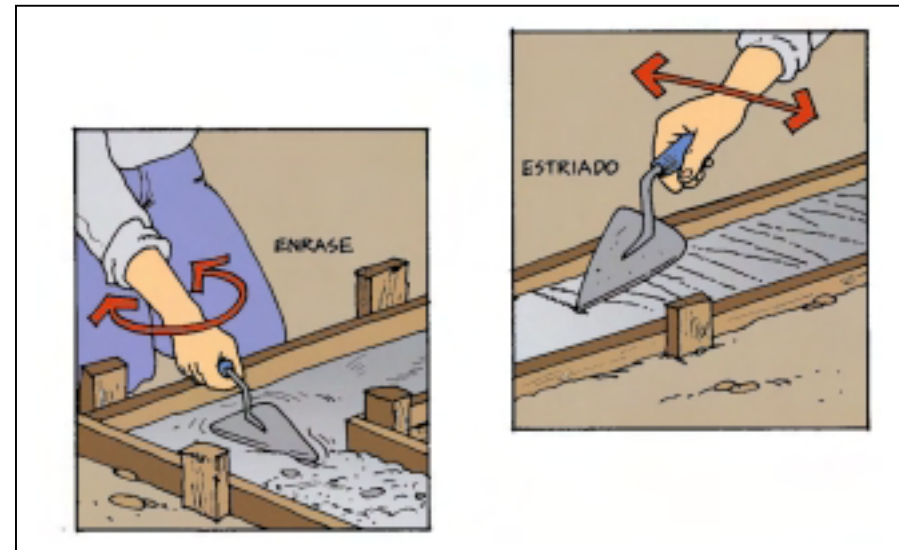
Antes de vaciar el concreto, se deben humedecer las caras laterales de la formaleta y el fondo de la misma.

El concreto debe compactarse y vibrarse mediante una varilla y mediante golpes a la formaleta cuando se esté vaciando el concreto. Esto es necesario para homogenizarlo.



La superficie del concreto debe enrasarse para darle un acabado parejo. Esto facilita la adherencia entre el concreto y el mortero de pega.

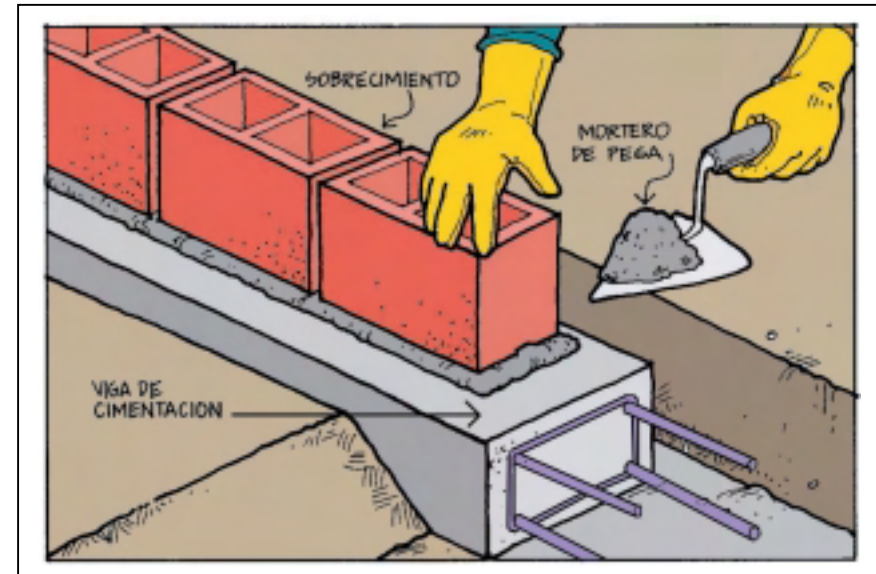
Finalmente debe estriarse la superficie donde se van a colocar los muros de mampostería.



◆ Sobrecimientos

Son las hiladas de bloques o ladrillos que se colocan entre la viga de cimentación y el nivel del piso.

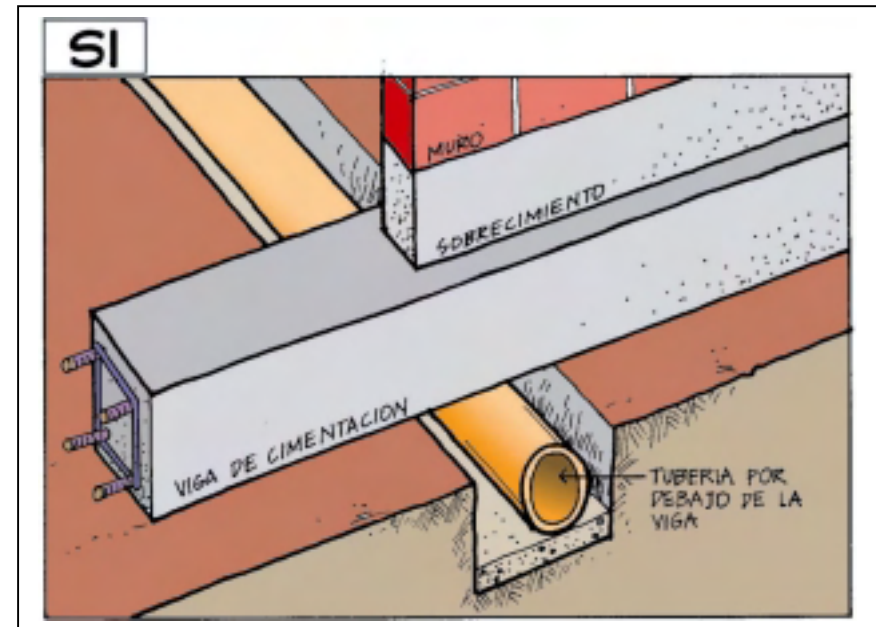
Los sobrecimientos deben además ser impermeables para evitar la entrada de humedad a los muros y pisos de la edificación. Para lograr impermeabilidad se puede agregar al mortero de pega un aditivo en el caso de que sean hiladas o bloques de ladrillos o se puede aplicar cualquier otro producto impermeabilizante en las caras del sobrecimiento y en la parte inferior de las placas de entrepiso.



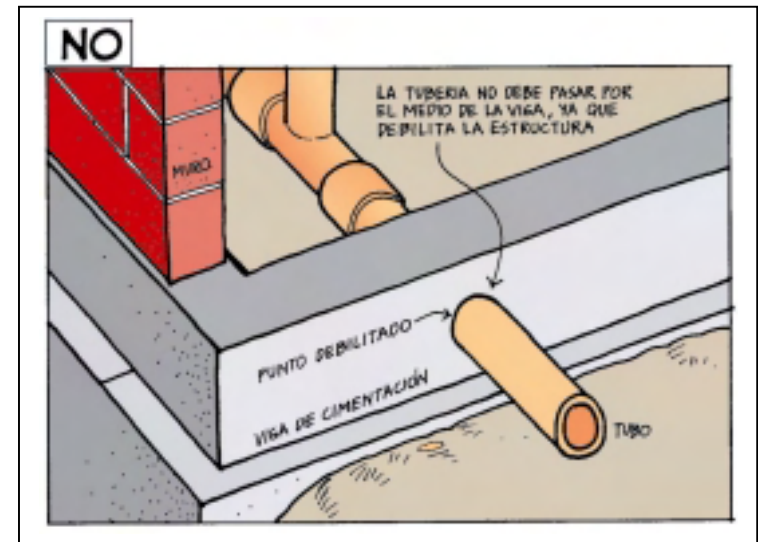
◆ Consideraciones sobre las tuberías

Cuando sea necesario pasar a alguna tubería por debajo de la viga de cimentación, se debe procurar realizar las excavaciones antes de vaciar el concreto.

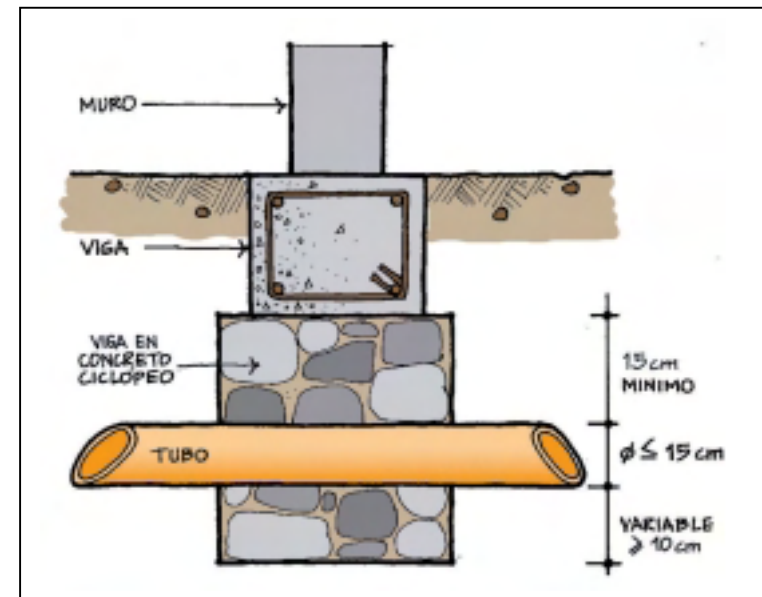
Cuando se a necesario pasar por encima de la viga de cimentación, los tubos pueden atravesar la primera hilada de ladrillos o bloques, que en este caso es el sobrecimiento.



Nunca pase las tuberías por el medio de las vigas o las columnas, dado que se debilita la estructura.



En caso necesario se puede atravesar la viga de cimentación en concreto ciclópeo, siempre y cuando el diámetro de la tubería no exceda el orden de 15 cm y se mantengan distancias prudentes a los bordes de la viga.



MUROS

◆ Generalidades

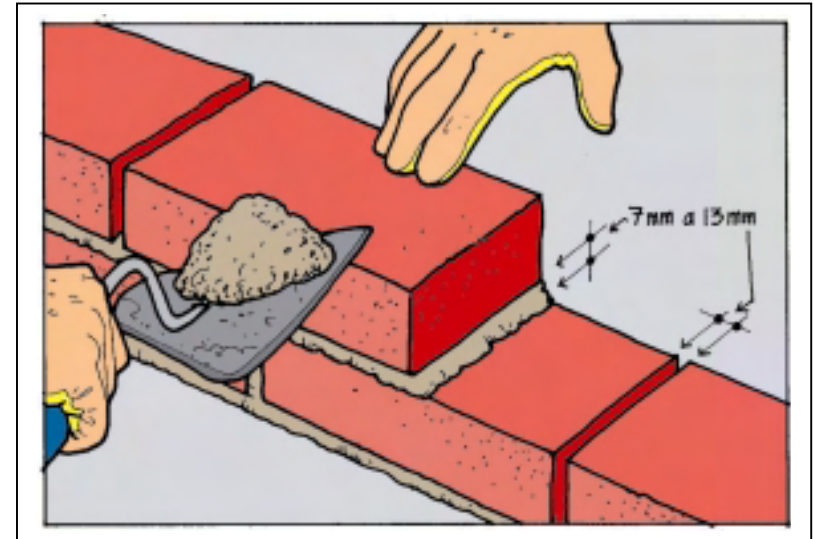
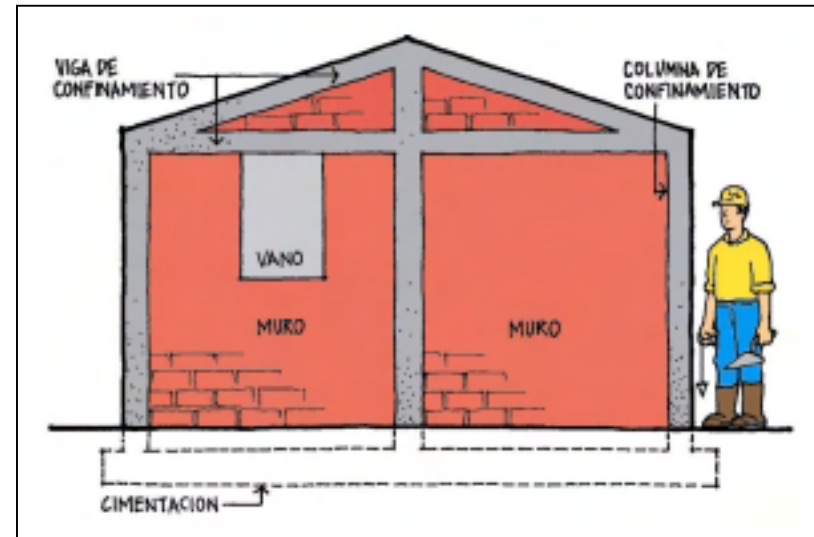
Para que una vivienda resista un sismo intenso su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.

Los muros estructurales de vivienda son aquellos encargados de transmitir las cargas verticales y horizontales hasta la cimentación. De los muros estructurales depende la estabilidad de la construcción. Todos los muros estructurales deben cumplir los requerimientos de refuerzo establecidos en este capítulo.

Por lo anterior, los muros estructurales de las viviendas de uno y dos pisos tienen que estar bien pegados, deben ser continuos en altura y confinados a través de vigas y columnas o columnetas a su alrededor.

◆ Aparejo y juntas de pega

Los muros deben construirse con los ladrillos trabados y no en petaca. El espesor de la pega no debe ser menor a 0.7 centímetros ni mayor a 1.3. El espesor promedio ideal es del orden de 1.0 cm.



Los muros de mampostería pueden ser en mampostería reforzada cuando estos llevan el refuerzo en su parte interior o muros confinados cuando el refuerzo se concentra en el perímetro en vigas y columnas de confinamiento en concreto reforzado. El presente Manual se limita al uso de los muros estructurales en mampostería confinada.

♦ Cantidad mínima de muros en cada dirección

Los muros estructurales no deben ser muy esbeltos y deben tener los espesores mínimos indicados en la tabla adjunta.

La longitud mínima de muros estructurales se calcula como:

$$L_m = \frac{(M_o \times A_p)}{t}$$

L_m = Longitud mínima de muros confinados

M_o se obtiene de la tabla adjunta

A_p = Area en m² de la planta de la edificación

Si la cubierta es liviana, de lamina o de asbesto-cemento

A_p se puede reducir multiplicando por 0.67

t = Espesor de los muros (mm)

A_a se obtiene de mapa de amenaza sísmica de la NSR - 98.

Espesor mínimo de muros en centímetros

Amenaza Sísmica	Numero de niveles de construcción		
	Un piso	Dos pisos	
		1er nivel	2 ^{do} nivel
Alta	11	11	10
Intermedia	10	11	95
Baja	9.5	11	95

Valor *M_o*

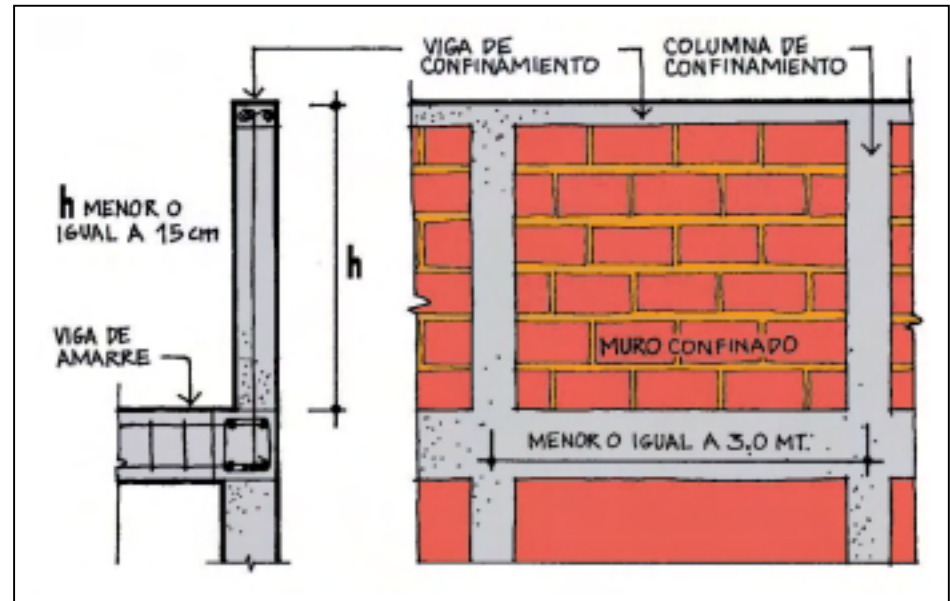
Zona sísmica	<i>A_a</i>	<i>M_o</i>
Alta	0.40	33
	0.35	30
	0.30	25
	0.25	21
Intermedia	0.20	17
	0.15	13
Baja	0.1	8
	0.05	4

◆ Detalles de los muros confinados

Los muros de mampostería deben estar confinados por vigas y columnas de confinamiento. Deben ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta y no deben tener aberturas.

Los componentes no estructurales como muros divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo.

Por esta razón, los muros divisorios y parapetos, deben en lo posible amarrarse o confinarse mediante vigas y columnas para evitar que en caso de sismo, caigan sobre las personas o causen daños materiales al caer sobre otras cosas.



◆ Un ejemplo

Se tiene una casa de un piso de 6 m de frente por 6 m de fondo. La vivienda se encuentra en el municipio de Armenia. El espesor del muro es de 11 cm (ver tabla de espesores mínimos). Entonces:

$$Ap = 6 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 36 \text{ m}^2$$

Del mapa de amenaza sísmica de las normas NSR-98 para Armenia el $Aa = 0.25$ y por lo tanto $Mo = 21$, así:

$$Lm = \frac{(21 \times 36)}{110} = 6.9 \text{ m}$$

Luego, si la cubierta es de concreto será necesario construir 7 m de muros estructurales en cada una de las dos direcciones. Si la cubierta es liviana entonces:

$$Lm = 6.9 \text{ m} \times 0.67 = 4.6 \text{ m}$$

Así será necesario construir 4.6 m de muros estructurales en cada dirección.

Si la casa es de dos pisos con las mismas dimensiones entonces, los muros del segundo piso se calculan como si fueran los del primer piso de una casa de un piso y los muros del primer piso se calculan con el área de planta (Ap) igual a la suma del área de la cubierta y el área del entrepiso.

Por ejemplo, para la misma casa de 6 m x 6m construida en Armenia, pero de dos pisos, la longitud de los muros estructurales será:

Para el segundo piso:

La cantidad de muros para el segundo piso será igual que la cantidad de muros calculada para la vivienda de un piso equivalente, es decir se requeriran 6.9 m de muros estructurales en cada dirección si la cubierta es pesada o 4.6m en cada dirección si la cubierta es liviana.

Para el primer piso:

Ap cubierta = 6 m x 6 m = 36 m²
 Ap entrepiso = 6 m x 6 m = 36 m²
 Ap total = 36 m² + 36 m² = 72 m²
 Con $Aa = 0.25$, $Mo = 21$

$$Lm = \frac{(21 \times 72)}{110} = 13.7 \text{ m}$$

Así, si la cubierta es de concreto será necesario construir 13.7 m de muros estructurales en las dos direcciones en el primer piso. Si la cubierta es liviana entonces:

$$Lm = \frac{(21 \times 36)}{110} = 6.9 \text{ m} \times 0.67 = 4.6 \text{ m si la cubierta es liviana}$$

más

$$Lm = \frac{(21 \times 36)}{110} = 6.9 \text{ m por el entrepiso de concreto}$$

en total son 4.6m + 6.9m = 11.5m. Así si la cubierta es liviana y el entrepiso es de concreto será necesario construir 11.5 m de muro en el primer piso.

◆ Proceso Constructivo

Sobre la viga de cimentación o en el sobrecimiento se deben definir las dimensiones de las columnas, los muros, los vanos de las puertas y ventanas y de los corredores

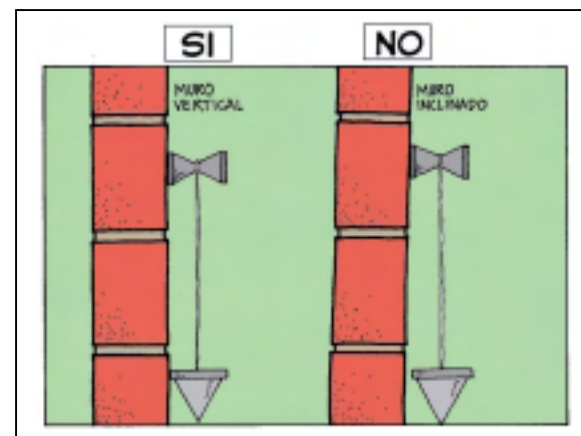
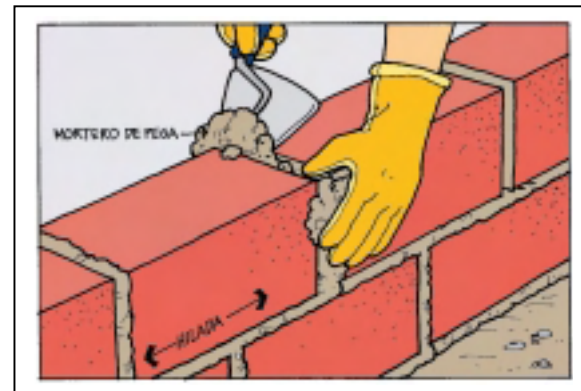
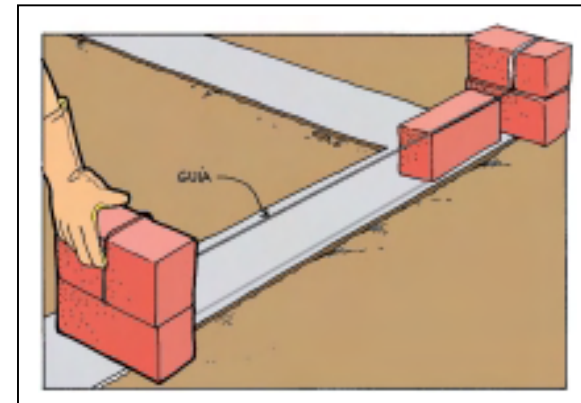
La primera hilada debe colocarse en seco para evitar errores en el resto del muro. En los extremos deben colocarse los ladrillos "maestros" o guías.

La mezcla de mortero se coloca en la cara superior de la viga de amarre o sobrecimiento. Sobre esta se van colocando los ladrillos uno a uno verificando el alineamiento y golpeándolo hasta lograrse el tamaño y uniformidad deseados para la junta

Las hiladas tanto horizontales como verticales deben quedar rellenas de mortero entre ladrillo y ladrillo. Siempre se debe comprobar la alineación y el plomo del muro en proceso de construcción.

Para verificar el plomo, alineamiento, nivelación y las dimensiones debe utilizarse la plomada de nivel, la regla y los hilos de guía. Todos los ladrillos asentarse y alinearse hasta su posición definitiva. Los ajustes deben realizarse antes de que el mortero presente algún grado de fraguado.

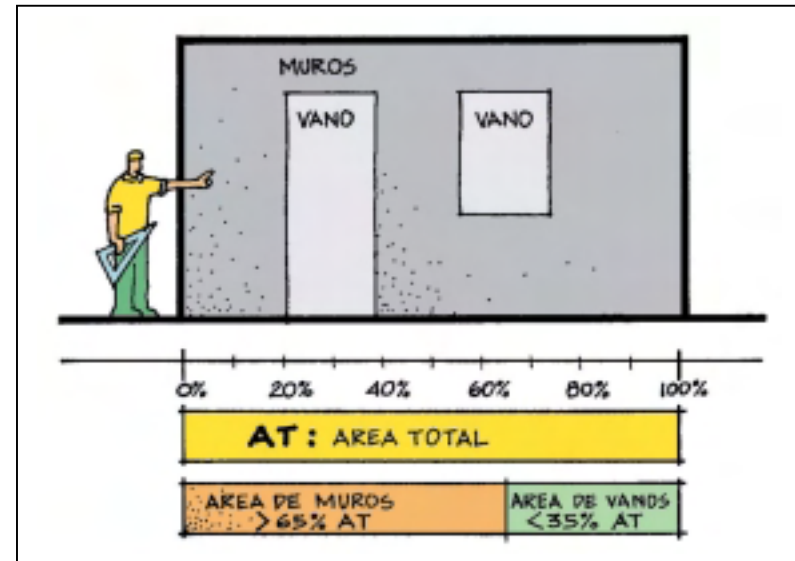
La plomada sirve para comprobar que el muro quede vertical. La plomada debe dejarse caer suavemente contra el muro. Si el plomo roza el muro, está vertical. Si el plomo queda muy separado o recostado, el muro está inclinado y hay que rectificar su verticalidad.



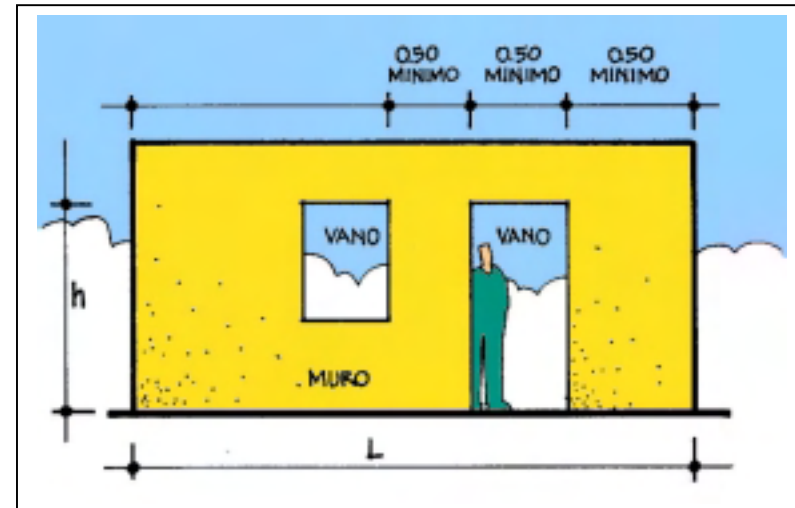
ABERTURAS EN LOS MUROS

Las aberturas en los muros estructurales deben ser pequeñas, bien espaciadas y ubicadas lejos de las esquinas.

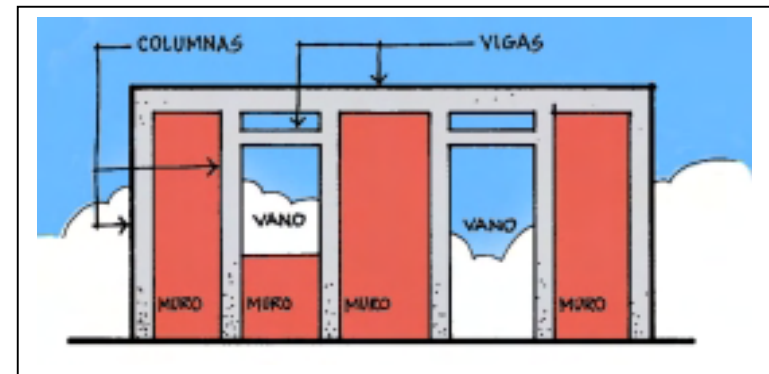
El área total de los vacíos (vanos) de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del muro.



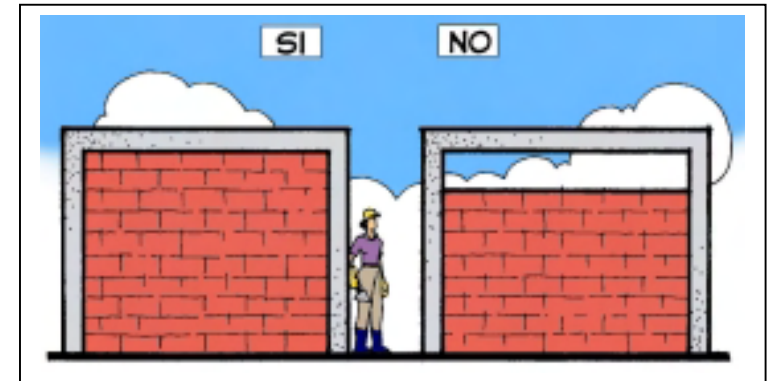
Debe haber una distancia suficiente entre los vanos de un mismo muro. La distancia mínima entre vanos debe ser mayor a 50 cm y en todo caso debe ser mayor que la mitad de la dimensión menor de la abertura.



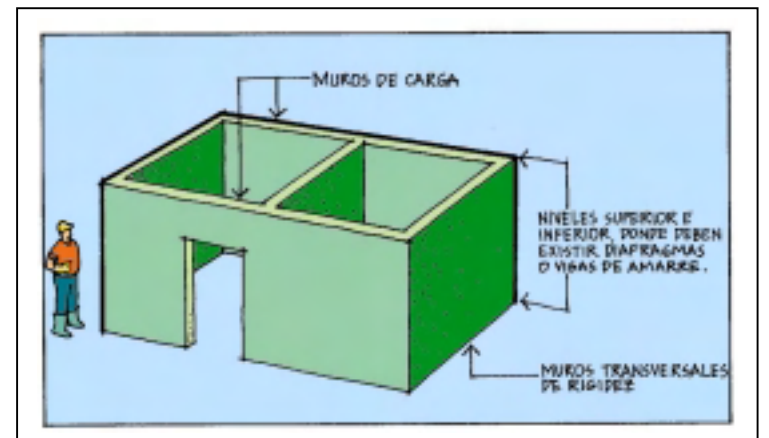
Se deben reforzar los vanos con vigas y columnas alrededor de los mismos y la longitud total de los vanos debe ser menor que la mitad de la longitud total del muro.



No se deben dejar espacios en la parte superior del muro, cerca de la columna de confinamiento. Un sismo puede hacer fallar fácilmente la columna si el muro no está completo en toda la altura. Esta situación se le conoce como "efecto de columna corta" dado que la fuerza sísmica se concentra en el tramo de columna que no tiene muro.



Los muros deben quedar apoyados sobre la viga de cimentación o sobrecimiento y deben estar coronados por vigas de confinamiento a nivel de la cubierta o del entrepiso cuando la vivienda es de dos pisos. En estos niveles las vigas deben conformar un entramado o diafragma que permita que la vivienda se mueva como una unidad monolítica cuando ocurre un terremoto.



COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO

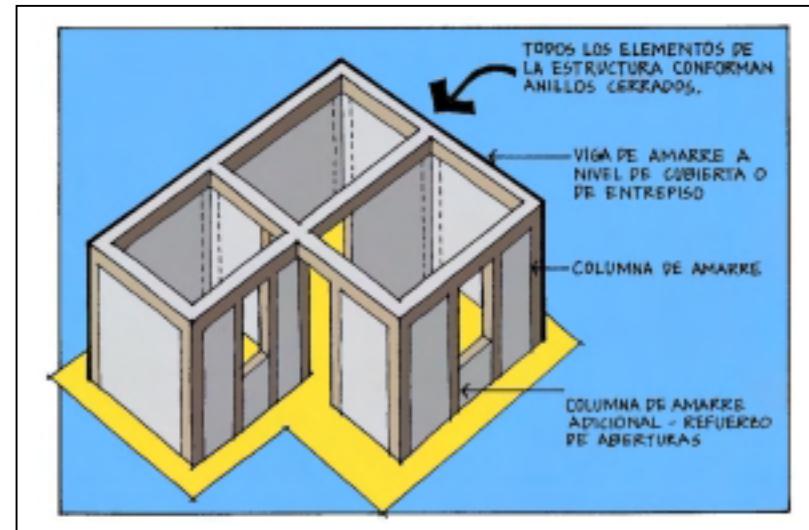
◆ Generalidades

Una vivienda debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz podrá sufrir colapso total o parcial al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y podría llegar a colapsar súbitamente.

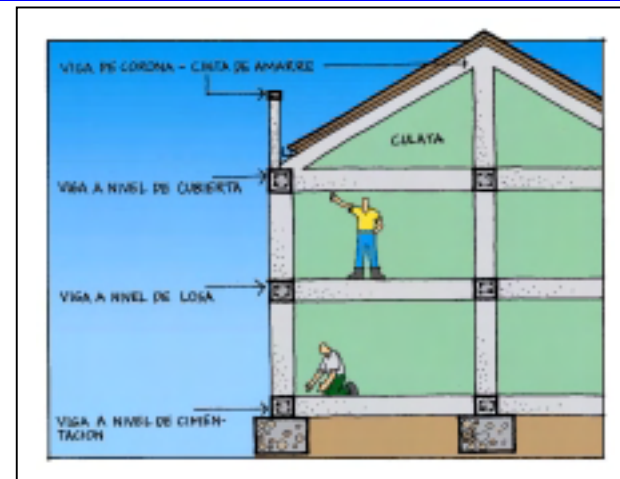
El confinamiento de los muros mediante vigas y columnas de amarre es fundamental para que los muros soporten las fuerzas inducidas por el sismo.

Las columnas y vigas se construyen después de haber levantado en su totalidad el muro que van a confinar.

Deben construirse en lo posible: amarres y elementos de confinamiento alrededor de todos los muros y vanos de la estructura.

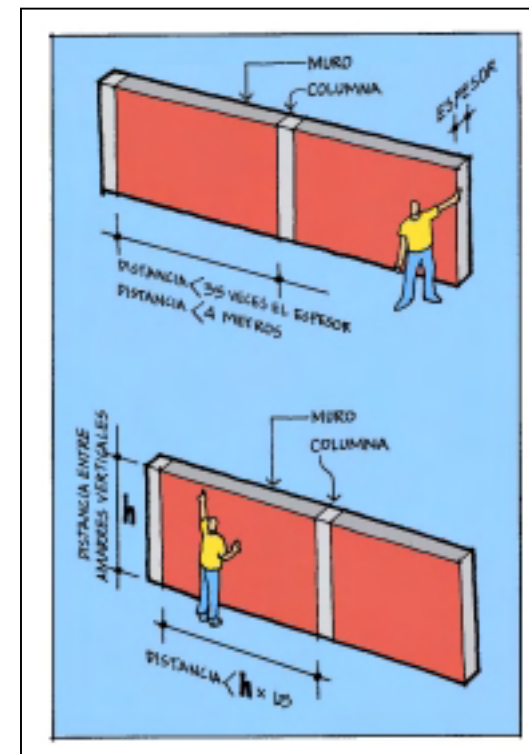


Todos los muros estructurales deben amarrarse entre sí mediante una viga de corona en la parte superior de los mismos o embebida en la losa de entrepiso. La viga de amarre debe ser al menos del mismo espesor del muro y de mínimo 15 cm de altura.



Se deben construir columnas de confinamiento en los extremos de los muros, en la intersección de muros estructurales y en puntos intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor del muro, o 1.5 veces la distancia entre amarres verticales, o máximo 4 m.

Las culatas en mampostería también deben amarrarse construyendo vigas de corona o cintas de amarre sobre ellas, a manera de elementos de confinamiento.



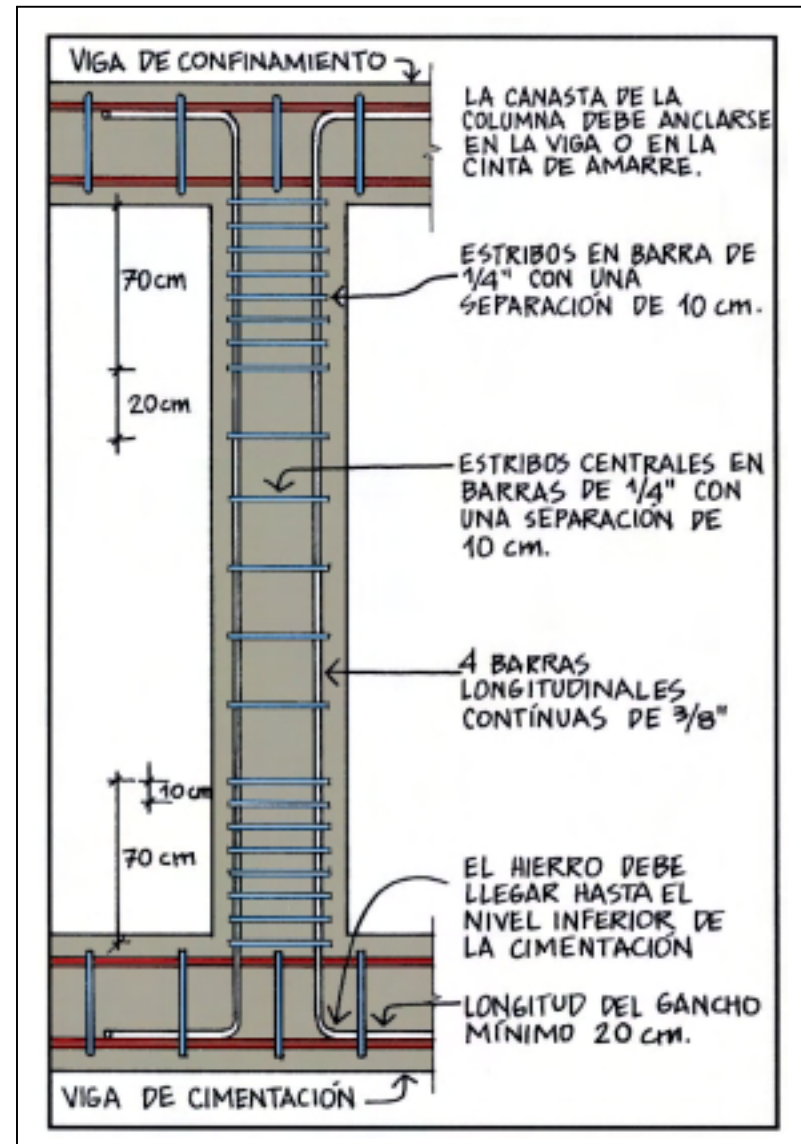
◆ Columnas de Confinamiento

El refuerzo mínimo que debe colocarse en las columnas de confinamiento es el indicado en la figura anexa.

La sección mínima de las columnas de confinamiento debe ser de 200 cm². Su ancho mínimo debe ser igual al ancho del muro.

El acero no debe doblarse excesivamente en los cambios de espesor de las columnas o al entrar en la cimentación.

No se deben doblar las varillas que se encuentren embebidas en el concreto recién fraguado o endurecido. Todas las varillas deben doblar



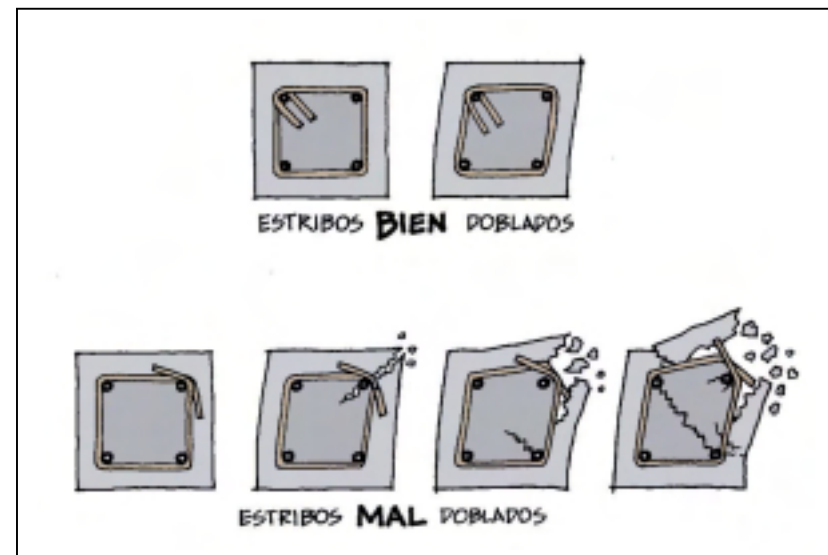
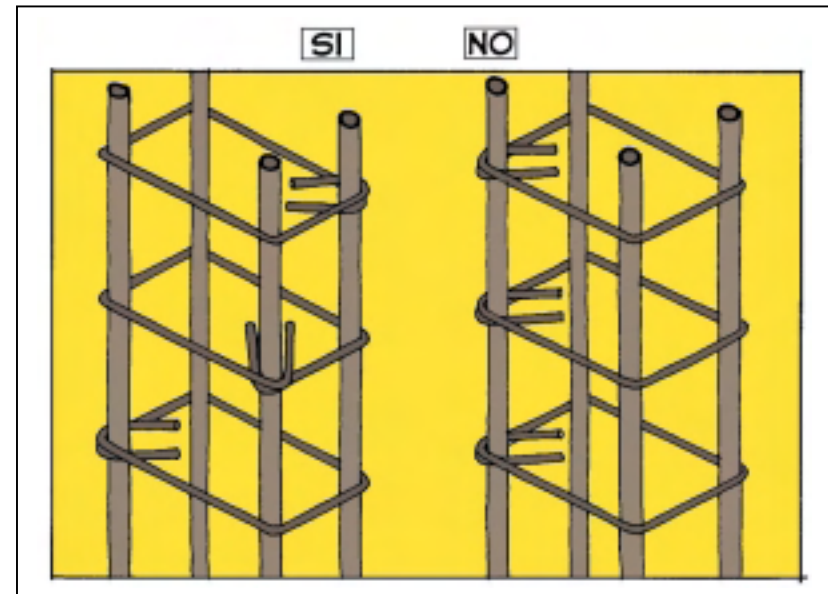
El acero debe tener una resistencia mínima de 2400 kg/cm²

La columneta debe ir de la viga de cimentación o zapata hasta la viga superior y su armadura debe contar con los anclajes y traslapes de sus varillas de manera que se logre la continuidad de los elementos de confinamiento.

El dobléz de los estribos debe ser de mínimo 8 cm en ambos extremos y el amarre mediante alambre debe ser en forma de 8 o pata de gallina. Debe utilizarse alambre No. 18.

Los estribos deben estar bien amarrados para lograr un buen confinamiento del concreto al interior de la columna o la viga de amarre.

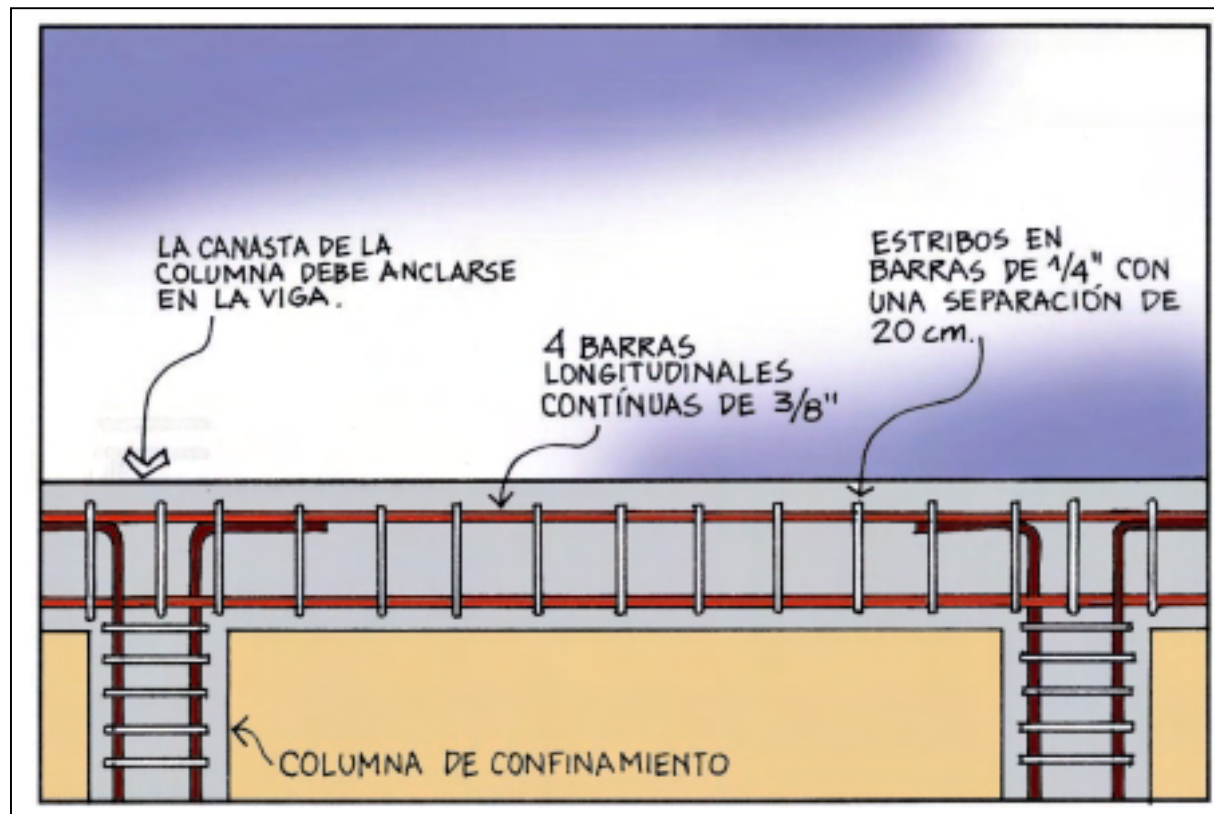
Si los estribos quedan mal doblados o anclados, pueden perder su configuración durante un sismo y su función de confinamiento se perderá. De esta manera el elemento estructural puede perder su capacidad de carga.

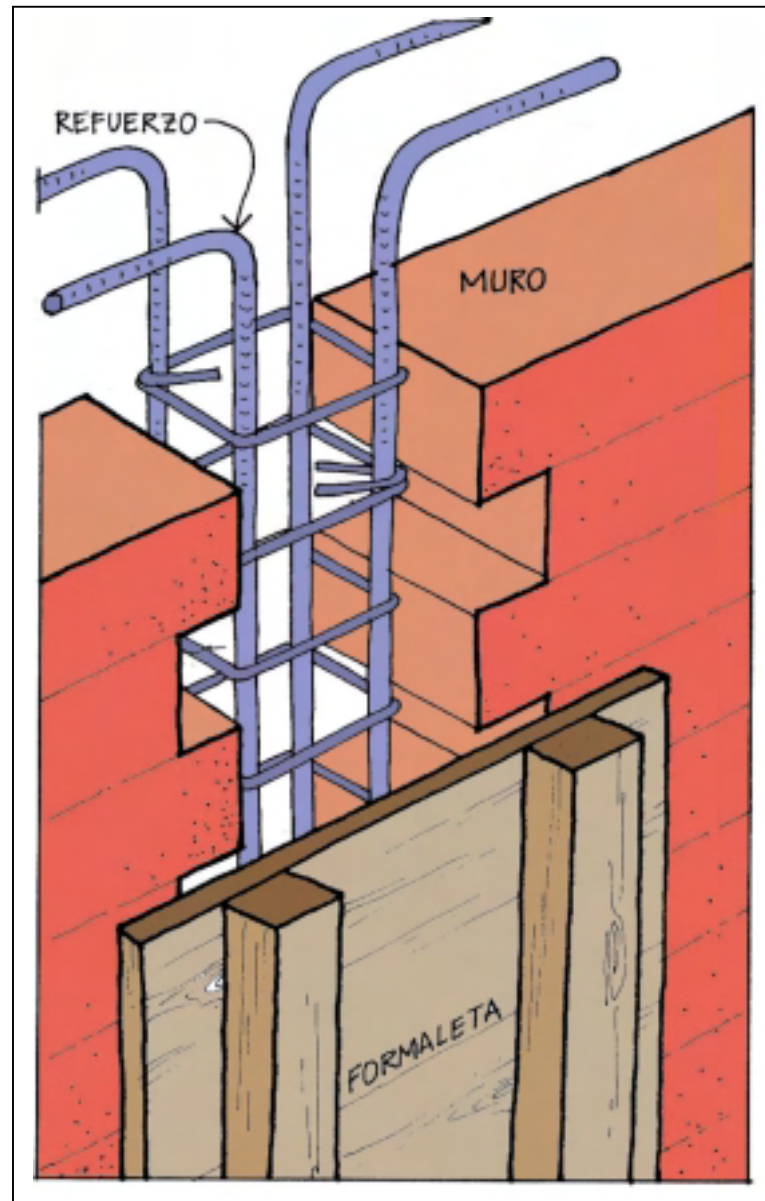


◆ Vigas de Confinamiento

La armadura o canastilla de las vigas es similar a la de las columnas, con la diferencia que todos los estribos pueden estar separados máximo 20 cm entre sí.

En los cruces de los muros las varillas deben formar ángulos rectos y sus traslajos deben tener una longitud mínima de 40 veces el diámetro de la varilla que se traslapa o 50 cm.

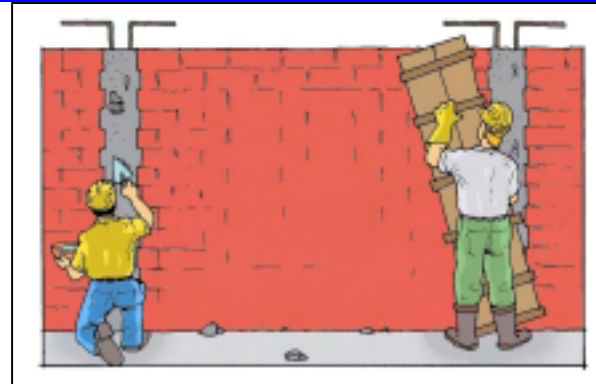




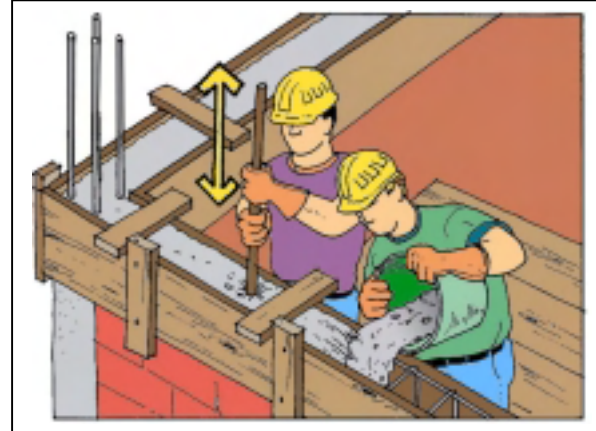
Detalle de la colocación de la formaleta y del acero de refuerzo

Las formaletas podrán retirarse después de 24 horas de vaciado el concreto.

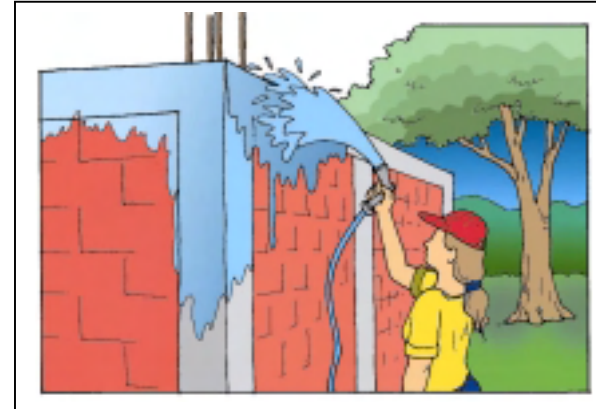
En caso de hormigueros, rellénelos con concreto tan pronto como sea posible.



Para evitar hormigueros, no olvide chuzar el concreto y golpear la formaleta para garantizar una adecuada vibración y compactación del concreto.



El concreto de las vigas y columnas debe mantenerse húmedo y protegido del sol y el viento al menos durante los primeros 7 días después de vaciado. El curado del concreto es fundamental para garantizar una buena calidad y resistencia del material a largo plazo.



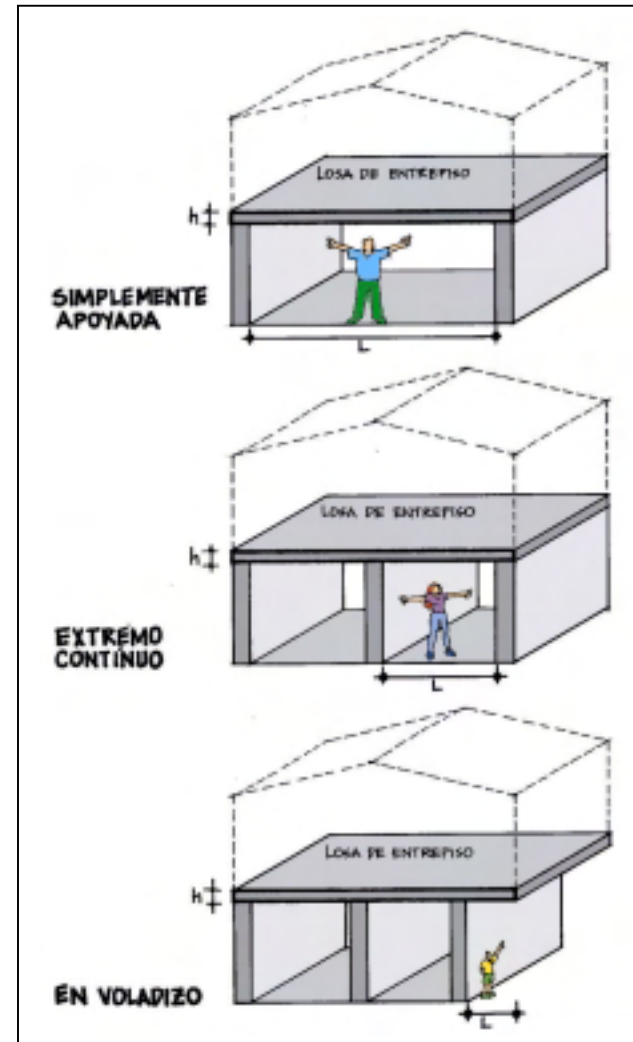
LOSAS DE ENTREPISO Y CUBIERTAS

Las losas de entrepiso deben ser lo suficientemente rígidas para garantizar que todos los muros se muevan uniformemente en caso de sismo y las cubiertas deben ser estables ante las cargas laterales, razón por la cual es necesario arriostrarlas y anclarlas a los muros o vigas de soporte.

Si la losa se construye con elementos prefabricados, estos deben unirse entre ellos y deben conectarse a las vigas que rodean la vivienda

El espesor mínimo de la losa depende del sistema de entrepiso utilizado y del tipo de apoyo o elementos de soporte de acuerdo con la siguiente tabla:

TIPO DE LOSA	CONDICIÓN DE APOYO		
	Simplemente apoyada	Un apoyo continuo	Continuo con voladizo
Maciza	L/20	L/24	L/10
Aligerada (Viguetas en una dirección)	L/16	L/18.5	L/8



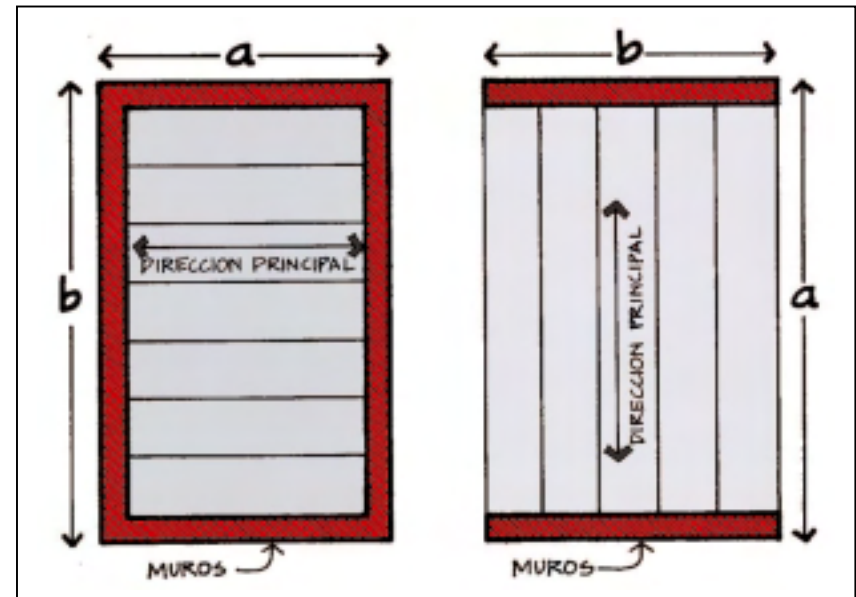
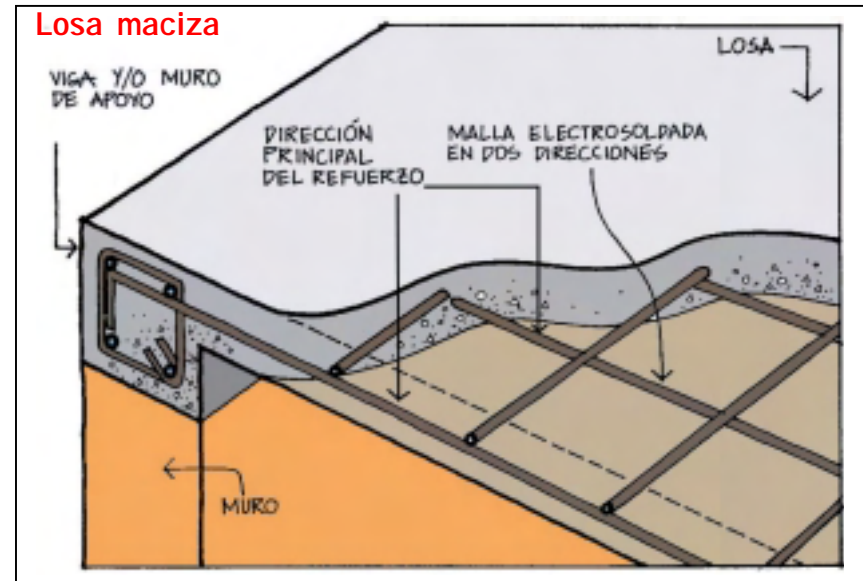
◆ Losas Macizas

Este tipo de losa consta de una sección de concreto reforzado en dos direcciones.

Dependiendo de cómo esté apoyada, una losa maciza deberá tener mayor cantidad de refuerzo en un sentido que en el otro.

Si la losa dispone de muros de apoyo en los cuatro lados su dirección principal será la del sentido más corto, si es cuadrada cualquiera de los dos sentidos es igual.

Si la losa dispone de muros en solo dos lados (deben ser opuestos), la dirección principal será en la dirección perpendicular a la dirección de los apoyos.



El refuerzo o acero que se le debe colocar a la losa debe seleccionarse de acuerdo con la siguiente tabla. El refuerzo indicado puede utilizarse únicamente para condiciones y cargas típicas de viviendas.

Luz de diseño (m)	Espesor (cm)	REFUERZO	
		Principal (a)	Secundario (b)**
1.0-2.0	8	1 varilla de ½ cada 30 cm	1 varilla de 1/4 cada 20 cm
2.1 - 2.5	10	1 varilla de ½ cada 30 cm	1 varilla de 1/4 cada 15 cm
2.6 - 3.0	12	1 varilla de ½ cada 25 cm	1 varilla de 3/8 cada 25 cm
3.1 - 3.5	15	1 varilla de ½ cada 25 cm	1 varilla de 3/8 cada 20 cm
3.6 - 4.0 *	18	1 varilla de ½ cada 20 cm	1 varilla de 1/4 cada 15 cm arriba y abajo dos parrillas

* luces mayores resultan poco económicas, es mejor construir la losa aligerada.

** el refuerzo secundario se coloca para evitar que el concreto se agriete debido a los efectos de la temperatura.

Ejemplo

Se tiene una planta de 6 m x 6 m con muros intermedios como se ilustra en la figura. En este caso se puede dividir la losa de entrepiso en 4 zonas.

Se van a diseñar las partes 1 y 2 que se ilustran en la figura.

La parte 1 tiene 2.5m de luz y 2 m de ancho. Como está apoyada en dos extremos, la dirección principal será de 2.5m (dirección principal). Según la tabla, para esta luz es necesario un espesor de 10 cm.

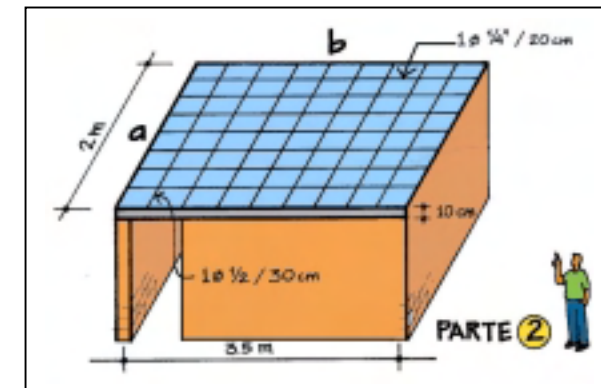
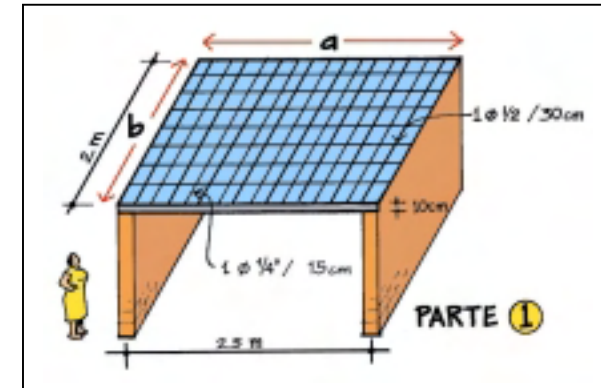
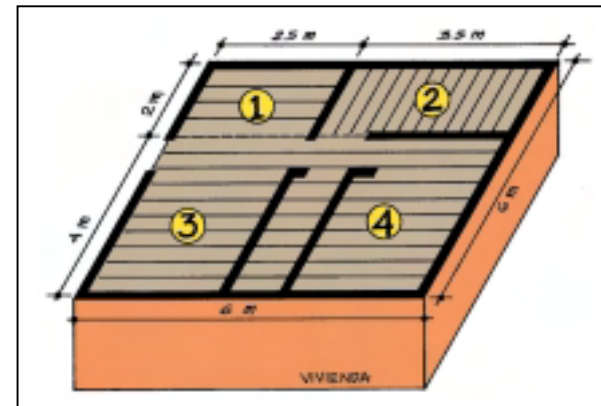
El refuerzo necesario es 1 varilla de $\frac{1}{2}$ pulgada (o sea numero 4) cada 30 cm colocada en la dirección de los 2.5 m. Para la dirección de los 2 m es necesario colocar una varilla de $\frac{1}{4}$ " cada 15 cm.

Para la parte 2, como está apoyada en los 4 lados se toma como la dirección principal la luz de 2 m.

Esta parte necesita un espesor de 8 cm y un refuerzo de $\frac{1}{2}$ cada 30 cm en la dirección principal y de $\frac{1}{4}$ cada 20 cm en la dirección secundaria (la de 3.5m).

Debido a que es difícil constructivamente variar el espesor de la losa, en la práctica se escoge el mayor espesor y se construye con éste toda la placa.

Si se hubiera escogido la dirección principal para la parte 2 como 3.5 m, el espesor necesario hubiera sido de 15 cm. Por eso es mejor escoger el lado más corto cuando la losa esta apoyada en los cuatro lados.



◆ Proceso constructivo de losas macizas

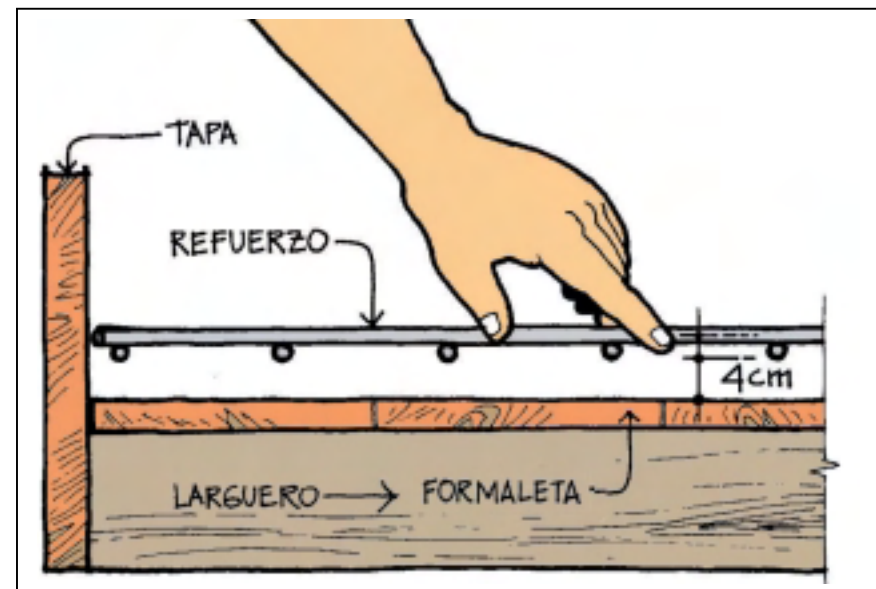
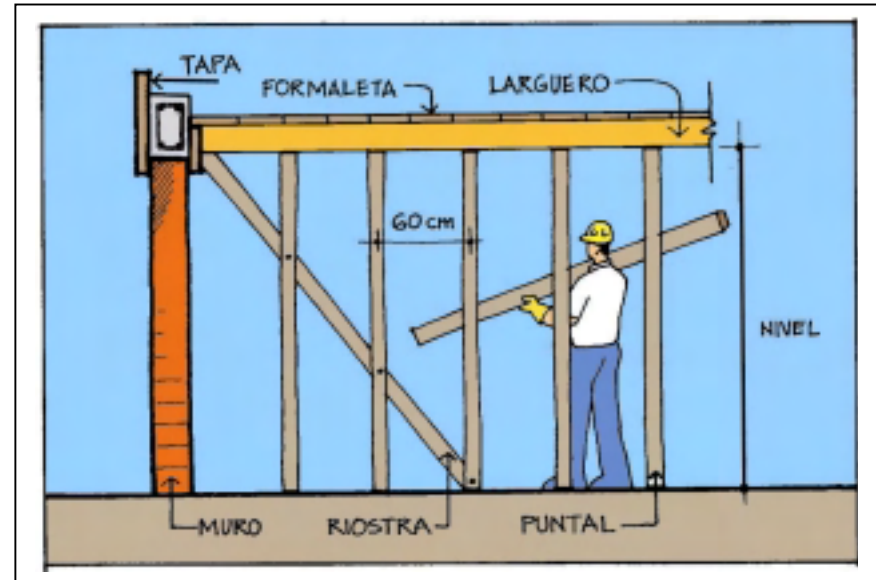
Preparación: Se deben alistar los materiales, consultar las especificaciones (forma, espesor, etc.) y nivelar el piso desde donde se van a tomar las medidas.

Apuntalado: Se colocan los largueros paralelos a los muros, apoyados sobre puntales cada 60 cm. Se procede a nivelar los largueros y cuñar los puntales. Los puntales se deben arriostrar (sostener con diagonales) para evitar su caída por desplazamiento lateral.

Formaleta: Se colocan las tablas apoyadas entre los largueros formando una superficie lo más ajustada que se pueda para que no se escape el concreto por entre los espacios. La formaleta debe quedar nivelada.

Armar el refuerzo: Se debe colocar el refuerzo calculado sobre la formaleta, apoyado de tal forma que al vaciar el concreto, el refuerzo quede totalmente rodeado por éste. El recubrimiento mínimo de concreto sobre el acero debe ser de 4 cm.

Vaciado del concreto: Se debe hacer con cuidado para evitar que la formaleta se pueda caer. Recuerde los cuidados y el procedimiento para hacer y vaciar concreto.



◆ *Losas aligeradas*

En este tipo de losa parte del concreto se reemplaza por otros materiales como cajones de madera, guadua y principalmente cuando se trata de viviendas de uno y dos pisos se reemplaza por ladrillos o bloques. De esta forma se disminuye el peso de la losa y se pueden cubrir mayores luces de manera mas económica.

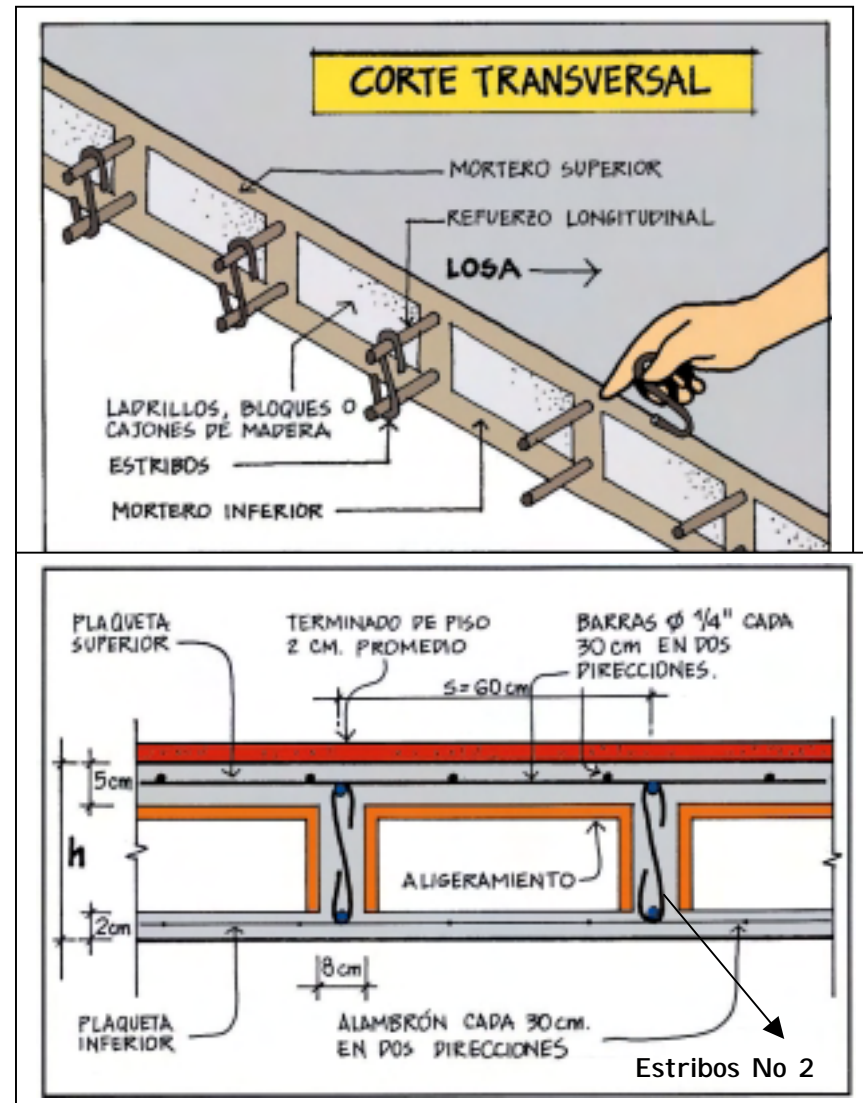
En este sistema, la losa tiene cuatro componentes: Una torta inferior que se coloca sobre las tablas de la formaleta; los bloques o elementos aligerantes; la torta o plaqueta superior con refuerzo nominal y las viguetas en concreto reforzado

La torta inferior es un mortero con dosificación de 1:3 de 2 cm de espesor que permite cubrir el aligeramiento y el refuerzo principal de la losa o elementos aligerantes.

Los bloques o elementos aligerantes se colocan de tal manera que formen las cavidades de las viguetas con separaciones entre si entre 50 y 70 cm (promedio de 60 cm).

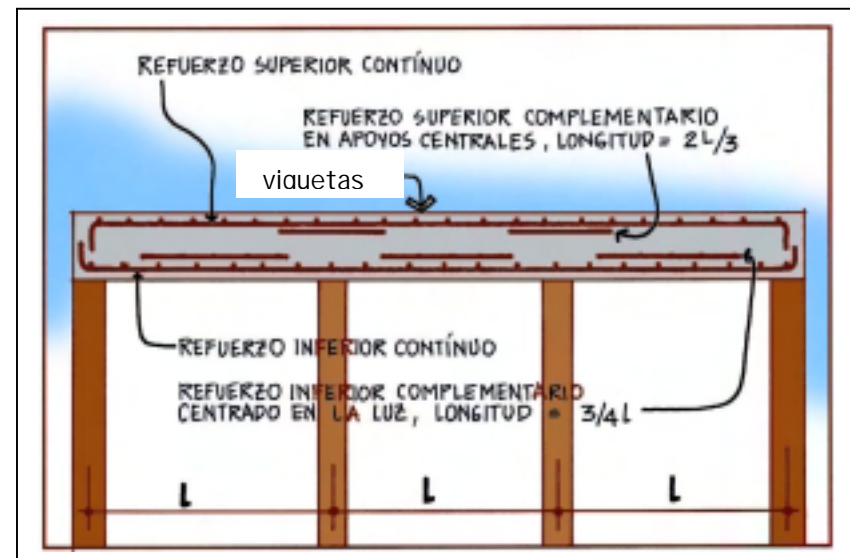
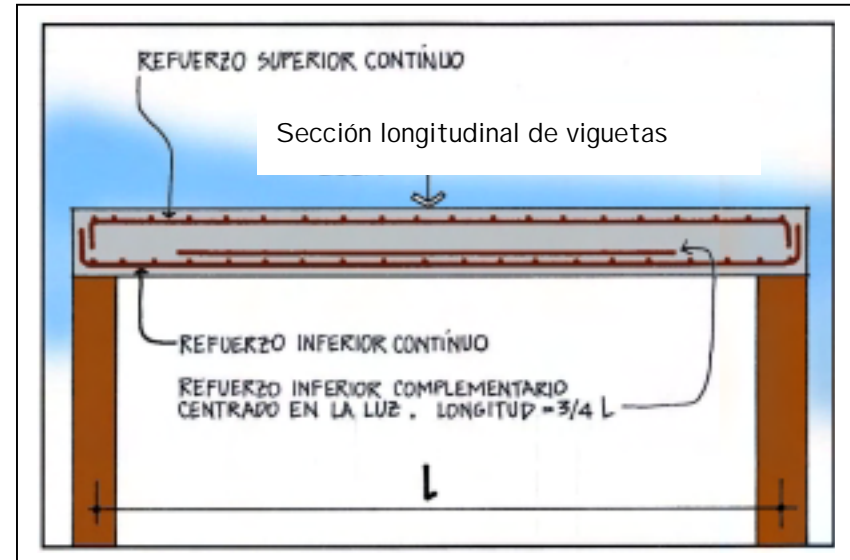
La plaqueta superior es un concreto fundido monolítico con el sistema de piso, con 5.0 cm espesor y debe tener un refuerzo de 1 varilla de ¼ de pulgada (numero 2) cada 30 cm en las dos direcciones.

La sección típica de una placa aligerada se indica en la figura anexa



Las viguetas contienen el refuerzo principal. El ancho medio de viguetas es de 8 cm. Su altura se calcula según la luz (espacio a cubrir), de acuerdo a la tabla anexa

El refuerzo superior e inferior se distribuye como se muestra en la figura.



A continuación se presentan las tablas con las cuales se puede calcular el refuerzo de las viguetas en losas aligeradas.

Tabla de refuerzo

Luz de diseño (m)	Espesor total placa (cm)	Refuerzo* inferior continuo	Refuerzo inferior* (complementario centrado en luz)	Refuerzo* superior continuo	Refuerzo superior* (complementario para vigas de varias luces en apoyos internos)	Estribos*
1.0 - 2.5	15	1 No 4	-----	1 No 4		Estribos No 2 Cada 8 cm
2.6 - 3.5	20	1 No 4	-----	1 No 4		Estribos No 2 Cada 8 cm
3.6 - 4.5	28	1 No 4	1 No 3	1 No 4	1 No 3	Estribos No 2 Cada 12 cm
4.6 - 5.5	35	1 No 4	1 No 3	1 No 4	1 No 3	Estribos No 2 Cada 15 cm

- Ver figura para ubicación de refuerzo

Todo el refuerzo a utilizar debe ser corrugado con $f_y = 420 \text{ Mpa} = 4200 \text{ kg/cm}^2$ excepto las barras para los estribos No 2 que tienen $f_y = 240 \text{ Mpa} = 2400 \text{ kg/cm}^2$.

El concreto debe tener mínimo $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

La carga de muros apoyados sobre la placa más la carga de los acabados de piso no debe sobrepasar 100 kg/cm^2

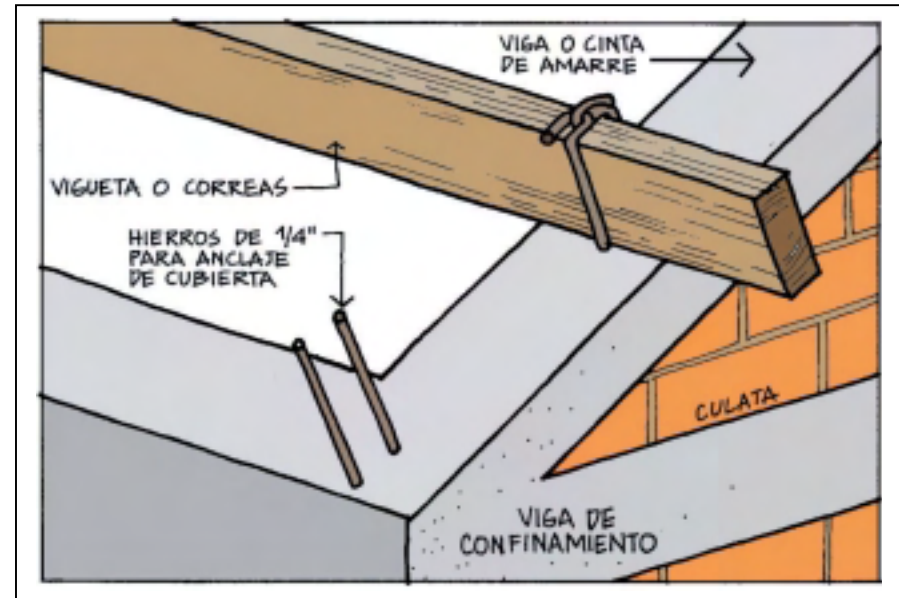
La carga viva No debe sobrepasar 180 kg/cm^2 .

La longitud de traslapes mínima para barras No 4 ($\phi = 1/2''$) = 50 cm

CUBIERTA

La estructura de cubierta debe estar anclada a las vigas que confinan y amarran los muros. Esto se debe hacer dejando pernos o hierros de 1/4 de pulgada en la parte superior de la viga de amarre superior de los muros.

Se deben evitar las cubiertas pesadas y trate de usar láminas o tejas livianas.



Pendientes Recomendadas

La pendiente del techo (inclinación) varía de acuerdo con el material que se utiliza. La pendiente debe ser como se indica en la siguiente tabla.

Tipo de Cubierta	Pendiente Máxima
Teja de barro	42%
Asbesto - cemento	27%
Plástica	20%
Metálica	15%
Losa de concreto	2%

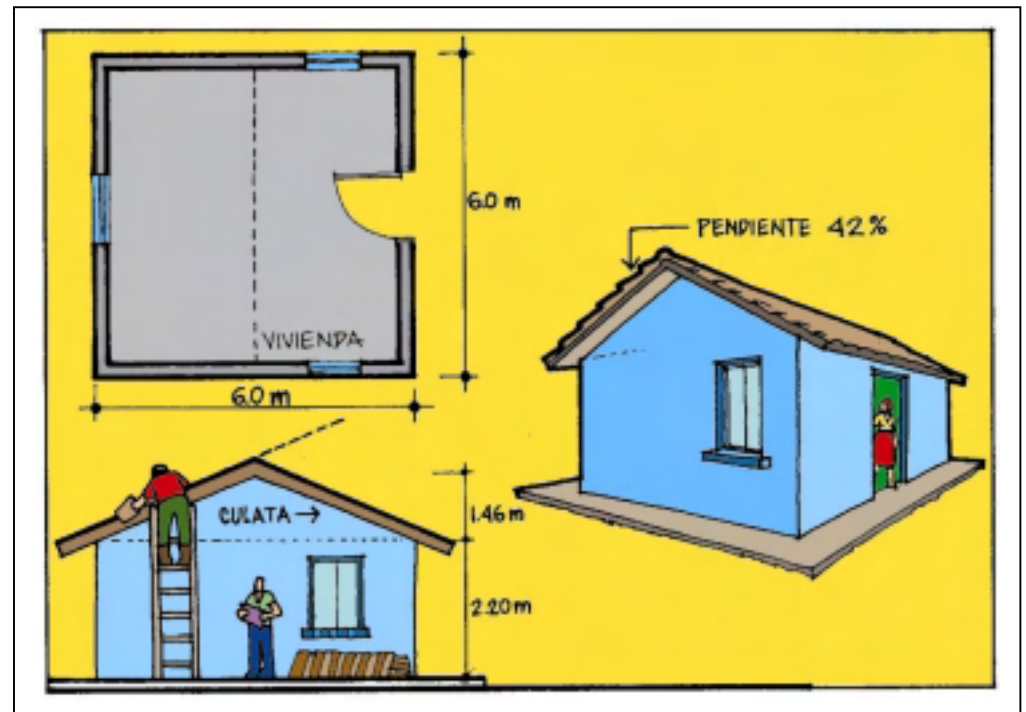
Por ejemplo, para una vivienda de 6 m de frente y 6 m de largo, y teja de barro (42%) la cubierta tiene la siguiente forma:

Si la altura en la parte exterior (hacia donde corre el agua) es igual a 2.20 m, en la parte central de la casa, o sea a 3 m del borde (donde esta la parte más alta de la cubierta) la altura será la siguiente:

$$2.20\text{m} + 3\text{m} \times (42/100) = 3.46 \text{ m}$$

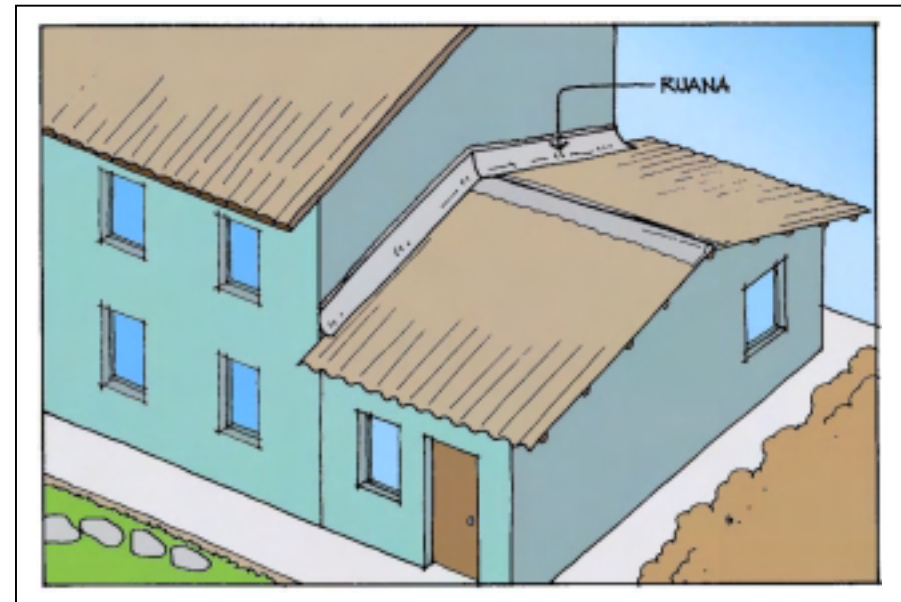
Cuando el techo es una estructura de madera, las viguetas o correas para un techo de tejas de asbesto cemento se deben colocar separadas de acuerdo con la siguiente tabla:.

Teja No.	Distancia entre apoyos (m)	Numero de apoyos por placa
2	0.47	2
3	0.77	2
4	1.08	2
5	1.38	2
6	1.69	3
8	1.15	3
10	1.45	3



Las tejas se pueden fijar en las correas con ganchos galvanizados, tornillos o amarres de alambre. Para impermeabilizar el amarre se utiliza un poco de masilla en la cabeza del alambre. Debe garantizarse que los amarres sean capaces de resistir la eventual tensión hacia arriba (succión) que ejerza la fuerza del viento.

En el límite entre el techo y la pared medianera es necesario construir una ruana que impida el paso del agua que rueda por la pared. Esta es una lámina de acero que se fija a la pared con el revoque e impermeabilizante.



OTROS DETALLES DE CONSTRUCCIÓN

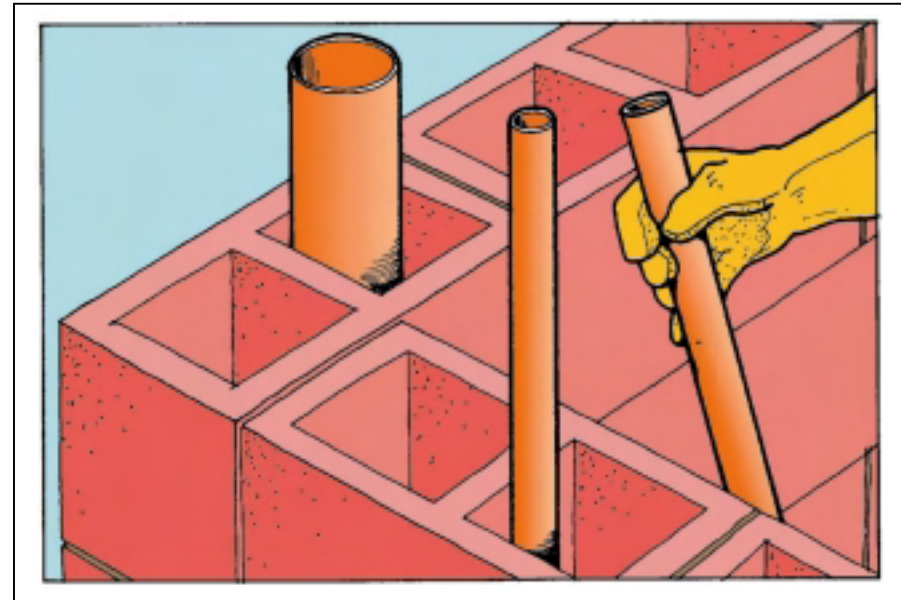
◆ Instalaciones eléctricas.

Las habitaciones requieren mínimo un tomacorriente. La cocina requiere un toma trifilar para la estufa y tomas adicionales para la nevera y demás electrodomésticos.

En todo momento se debe cuidar que los cables mantengan su aislamiento para evitar cortos circuitos e incendios.

Los cables eléctricos pueden distribuirse por toda la vivienda dentro de tubos de PVC de diámetro pequeño.

Si se están utilizando bloques de concreto de perforación vertical, es posible introducir los tubos de PVC dentro de las cavidades de los bloques. Debe tratarse de minimizarse las regatas en muros estructurales. No deben realizarse regatas que crucen la totalidad del muro de lado a lado o de arriba abajo. Las tuberías deben conducirse principalmente por la placa de piso



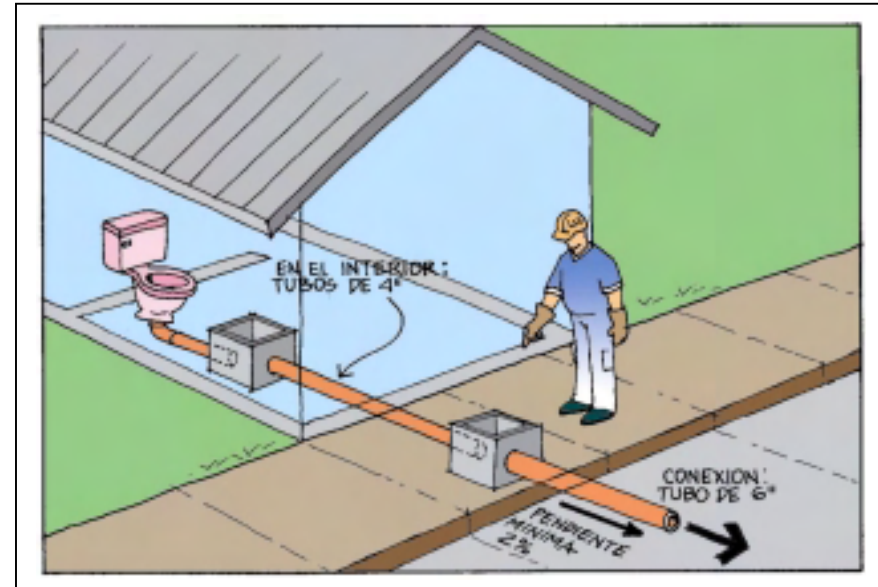
◆ Instalaciones sanitarias.

Por economía, resistencia y durabilidad el PVC es el producto más utilizado para la construcción de las instalaciones sanitarias.

A lo largo de la tubería se pueden incluir válvulas para regular el gasto de agua, controlar las presiones, permitir la entrada de aire y dejarlo escapar.

En caso de requerirse regatas en el muro para introducir la tubería, el diámetro de la tubería no debe exceder $\frac{1}{3}$ del espesor del muro. El ancho mínimo de las excavaciones para la colocación de la tubería de desagüe debe ser por lo menos de 30 cm, porque de otra forma la instalación resulta dispendiosa y puede quedar con problemas.

Además la pendiente debe ser la adecuada, por lo general es igual o un poco mayor al 2%. El diámetro de los desagües dentro de la vivienda debe ser de 4 pulgadas, mientras para la conexión a la acometida debe aumentarse a 6 pulgadas. Un diámetro menor puede dificultar la circulación del agua.



◆ Escaleras.

En la figura se presenta un detalle de cómo se debe colocar el refuerzo en una escalera típica para una vivienda de dos pisos.

◆ Control de calidad

Siempre se deben cumplir los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y acatar las especificaciones de diseño y construcción. La falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de supervisión técnica ha sido la causa de daños y colapsos de edificaciones que aparentemente cumplen con otras características o principios de la sismo resistencia. Los sismos descubren los descuidos y errores que se hayan cometido al construir.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS

CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE VIVIENDAS SEGÚN SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN DE MUROS

Las viviendas pueden clasificarse en tres tipos dependiendo del sistema constructivo de los muros de soporte principales.

Mampostería No reforzada

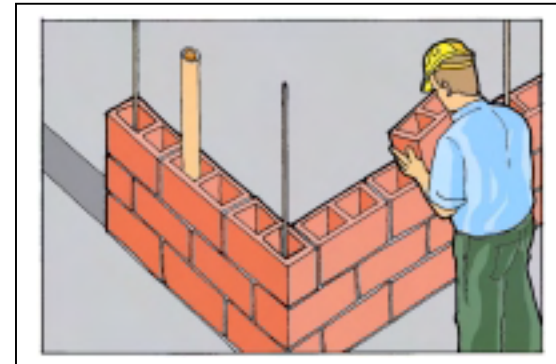
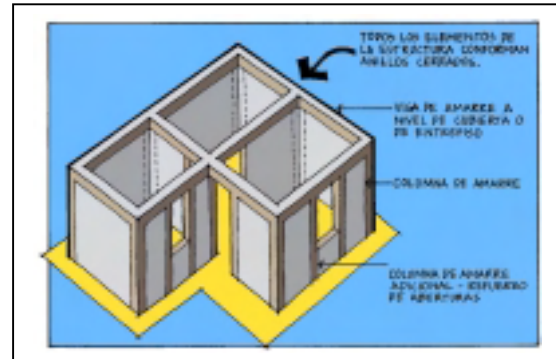
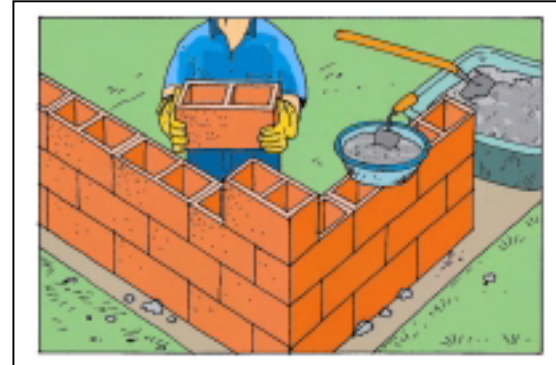
La mampostería No Reforzada es la construcción que utiliza unidades de mampostería en la cual no se considera ningún tipo de refuerzo interno o externo de confinamiento.

Mampostería Confinada

El método de construcción de mampostería de muros confinados se basa en la colocación de unidades de mampostería conformando un muro que luego se confina con vigas y columnas de concreto reforzado vaciadas en el sitio.

Mampostería Reforzada

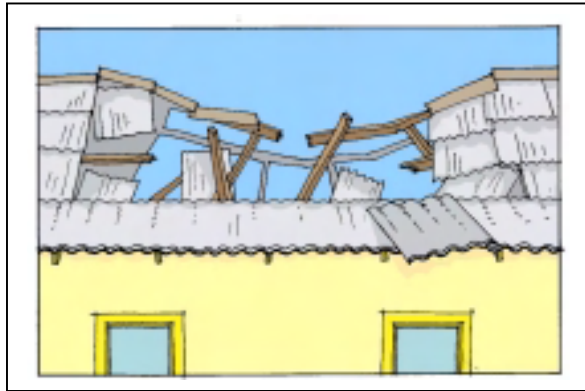
El sistema de mampostería reforzada se fundamenta en la construcción de muros con piezas de mampostería de perforación vertical (de arcilla o de concreto) unidas por medio de mortero, reforzadas internamente con barras y/o alambres de acero. Este sistema permite la inyección de todas sus celdas con mortero de relleno, o de solo las celdas verticales que llevan refuerzo. El refuerzo se distribuye dependiendo de la demanda impuesta al muro en cuanto a cargas externas.



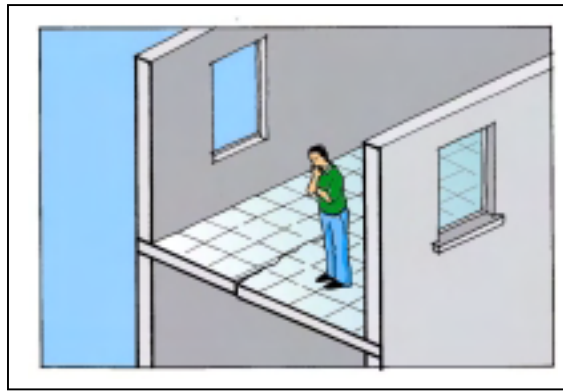
TIPOS DE ELEMENTOS SUSCEPTIBLES A SUFRIR DAÑO EN VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS

Los elementos susceptibles a sufrir daño en viviendas de uno y dos pisos y que pueden tener efectos directos sobre la seguridad de la estructura son los siguientes:

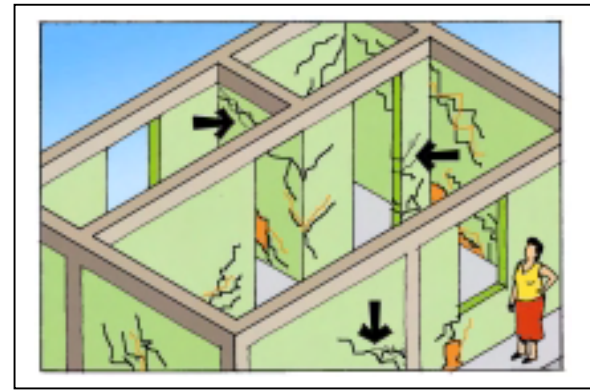
Cubiertas



Losas de entrepiso



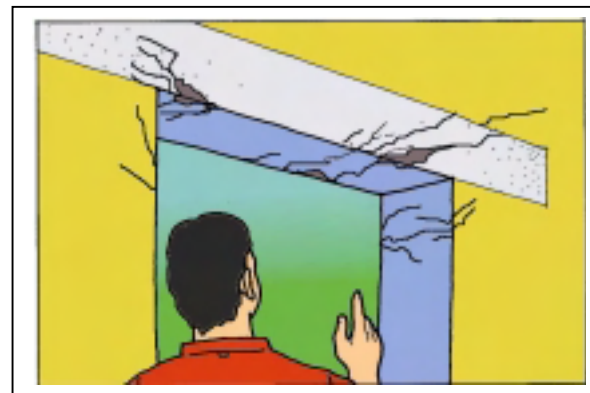
Muros Sólidos de soporte



Paneles y Muros Divisorios

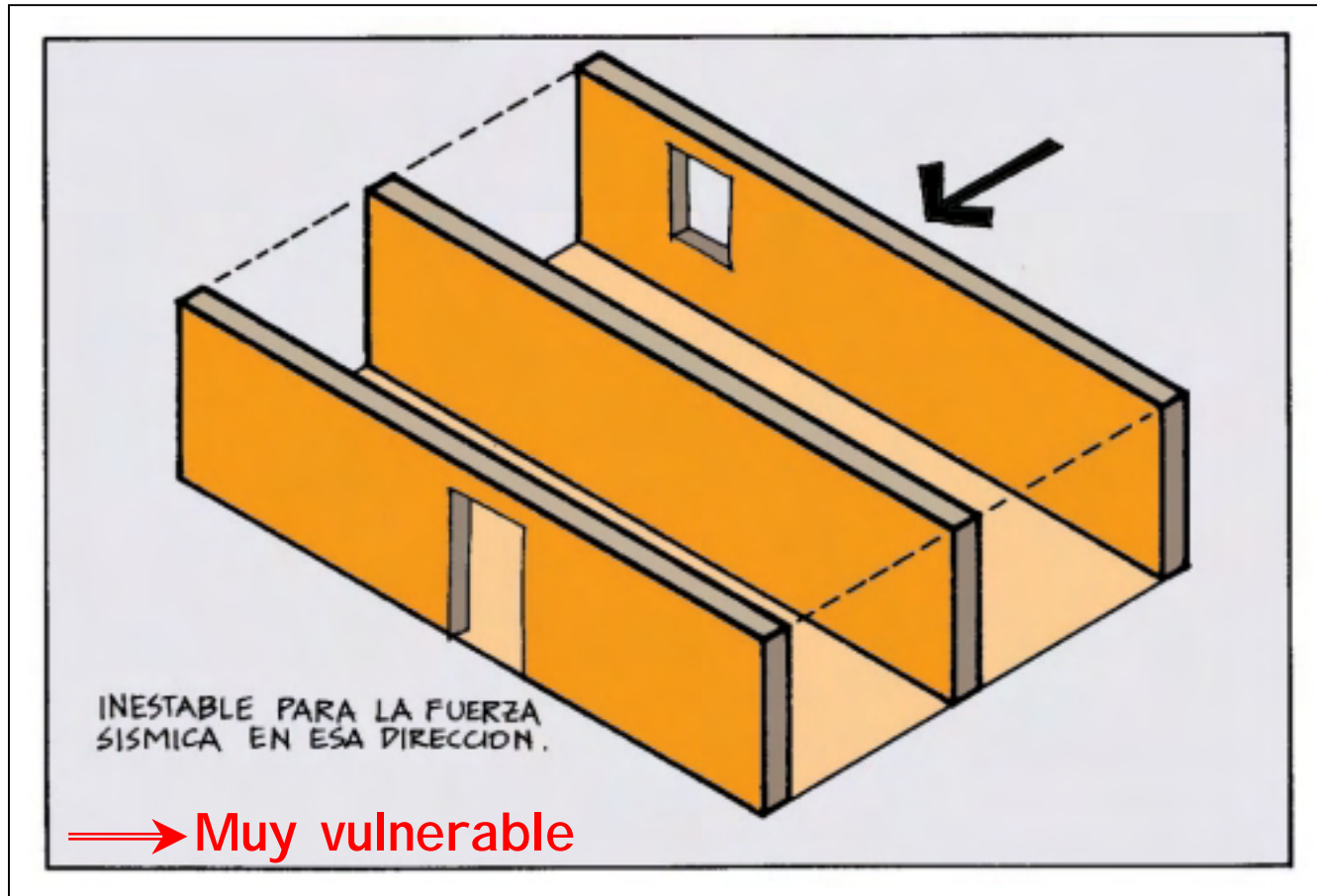


Vigas, dinteles, antepechos



QUE ES LA VULNERABILIDAD SÍSMICA?

La vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado. La vulnerabilidad sísmica depende de aspectos como la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales.



ASPECTOS QUE AFECTAN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas depende de una serie de factores y detalles que deben evaluarse con el mayor cuidado

ASPECTOS GEOMÉTRICOS

- Irregularidad en planta de la edificación
- Cantidad de muros en las dos direcciones
- Irregularidad en altura

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

- Calidad de las juntas de pega en mortero
- Tipo y disposición de ladrillos
- Calidad de los materiales

ASPECTOS ESTRUCTURALES

- Muros confinados y reforzados
- Detalles de columnas y vigas de confinamiento
 - Vigas de amarre o corona
- Características de las aberturas
- Tipo y disposición del entrepiso
 - Amarre de cubiertas

CIMENTACIÓN

- Vigas de amarre en concreto reforzado

ENTORNO

- Topografía
- Otros efectos

SUELOS

- Blandos
- Intermedios
- Duros

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA

Para que una vivienda califique como de vulnerabilidad sísmica intermedia o alta es suficiente con que presente deficiencias en cualquiera de los aspectos mencionados. La evaluación para calificar la vulnerabilidad debe hacerse con el mayor cuidado investigando los detalles a que se hace referencia más adelante.

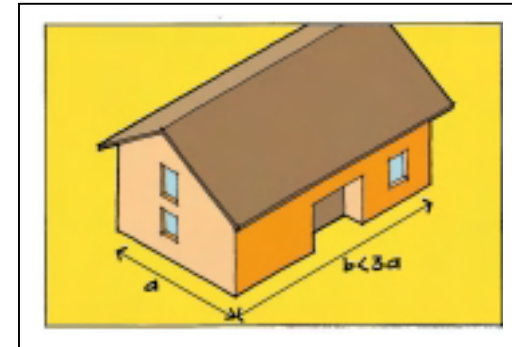
Cada aspecto investigado se califica mediante unos criterios muy sencillos y mediante visualización y comparación con patrones generales. La calificación se realiza en tres niveles: vulnerabilidad baja (en verde), vulnerabilidad media (en naranja) y vulnerabilidad alta (rojo).

ASPECTOS GEOMÉTRICOS

IRREGULARIDAD EN PLANTA DE LA EDIFICACIÓN

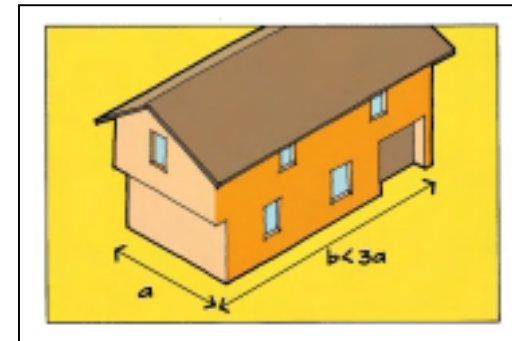
Vulnerabilidad Baja

- Forma geométrica regular y aproximadamente simétrica
- Largo menor que 3 veces ancho.
- No tiene "entradas y salidas" como las que se muestran en las otras dos figuras, visto tanto en planta como en altura.



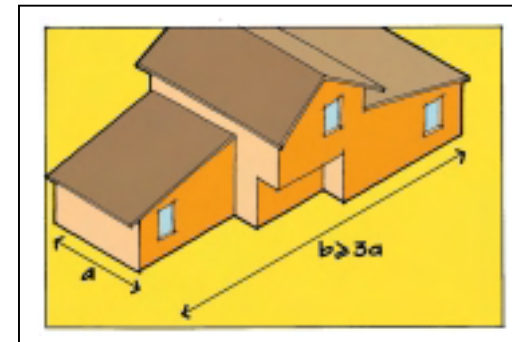
Vulnerabilidad Media

- Presenta algunas irregularidades en planta o en altura no muy pronunciadas.



Vulnerabilidad Alta

- El largo es mayor que 3 veces ancho
- La forma es irregular, con entradas y salidas abruptas.



CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES

Vulnerabilidad Baja

- Existen muros estructurales en las dos direcciones principales de la vivienda y estos son confinados o reforzados.
- Hay una longitud totalizada de muros en cada una de las direcciones principales al menos igual al valor dado por :

$$L_o = (M_o \times A_p) / t$$

A_p = área en m² de la planta (si la cubierta es liviana, lámina, asbesto, cemento, A_p se puede multiplicar por 0.67.

t = espesor de muros

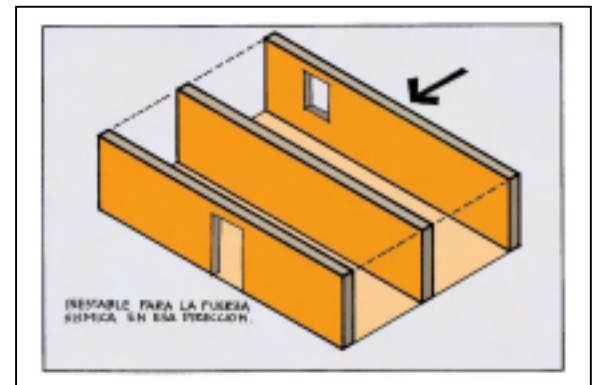
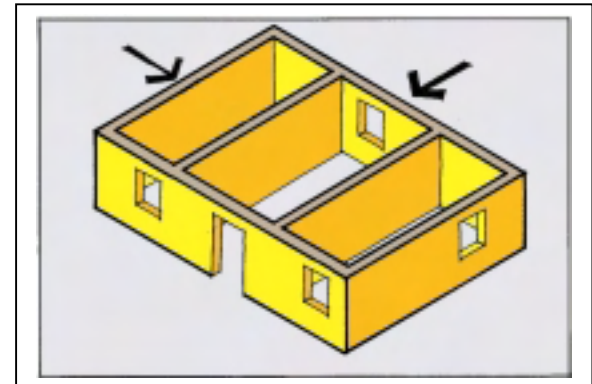
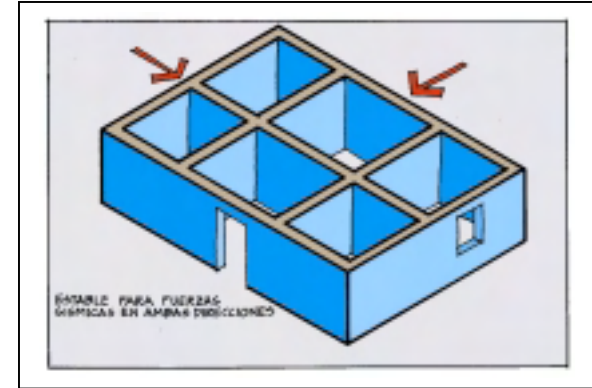
M_o = coeficiente que se obtiene de tabla 1 del capítulo 1 de este manual

Vulnerabilidad Media

- La mayoría de los muros se concentran en una sola dirección aunque existen unos o varios en la otra dirección.
- La longitud de muros en la dirección de menor cantidad de muros es ligeramente inferior a la calculada con la fórmula anterior.

Vulnerabilidad Alta

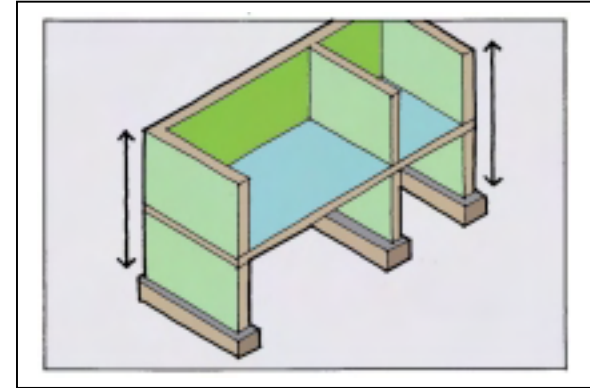
- Mas del 70% de los muros están en una sola dirección
- Hay muy pocos muros confinados o reforzados
- La longitud total de muros estructurales en cualquier dirección es mucho menor que la calculada con la ecuación anterior.



IRREGULARIDAD EN ALTURA

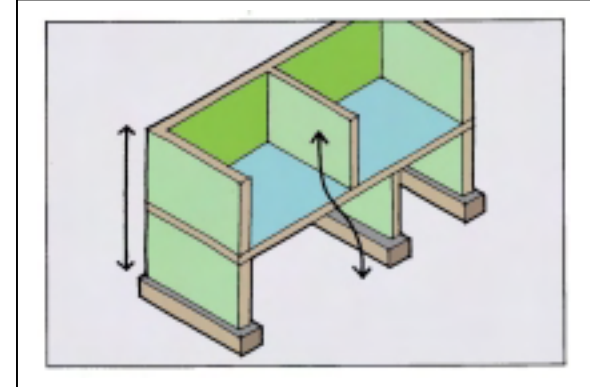
Vulnerabilidad Baja

- La mayoría de los muros estructurales son continuos desde la cimentación hasta la cubierta.



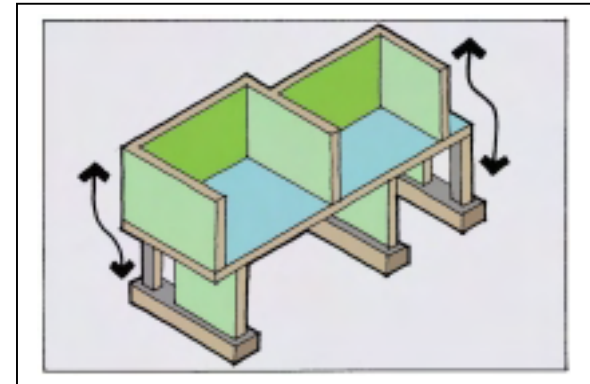
Vulnerabilidad Media

- Algunos muros presentan discontinuidades desde la cimentación hasta la cubierta.



Vulnerabilidad Alta

- La mayoría de los muros no son continuos en altura desde su cimentación hasta la cubierta.
- Cambios de alineación en el sistema de muros en dirección vertical.
- Cambio de sistema de muros en pisos superiores a columnas en el piso inferior.

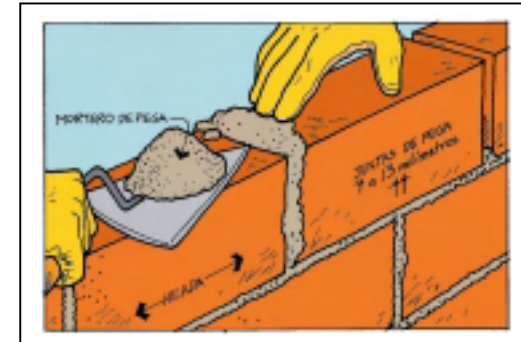


ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

CALIDAD DE LAS JUNTAS DE PEGA EN MORTERO

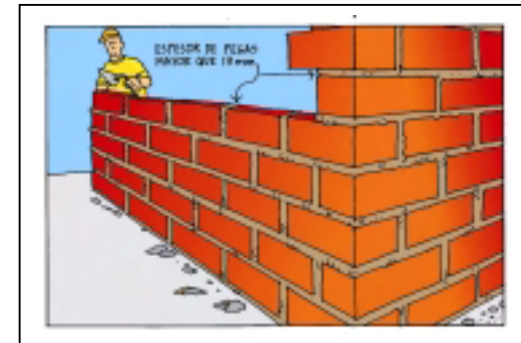
Vulnerabilidad Baja

- El espesor de la mayoría de las pegas está entre 0.7 y 1.3 cm.
- Las juntas son uniformes y continuas.
- Hay juntas de buena calidad verticales y horizontales rodeando cada unidad de mampostería.
- El mortero es de buena calidad y presentan buena adherencia con la pieza de mampostería.



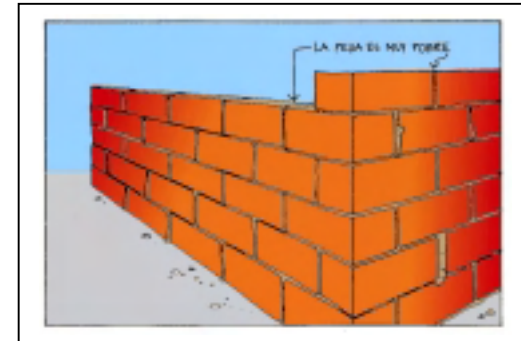
Vulnerabilidad Media

- El espesor de la mayoría de las pegas es mayor a 1.3 cm o menor de 0.7 cm.
- Las juntas no son uniformes.
- No existen juntas verticales o son de mala calidad.



Vulnerabilidad Alta

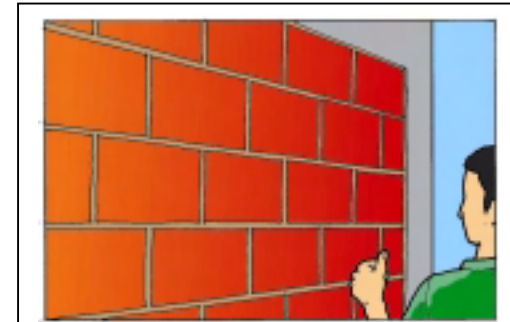
- La pega es muy pobre entre los bloques, casi inexistente.
- Poca regularidad en la alineación de las piezas.
- El mortero es de muy mala calidad o evidencia separación con las piezas de mampostería.
- No existen juntas verticales y/o horizontales en zonas del muro.



TIPO Y DISPOSICIÓN DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

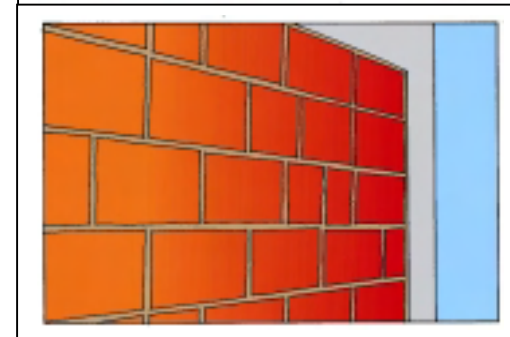
Vulnerabilidad Baja

- Las unidades de mampostería están trabadas.
- Los unidades de mampostería son de buena calidad. No presentan agrietamientos importantes, no hay piezas deterioradas o rotas.
- Las piezas están colocadas de manera uniforme y continua hilada tras hilada.



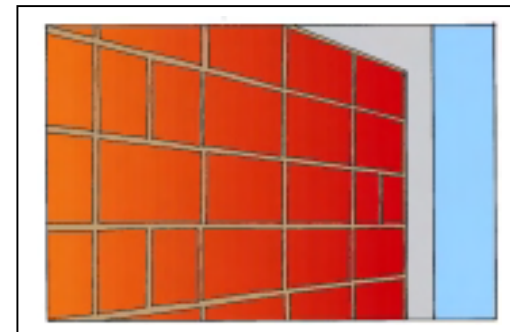
Vulnerabilidad Media

- Algunas piezas están trabadas, mientras otras no lo están. Siendo la mayoría de la primera clase.
- Algunas piezas presentan agrietamiento o deterioro.
- Algunas piezas están colocadas de manera uniforme y continua hilada tras hilada.



Vulnerabilidad Alta

- Las unidades de mampostería NO están trabadas (petaca)
- Las unidades de mampostería son de muy mala calidad. Se presentan agrietamientos importantes con piezas deterioradas o rotas.
- Las piezas no están colocadas de manera uniforme y continua hiladas tras hiladas.



CALIDAD DE LOS MATERIALES

Vulnerabilidad Baja

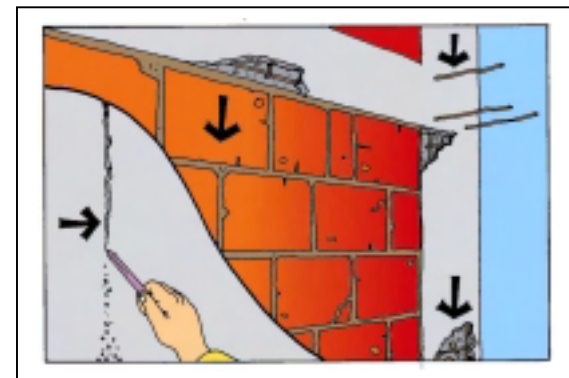
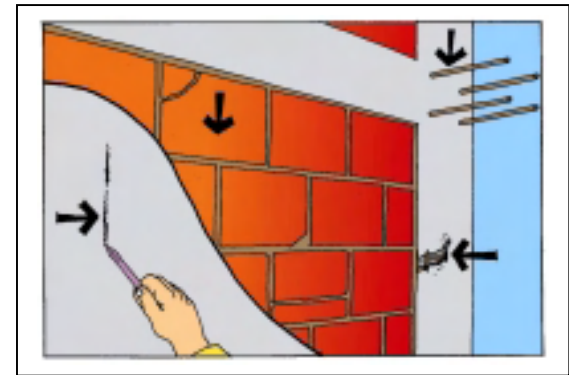
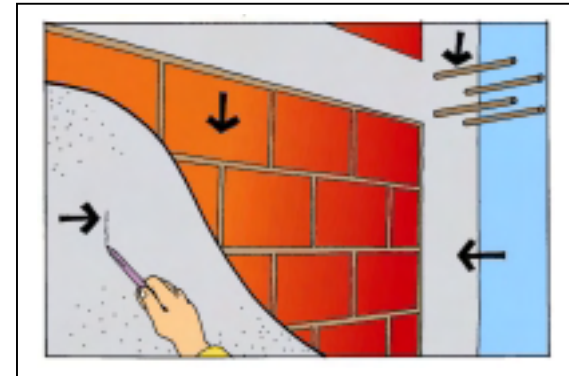
- El mortero no se deja rayar o desmoronar con un clavo o herramienta metálica.
- El concreto tiene buen aspecto, sin hormigueros y el acero no está expuesto.
- En los elementos de confinamiento en concreto reforzado, hay estribos abundantes y por lo menos 3 a 4 barras No 3 en sentido longitudinal.
- El ladrillo es de buena calidad, no está muy fisurado, quebrado, ni despegado y resiste caídas de por lo menos 2 metros de alto sin desintegrarse ni deteriorarse en forma apreciable.

Vulnerabilidad Media

- Se cumplen varios de los requisitos mencionados anteriormente.

Vulnerabilidad Alta

- No se cumplen más de dos requisitos de los mencionados anteriormente.

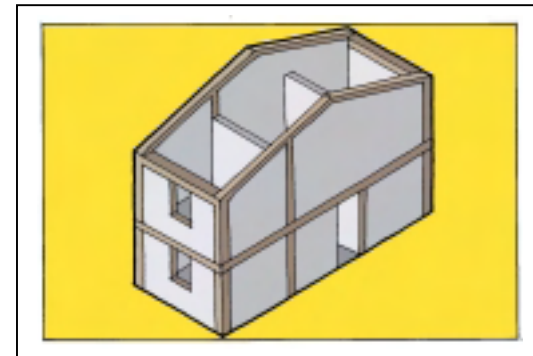
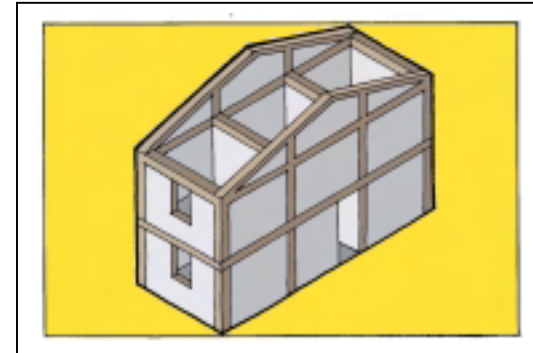


ASPECTOS ESTRUCTURALES

MUROS CONFINADOS Y REFORZADOS

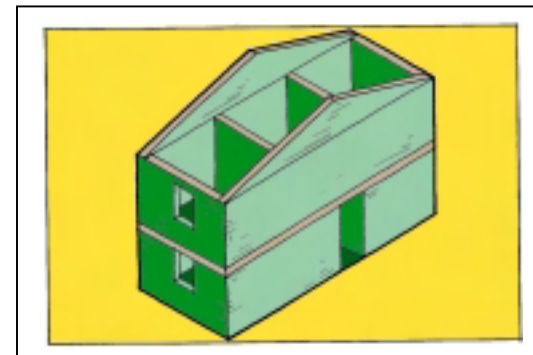
Vulnerabilidad Baja

- Todos los muros de mampostería de la vivienda están confinados con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de ellos.
- El espaciamiento máximo entre elementos de confinamiento es del orden de 4 m o la altura entre pisos.
- Todos los elementos de confinamiento tienen refuerzo tanto longitudinal como transversal y está adecuadamente dispuesto.
- Las culatas y antepechos también están confinadas.



Vulnerabilidad Media

- Algunos muros de la edificación no cumplen con los requisitos mencionados anteriormente.



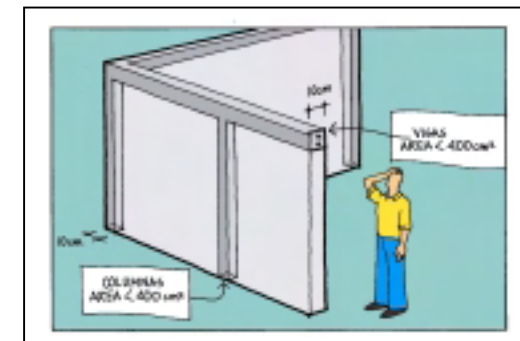
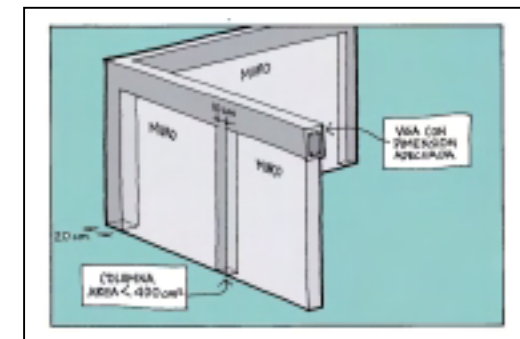
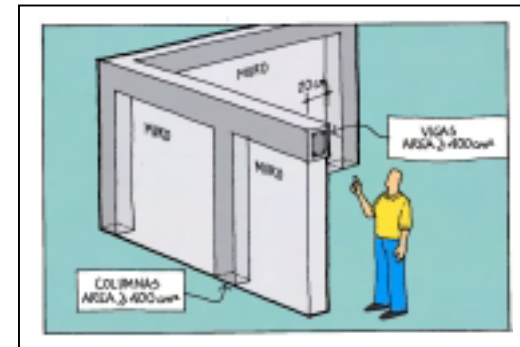
Vulnerabilidad Alta

- La mayoría de los muros de mampostería de la vivienda no tienen confinamiento mediante columnas y vigas de concreto reforzado.

DETALLES DE COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO

Vulnerabilidad Baja

- Las columnas y vigas tienen más de 20 cm de espesor o más de 400 cm² de área transversal.
- Las columnas y vigas tienen al menos 4 barras No 3 longitudinales y estribos espaciados a no más de 10 a 15 cm.
- Existe un buen contacto entre el muro de mampostería y los elementos de confinamiento.
- El refuerzo longitudinal de las columnas y vigas debe estar adecuadamente anclado en sus extremos y a los elementos de la cimentación.



Vulnerabilidad Media

- No todas las columnas y vigas cumplen con los requisitos anteriores.

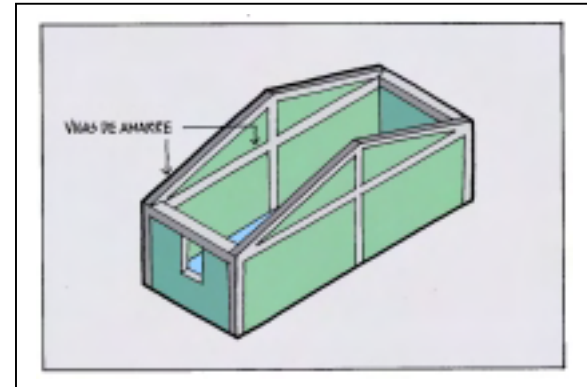
Vulnerabilidad Alta

- La mayoría de las columnas y vigas de confinamiento no cumplen con los requisitos establecidos anteriormente.

VIGAS DE AMARRE O CORONA

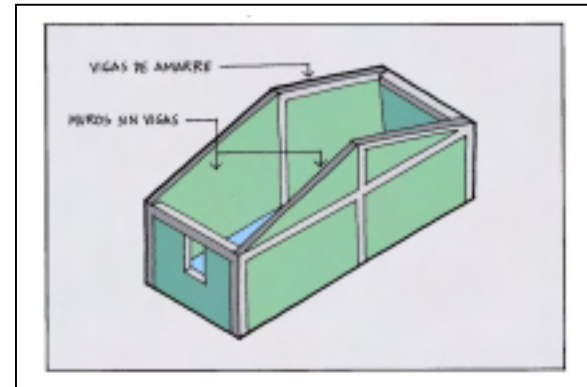
Vulnerabilidad Baja

- Existen vigas de amarre o de corona en concreto reforzado en todos los muros, parapetos, fachadas y culatas en mampostería.



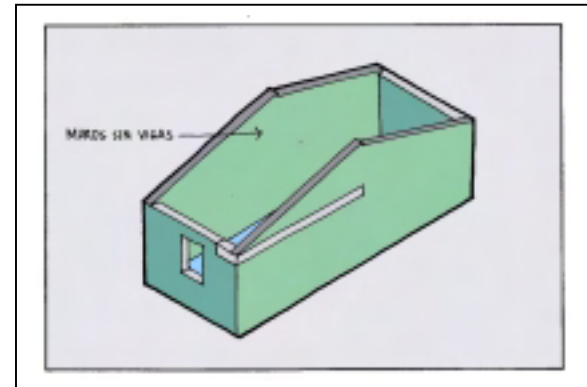
Vulnerabilidad Media

- No todos los muros o elementos de mampostería disponen de vigas de amarre o de corona.



Vulnerabilidad alta

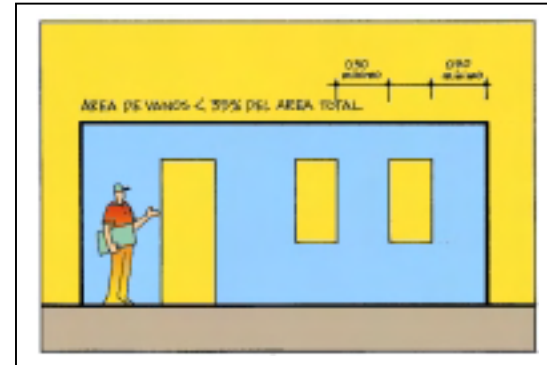
- La vivienda no dispone de vigas de amarre o corona en los muros o elementos de mampostería



CARACTERÍSTICAS DE LAS ABERTURAS

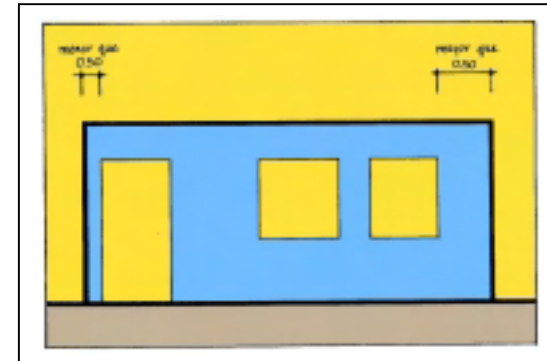
Vulnerabilidad Baja

- Las aberturas en los muros estructurales totalizan menos del 35% del área total del muro.
- La longitud total de aberturas en el muro corresponde a menos de la mitad de la longitud total del muro.
- Existe una distancia desde el borde del muro hasta la abertura adyacente igual a la altura de la misma o 50 cm, la que sea mayor.



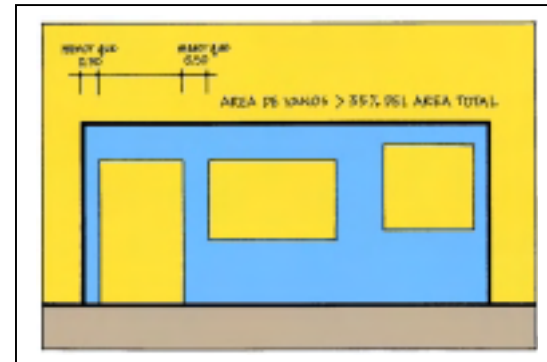
Vulnerabilidad Media

- No se cumplen algunos de los anteriores requisitos en algunos de los muros de la vivienda.



Vulnerabilidad Alta

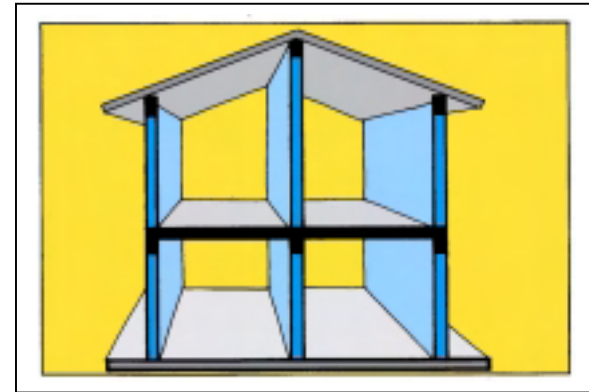
- Muy pocos o ningún muro estructural de la vivienda cumple con los requisitos anteriores.



ENTREPISO

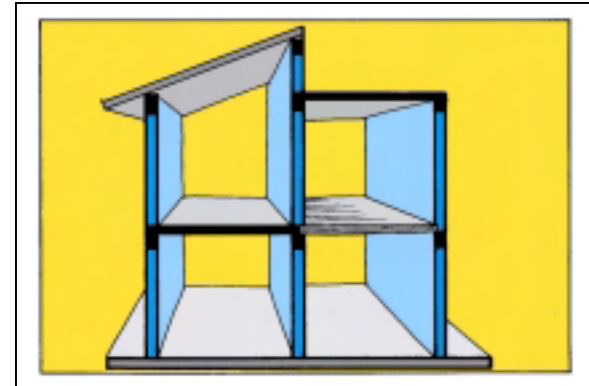
Vulnerabilidad Baja

- El entrepiso está conformado por placas de concreto fundidas en el sitio o placas prefabricadas que funcionan de manera monolítica.
- La placa de entrepiso se apoya de manera adecuada a los muros de soporte y proporciona continuidad y monolitismo.
- La placa de entrepiso es continua, monolítica y uniforme en relación con los materiales que lo componen.



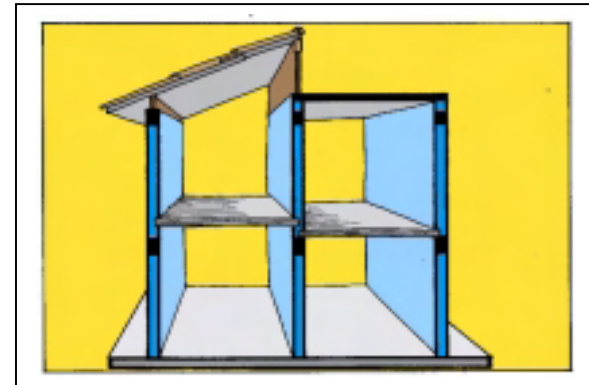
Vulnerabilidad Media

- La placa de entrepiso no cumple con alguna de las anteriores consideraciones



Vulnerabilidad Alta

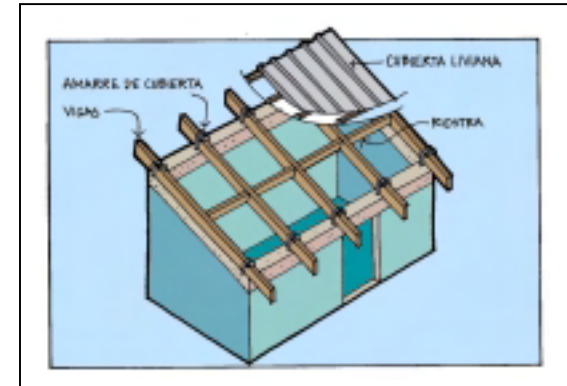
- La placa de entrepiso no cumple con varias de las consideraciones anteriores.
- Los entrepisos están conformados por madera o combinaciones de materiales (guadua, mortero, madera, concreto) y no proporcionan las características de continuidad y amarre deseados.



AMARRE DE CUBIERTAS

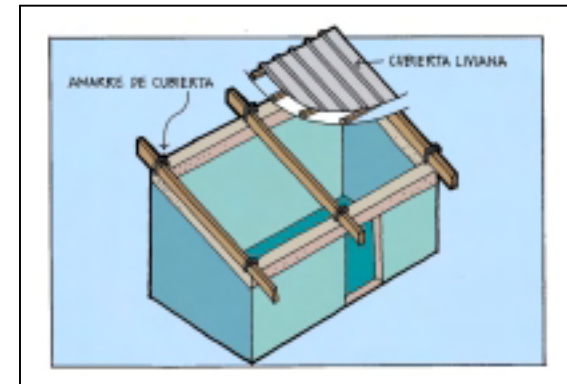
Vulnerabilidad Baja

- Existen tornillos, alambres o conexiones similares que amarran el techo a los muros.
- Hay arriostramiento de las vigas y la distancia entre vigas no es muy grande.
- La cubierta es liviana y está debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta.



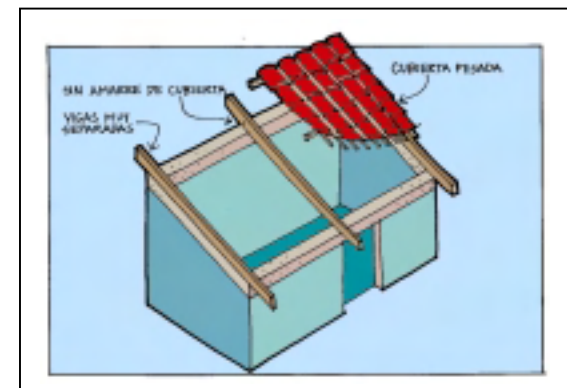
Vulnerabilidad Media

- Algunos de los anteriores requisitos se cumplen



Vulnerabilidad Alta

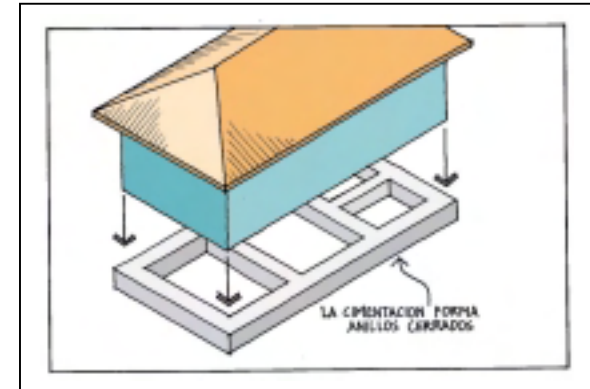
- La mayoría de los requisitos mencionados anteriormente no se cumplen.
- La cubierta es pesada y no está debidamente soportada o arriostrada.



CIMENTACIÓN

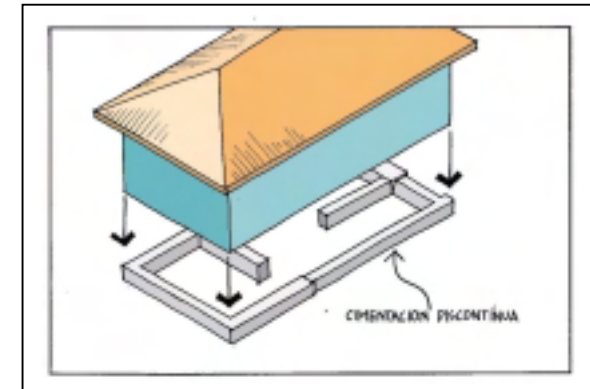
Vulnerabilidad Baja

- La cimentación está conformada por vigas corridas en concreto reforzado bajo los muros estructurales.
- Las vigas de cimentación conforman anillos amarrados.
- Las vigas de cimentación en concreto reforzado cumplen los demás requisitos establecidos en el capítulo I de este manual.



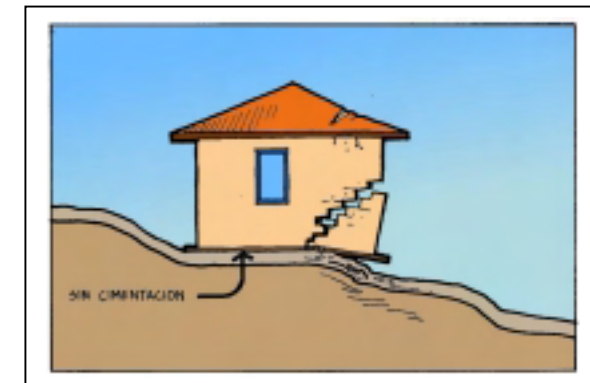
Vulnerabilidad Media

- La cimentación no está debidamente amarrada.
- No se cumplen algunos de los requerimientos anteriores



Vulnerabilidad Alta

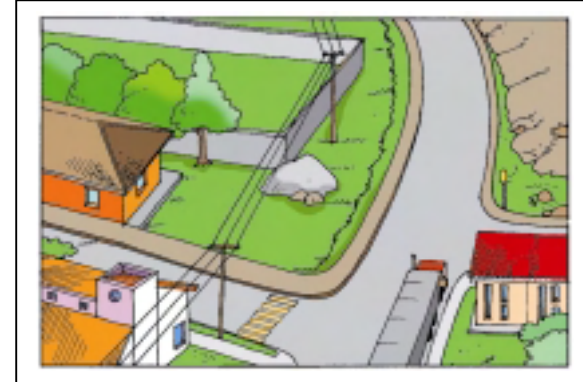
- La edificación no cuenta con una cimentación adecuada de acuerdo con los requerimientos anteriores.



SUELOS

Vulnerabilidad Baja

- El suelo de la fundación es duro. Esto se puede saber cuando alrededor de la edificación no existen hundimientos, cuando no se evidencian árboles o postes inclinados, no se siente vibración cuando pasa un vehículo pesado cerca de la vivienda o cuando en general las viviendas no presentan agrietamientos o daños generalizados, especialmente grietas en los pisos o hundimientos y desniveles en el mismo.



Vulnerabilidad Media

- El suelo de la fundación es de mediana resistencia. Se puede presentar en general algunos hundimientos y vibraciones por el paso de vehículos pesados. Se pueden identificar algunos daños generalizados en viviendas o manifestaciones de hundimientos pequeños.



Vulnerabilidad Alta

- El suelo de la fundación es blando o es arena suelta. Se sabe por el hundimiento en las zonas vecinas, se siente la vibración al paso de vehículos pesados y la vivienda ha presentado asentamientos considerables en el tiempo de construcción. La mayoría de las viviendas de la zona presentan agrietamientos y/o hundimientos.

ENTORNO

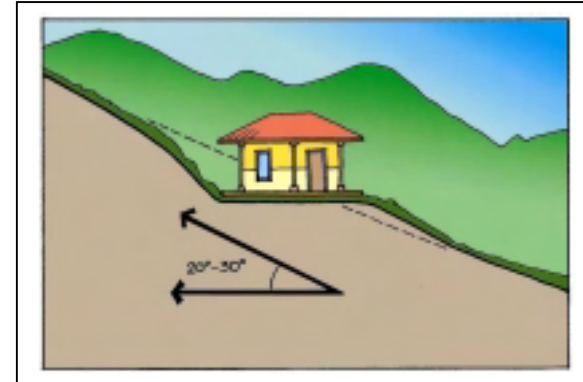
Vulnerabilidad Baja

- La topografía donde se encuentra la vivienda es plana o muy poco inclinada.



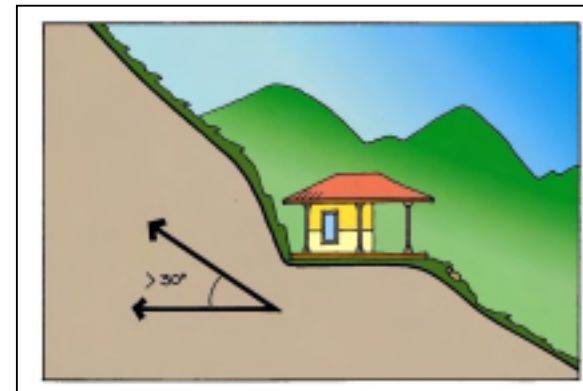
Vulnerabilidad Media

- La topografía donde se encuentra la casa tiene un ángulo entre 20 a 30 grados de inclinación con la horizontal.



Vulnerabilidad Alta

- La vivienda se encuentra localizada en pendientes con una inclinación mayor de 30 grados con la horizontal.



RESUMEN

COMPONENTE	VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
ASPECTOS GEOMÉTRICOS			
• Irregularidad en planta de la edificación			
• Cantidad de muros en las dos direcciones			
• Irregularidad en altura			
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS			
• Calidad de las juntas de pega en mortero			
• Tipo y disposición de las unidades de mampostería			
• Calidad de las juntas de los materiales			
ASPECTOS ESTRUCTURALES			
• Muros confinados y reforzados			
• Detalles de columnas y vigas de confinamiento			
• Vigas de amarre o corona			
• Características de las aberturas			
• Entrepiso			
• Amarre de cubiertas			
CIMENTACIÓN			
SUELOS			
ENTORNO			
	BAJA	MEDIA	ALTA
CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA			