



GUÍA BÁSICA PARA LA AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SEGURA



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

DESARROLLO TERRITORIAL

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



CONAVI

COMISIÓN NACIONAL
DE VIVIENDA



INFONAVIT



gob.mx/cenapred

GUÍA BÁSICA PARA LA AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SEGURA



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

DESARROLLO TERRITORIAL
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



CONAVI
COMISIÓN NACIONAL
DE VIVIENDA



INFONAVIT

SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

Rosa Icela Rodríguez Velázquez
SECRETARIA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

Laura Velázquez Alzúa
COORDINADORA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL

Enrique Guevara Ortiz
DIRECTOR GENERAL

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED)
D. R. Versiones impresa y electrónica, febrero de 2021
Ciudad de México

© SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA
Avenida Constituyentes 947, Edificio B, Planta Alta
Colonia Belén de las Flores
Álvaro Obregón, C. P. 01110, Ciudad de México
Teléfono: 551103 6000
<https://www.gob.mx/sspc>

© CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES
Av. Delfín Madrigal núm. 665,
Col. Pedregal de Santo Domingo
Coyoacán, C. P. 04360, Ciudad de México
Teléfono: 555424 6100
www.gob.mx/cenapred
Comentarios: editor@cenapred.unam.mx

Guía básica para la autoconstrucción de vivienda segura

Autores:
Aragón Cárdenas Joel
Flores Corona Leonardo
López Bátiz Oscar

Diseño editorial:
Rojas Vázquez Maricela

Esta edición se llevó a cabo con el apoyo del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit)

El contenido de este documento es exclusiva responsabilidad de los autores, y puede ser reproducido total o parcialmente, siempre y cuando se cite la fuente.

Preámbulo

De acuerdo con el programa de fomento a la vivienda popular en todo el país, que el presidente constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Lic. Andrés Manuel López Obrador, anunció como parte de los programas de su administración, se contempla la entrega de créditos para la construcción de viviendas a familias de escasos recursos. Para contribuir al logro de una vivienda segura, la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, a través de la Coordinación Nacional de Protección Civil y del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en colaboración con el Infonavit y la Conavi, elaboró la *Guía básica para autoconstrucción de vivienda segura*, que ahora tienes en tus manos.

La finalidad de esta guía es proporcionar a las familias mexicanas favorecidas por los programas, los criterios, procedimientos y recomendaciones indispensables que deberá cumplir una edificación, desde el inicio de su construcción hasta su término, de modo que cuando se enfrenten nuevas eventualidades sísmicas, hidrometeorológicas o de viento de gran intensidad, se reduzcan al máximo las pérdidas patrimoniales, debiendo verificarse la condición de riesgo en el entorno.

El ciudadano deberá tener presente su responsabilidad de informar a las autoridades del municipio sobre su proyecto de edificación.

Índice

	Pág.
Introducción	9
Antecedentes	10
Objetivo y alcance	11
1. Requisitos y recomendaciones administrativas y de construcción	11
2. Proyecto de construcción	16
3. Preparación del terreno	24
4. Suelo y cimentación	25
5. Muros con refuerzo	35
6. Losas de concreto reforzado	37
Conclusiones y recomendaciones	47
Glosario	48
Bibliografía y referencias	51

Introducción

En esta guía se describen las recomendaciones para el diseño y la construcción de viviendas hasta de dos niveles, con el objetivo de garantizar que sean seguras, habitables, accesibles, de fácil mantenimiento y reparación, dentro de un entorno urbano, suburbano y rural. Estas recomendaciones toman en cuenta los criterios técnicos actuales contemplados en las Normas Oficiales Mexicanas, en las Normas Técnicas Complementarias y en las buenas prácticas aplicadas en el país. Por otro lado, se hace referencia a las obligaciones y responsabilidades de las autoridades y los involucrados que participan en la construcción de vivienda, con el propósito de asegurar el cumplimiento de la normatividad.

El documento brinda recomendaciones aplicables a las regiones del país con mayor peligro ante fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, especialmente sismos, huracanes y vientos, con el propósito de proporcionar información clara y adaptable a cada región.

Es importante el conocimiento sobre los peligros y riesgos, así como el comportamiento estructural de las edificaciones, por lo que se recomienda ampliamente a los usuarios revisar con regularidad las publicaciones del CENAPRED, en beneficio de los involucrados en la construcción de viviendas y de las personas que las habitan.

Antecedentes

La necesidad de una vivienda digna ha sido una de las prioridades en la vida de la población mexicana. Por lo anterior, el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (Sedatu), la Comisión Nacional de Vivienda (Conavi) y el Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (Fovissste) diseñaron mecanismos financieros para la compra o construcción de viviendas que contemplen calidad de habitabilidad, en términos de dimensiones y confort, con el objetivo de brindarle al pueblo de México una vivienda adecuada.

Actualmente, el Ejecutivo Federal se ha dado a la tarea de mejorar las condiciones del sector vivienda mediante el otorgamiento de créditos hipotecarios, sobre todo para la construcción de un hogar nuevo. Por lo tanto, es necesario establecer los requisitos técnicos y financieros mínimos que ayuden a cubrir las necesidades básicas de la población en general, para la adquisición o construcción de una vivienda segura y económica.

Es importante recalcar que nuestro país se encuentra expuesto a huracanes y sismos. Un ejemplo son los terremotos del 7 y 19 de septiembre de 2017 que generaron colapsos o daños parciales y menores en 186,526 viviendas, la mayoría de autoconstrucción, de acuerdo con los Lineamientos del Programa Nacional de Reconstrucción 2018.

Por esta razón, la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, a través de la Coordinación Nacional de Protección Civil y del CENAPRED, ha elaborado esta *Guía básica para autoconstrucción de vivienda segura*, que reúne aspectos técnicos mínimos para lograr una edificación económica y, sobre todo, segura. El objetivo de esta publicación es orientar a las personas en la construcción, reparación o el reforzamiento de sus viviendas, así como hacer énfasis en la importancia de construir en condiciones adecuadas con el entorno.



Debido a las razones mencionadas, y al grave problema que representa la autoconstrucción en nuestro país, es importante hacer del conocimiento de la población el riesgo que representan la mala estructuración y construcción de una casa, así como las graves consecuencias si llegara a ocurrir un terremoto de gran magnitud, que pueda llevar a la pérdida de vidas humanas y del patrimonio de las familias. Aunque la presente guía está enfocada principalmente en el efecto de un sismo, no se deben olvidar otros fenómenos, como inundaciones y vientos fuertes.

Objetivo y alcance

El objetivo de esta guía es orientar a la población para diseñar y construir adecuadamente una vivienda segura, resistente a sismos y huracanes, **hasta de dos niveles**. También brinda elementos para asegurarse de que no existan manifestaciones de riesgo físico en el entorno.

Una vivienda debe durar al menos 50 años, por lo que deben considerarse fenómenos naturales como sismos, vientos o lluvias máximos que puedan ocurrir al menos una vez en ese tiempo (coloquialmente podría denominarse a este intervalo de tiempo como periodo de retorno $T_R = 50$ años).

El presente documento es una **guía básica**. Para contar con información más detallada se recomienda recurrir a los manuales sobre el tema. El CENAPRED cuenta con uno, además, algunas empresas constructoras han publicado diversos fascículos y cartillas que pueden ser de gran utilidad para el constructor. En la bibliografía y en las referencias se mencionan algunas publicaciones con información más detallada.

1. Requisitos y recomendaciones administrativas y de construcción

Licencia, permiso de construcción o enterar a la autoridad

Entre otros requisitos administrativos, el primer paso para construir una vivienda, regularmente, es tramitar una licencia o permiso de construcción ante las autoridades municipales, para lo cual es necesario contar con planos y memoria de cálculo, elaborados por un arquitecto o ingeniero.

En caso de formar parte de un programa de apoyo para construcción de vivienda, se recomienda acercarse a la autoridad municipal e informar sobre las características de la edificación y presentar, al menos, la siguiente información:

- Ubicación de la edificación; se debe preguntar a la autoridad correspondiente sobre la pertinencia de construir en el sitio seleccionado y, de ser posible, solicitar un oficio que incluya la respuesta.

- Dibujo de la vivienda que muestre con claridad la ubicación de los muros, su espesor, así como los materiales y criterios que se emplearán en la construcción.
- Indicar el tipo de techo que se usará, por ejemplo, ligero, de lámina o teja, de losa de concreto maciza o de vigueta y bovedilla.

Revisión de las condiciones del entorno

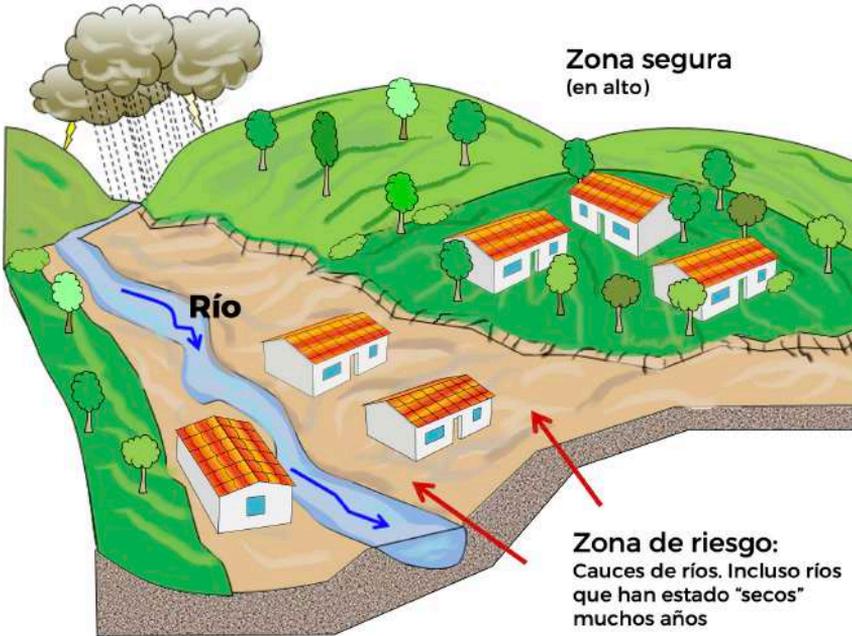
Es muy importante considerar que construir sin asesoría hace que la responsabilidad sobre la seguridad estructural de la vivienda quede en manos del propietario, junto con la autoridad a la que informó sobre su construcción y que otorgó el permiso. En ese sentido, además de la respuesta de las autoridades consultadas sobre la pertinencia para construir en el sitio seleccionado, se recomienda hacer una revisión para identificar los siguientes elementos de riesgo y evitar construir en los tipos de terreno señalados:

- Cañadas, barrancas o cañones que puedan tener erosión por lluvias intensas.
- Sitios expuestos a inundación o a corrientes de agua.
- Predios con suelos agrietados, fracturas o con relleno colocados sin control.
- En el hombro o al pie de una ladera, se debe verificar si hay riesgo de deslizamiento.

En caso de riesgo, sólo se podrá construir si un ingeniero especialista dictamina que es posible su reducción.

a) Inundaciones

Este fenómeno puede ser causado por lluvias torrenciales o desbordamientos de ríos, canales, presas u otros cuerpos de agua, cuando se rebasa la capacidad de conducción en los ríos y canales, o bien, la del sistema de drenaje urbano.



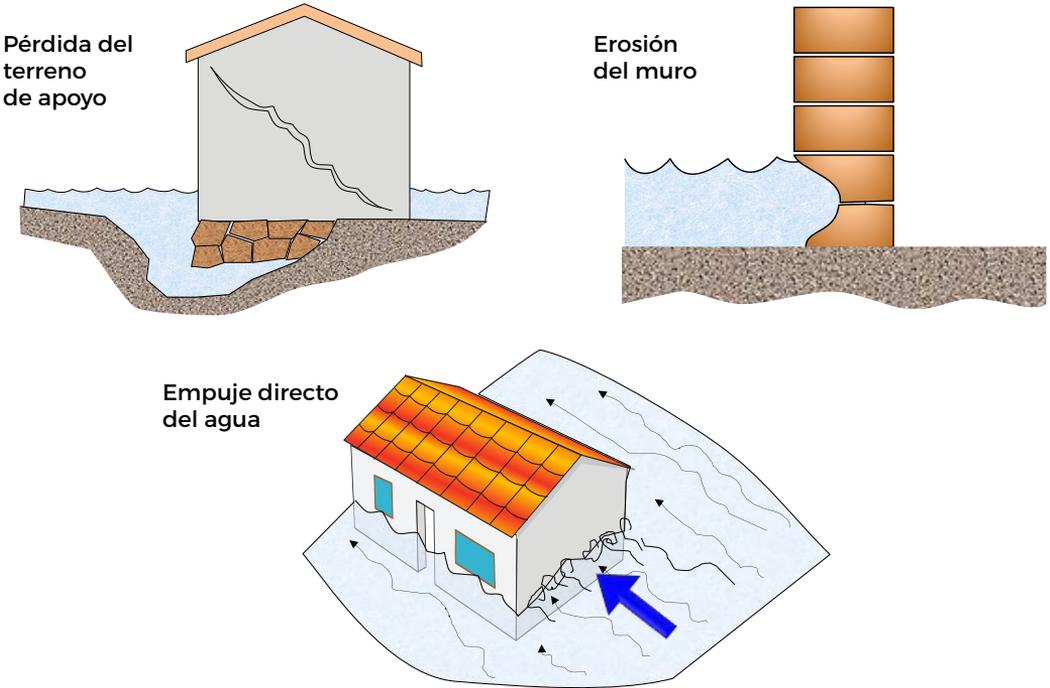
Una inundación también puede causar deterioro y debilitamiento de los materiales, si existe humedad constante del terreno, aunque el agua no entre a la vivienda.

La forma más eficiente de evitar el daño por inundación es construir la vivienda lejos de las zonas de peligro.



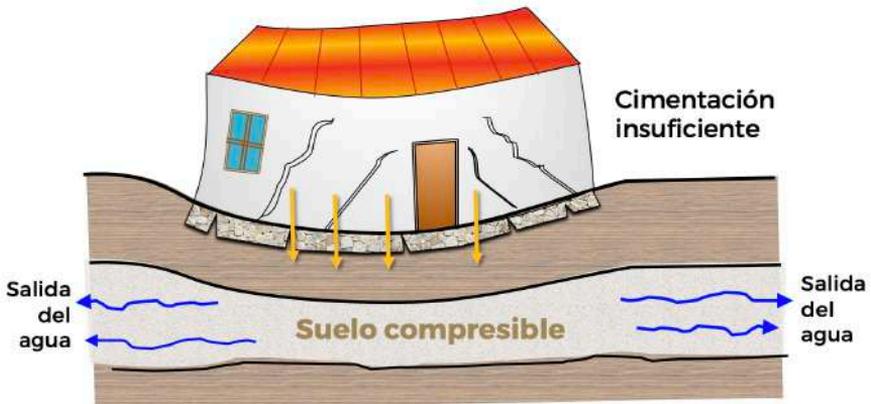
Zona de inundación

Si la corriente es muy fuerte, puede erosionar el terreno de cimentación, el material de los muros o hacer que el agua empuje directamente la vivienda.

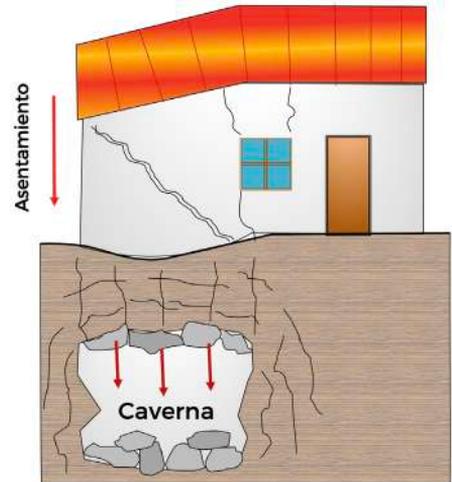


b) Hundimientos del terreno

Los hundimientos son causados por condiciones del terreno o de cimentación inadecuadas. Este problema generalmente se presenta en terrenos blandos, donde el peso concentrado de la construcción deforma el suelo con el paso del tiempo (meses o años).



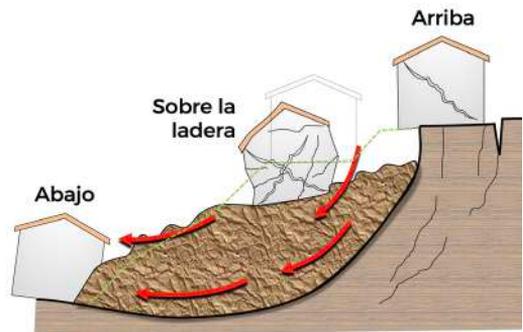
Se pueden presentar en terreno “firme” cuando hay huecos o cavernas bajo la construcción, ya sea naturales o hechos por actividades humanas.



c) Deslizamiento de laderas de cerros

Se produce cuando un terreno inclinado se vuelve inestable por:

- Un sismo
- Lluvias
- Sobre peso de construcciones.



A gran escala pueblos enteros son sepultados; a pequeña escala la cercanía a un borde o corte puede causar daños por caída de escombros y rocas. El único medio para garantizar la seguridad es no construir en zonas de riesgo.



d) Terrenos muy inclinados

Si el terreno está muy inclinado, un arquitecto o un ingeniero civil debe determinar si es posible construir la vivienda sin riesgo, diseñar el sistema de agua y drenaje, así como planear las excavaciones, los rellenos o los muros de contención de tierra, si se necesitan. El arquitecto podrá diseñar la mejor distribución de la casa.

La inclinación se mide como la “pendiente” del terreno. Para obtenerla entre los puntos 1 y 2 de la figura, un arquitecto, un ingeniero o un albañil experto debe medir la distancia horizontal y la vertical.

Se divide la altura (b) entre la distancia horizontal (a) y se multiplica por 100.

$$\text{pendiente} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

Por ejemplo: si a = 25 m y b = 3.5 m, entonces:
pendiente = (3.5/25) x 100 = 14%



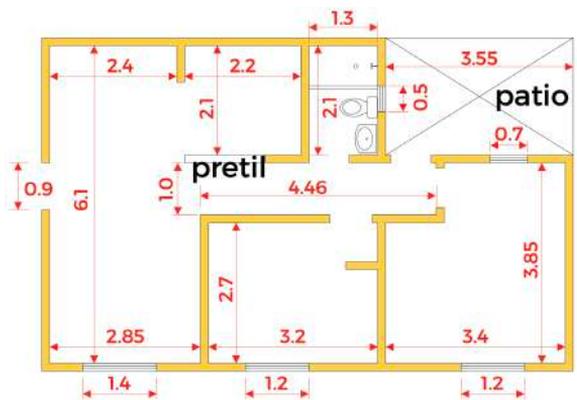
Se recomienda construir en terrenos horizontales o con pendientes menores a 10 %. Si es mayor a 20 %, un ingeniero o arquitecto debe revisar el proyecto.

2. Proyecto de construcción

Distribución de espacios

En primer lugar, se debe contar con la planificación de espacios y la función que cumplirán para la vida de la familia, así como tomar en cuenta el ancho de los muros (puede ser de 15 cm). Durante el desarrollo del proyecto es básica la participación del beneficiario.

- El tamaño de puertas y pasillos: puertas de 90 cm, pasillo y escalera de 90 cm mínimo.
- Una ventana tiene 1.2 m de ancho generalmente.
- Todas las habitaciones deben tener ventanas al exterior o a un patio; también deben contar con ventilación e iluminación adecuadas.
- Tener, al menos, un baño, una recámara, cocina, estancia-comedor.
- El baño tendrá excusado, lavabo y regadera, así como instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Para pasar a una recámara no se debe atravesar por otra. Lo mejor es que desde una estancia se llegue a todas las recámaras, a la cocina y al baño.
- Si es una casa de dos pisos, es muy importante ubicar la escalera correctamente, además de que cuente con el diseñado adecuado.



Las medidas están marcadas en metros

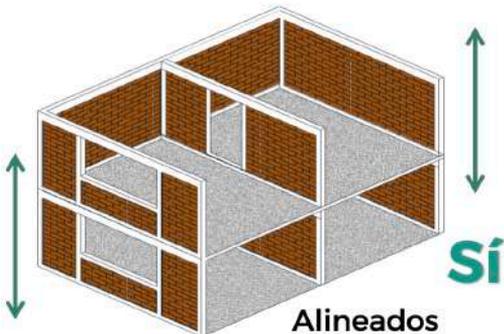
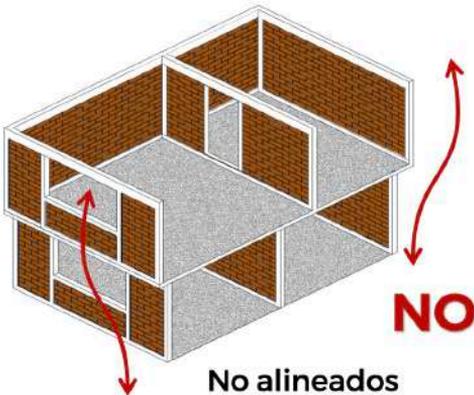
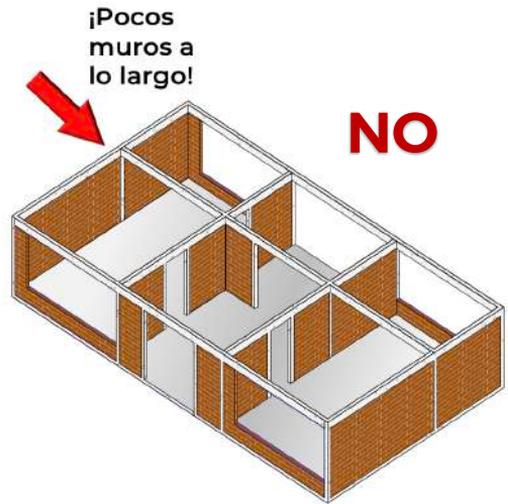
Distribución correcta de muros y losas (elementos estructurales)

a) Muros

Una vivienda segura debe contar con una cantidad suficiente de muros a lo largo y a lo ancho de la edificación. De esta forma, cuando ocurra un sismo los muros resistirán las fuerzas extraordinarias que se produzcan en todas direcciones.

La falta de muros en una dirección debilita la vivienda de manera que, si ocurre un temblor, **¡tendrá riesgo de colapsarse!**

En una casa de varios niveles todos los muros deben estar alineados, los de arriba se deben apoyar directamente sobre los muros de abajo. Si no se cumple con esto, la vivienda corre riesgo de sufrir daños.



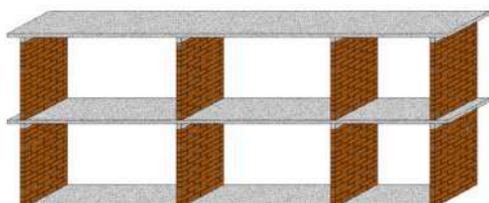
b) Losas

La losa debe ser continua y tener el mismo espesor, sin huecos muy grandes; es decir, los huecos no deben ocupar más de la quinta parte de su área total. La losa debe estar armada con barras de refuerzo de acero estructural, amarradas a castillos y dalas, como se indique en el plano.

Las losas no deben estar a diferentes niveles ya que, si esto ocurre, la vivienda corre más riesgo de daño severo ante un sismo.

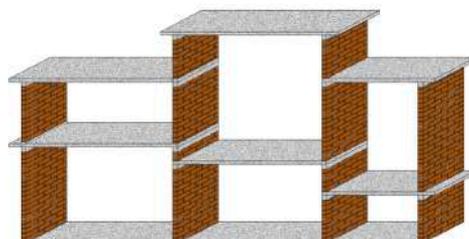
SÍ

Losas alineadas



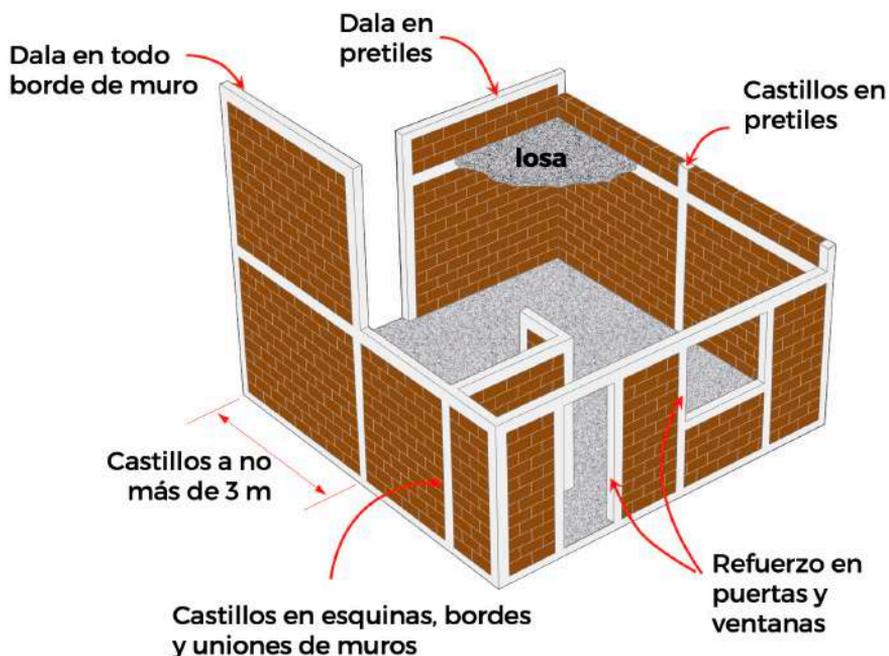
NO

Losas no alineadas



c) Ubicación de los castillos y dalas

Los castillos se colocan donde se cruzan varios muros, en esquinas, en muros de más de tres metros de largo y alrededor de puertas y ventanas. En cuanto a las dalas, se colocarán en las partes inferior y superior de un muro, sin tener una separación superior a tres metros.

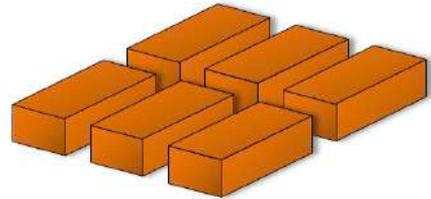
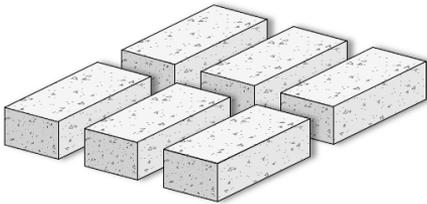


Piezas de mampostería comunes

La calidad de los materiales de construcción es lo más importante para asegurar la resistencia de la casa y lograr que soporte todo el peso del edificio y las cargas de sismo y viento. No hay que escoger las piezas más baratas, sino las de buena calidad.

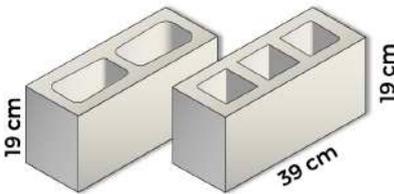
Se aconseja usar piezas macizas en zona sísmica. Aunque normalmente son hechas a mano y no tienen mucha resistencia, con castillos y dalas se logra una resistencia adecuada. También hay piezas huecas de buena calidad, que hacen fabricantes industriales.

Macizas

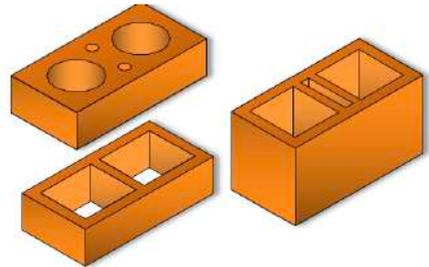


Tabicón cemento-arena
o tabique de arcilla (tabique rojo)

Huecas

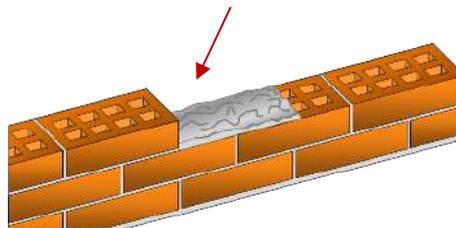


Bloques huecos de concreto



Tabiques huecos

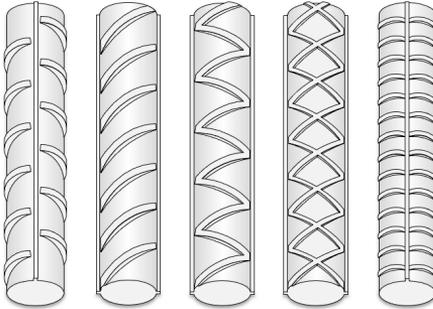
Capa de mortero



Si usas piezas macizas o multiperforadas TODA la superficie del tabique debe cubrirse con mortero.

Acero de refuerzo

Para reforzar zapatas, contratraveses y vigas de concreto, así como los castillos y dalas, se deben usar barras de refuerzo de acero corrugado (llamadas varillas); las hay de varios tamaños y se miden por su diámetro. Se recomienda usar las que tienen resistencia a la fluencia (f_y) de 4200 kg/cm².



Octavos de pulgada

#3 = 3/8" (0.95 cm)

#4 = 1/2" (1.27 cm)

#5 = 5/8" (1.59 cm)

#6 = 3/4" (1.9 cm)

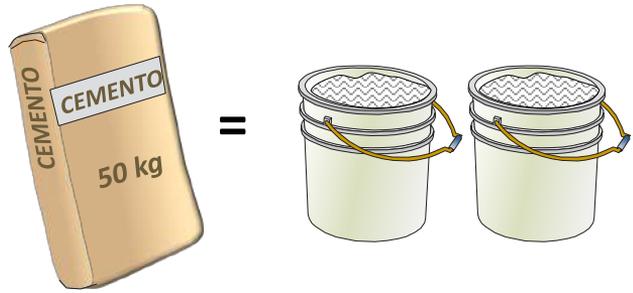
Barras de acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm²

Dosificaciones para preparación del concreto

Usa la siguiente dosificación de concreto para firmes, zapatas, castillos, dalas y losas.

Materiales	Dosificación de concreto por bulto de 50 kg			
	$f_c'=100$ kg/cm ²	$f_c'=150$	$f_c'=200$	$f_c'=250$
	Pisos y firmes pobres	Dalas y castillos	Zapatas y losas	Columnas
Cemento (bulto 50 k)	1	1	1	1
Arena (bote 19 litros)	6	5½	4	3½
Grava (bote 19 litros)	7	6	5	4½
Agua (bote 19 litros)	2½	2½	2	1½

Recuerda que un bulto de cemento de 50 kg alcanza para llenar dos botes de 19 litros



Ejemplo de concreto para zapatas y losas

1 un bulto de cemento gris

+

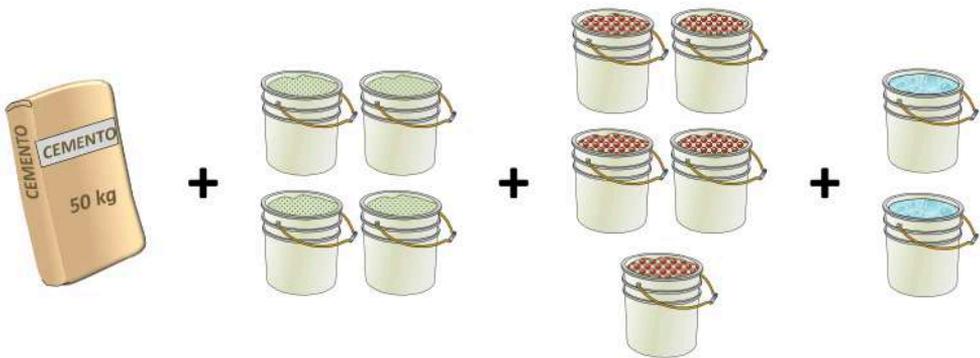
4 botes de arena

+

5 botes de grava

+

2 botes de agua



Materiales de construcción. Preparación de mortero para muros

Mortero con cemento y cal

Tipo de mortero	Partes de cemento	Partes de cal	Partes de arena	Uso recomendado
I	1	0 a 1/4	3	Muros en zona sísmica
II	1	0 a 1/2	4 1/2	Muros
III	1	1	6	Aplanados y pretilas

Ejemplo de mezcla de mortero tipo I = (1:1/4:3)



Mortero con cemento gris y cemento de albañilería (lo venden como bulto de "mortero")

Tipo de mortero	Partes de cemento	Partes de cemento de albañilería	Partes de arena
I	1	1/2	3
II	1	1	4 1/2

Los muros también se pueden construir con mortero, preferentemente tipo I en zona de alta sismicidad.

La mezcla debe prepararse en un recipiente de material no absorbente (se le llama artesa). No se debe mezclar sobre tierra ni tablas de madera.



artesa

Concreto

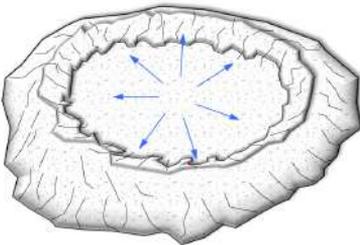
El concreto es la mezcla de cemento con grava, arena y agua. Adquiere resistencia cuando se seca y endurece (fraguado). Necesita cuatro semanas (28 días de fraguado) para llegar a su resistencia de trabajo. La resistencia de compresión mínima (f_c') deberá ser 200 kg/cm².

Para hacer concreto no se debe usar grava de tezontle ni piedra de río (piedras redondeadas). Se debe emplear grava producto de la trituración de rocas; se puede comprar en casas de materiales.

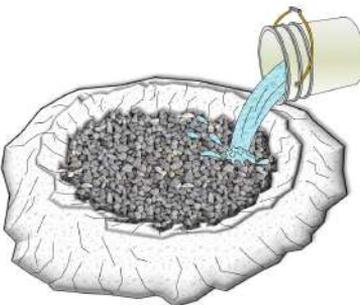
Se le debe poner sólo el agua necesaria, pues a mayor cantidad de agua menor resistencia y duración del concreto.

Hay que vibrar o varillar el concreto cuando se esté colocando (colando).

Preparación de la mezcla de arena y cemento



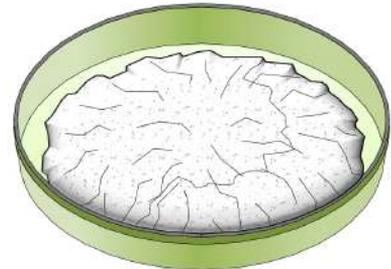
Se coloca la grava en la parte central, se echa agua y se empieza el proceso de mezclado



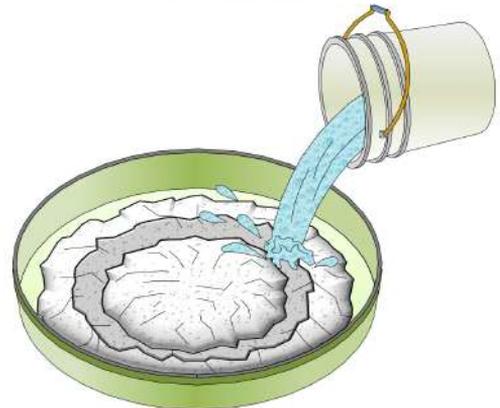
Mortero

Es la mezcla de cemento y arena, sin grava; puede llevar un poco de cal para hacer más manejable el mortero. Se usa para pegar tabiques o bloques o para aplanados y recubrimientos.

Mezcla de arena y mortero en la artesa



Se echa agua y se empieza el proceso de mezclado

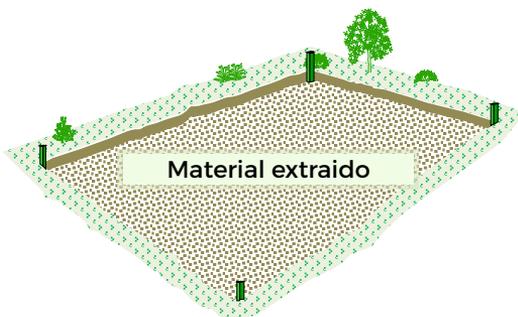
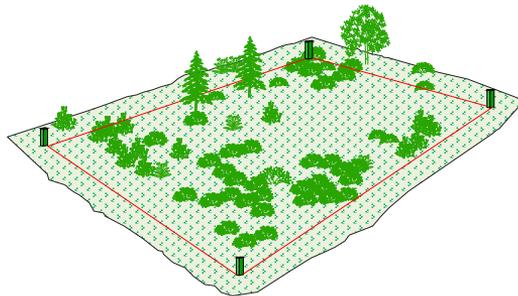


3. Preparación del terreno

Es muy importante marcar los límites del predio y no rebasarlos, lo normal es que la autoridad municipal se encargue de marcar este deslinde, para lo cual cuenta con personal que se encarga de medir con precisión los terrenos. Se debe dejar una separación mínima de 10 cm con las paredes del vecino o 5 cm respecto al límite del terreno. Además, no se deben compartir paredes ni ningún otro elemento de liga estructural entre predios vecinos de distintos propietarios.

Antes de iniciar la construcción es necesario limpiar y nivelar el terreno, quitar todo tipo de escombros, rocas y plantas. Para cortar árboles, se debe tramitar un permiso ante las autoridades municipales. Hay que retirar completamente la primera capa de tierra hasta 20 cm de profundidad y sacar raíces de plantas y arbustos. Si se hará losa de cimentación se deben retirar de 50 cm o hasta la profundidad donde se identifique terreno sano, para evitar problemas de hundimientos y grietas en los muros.

Una vez limpio el terreno, se deberá mejorar el suelo donde se apoyará la cimentación: compactar el fondo de la excavación con un pisón de mano, agregar grava o tezontle y arena, compactar nuevamente y colocar varias capas de tepetate de 20 cm de espesor o menos, y compactar. Si son cimientos se debe compactar el fondo de las zanjas.



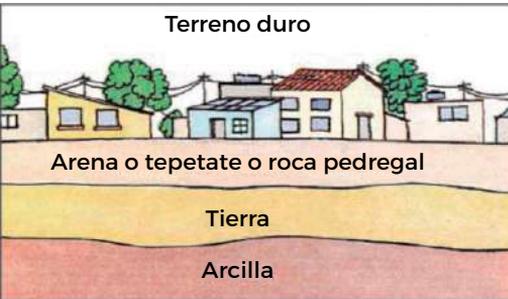
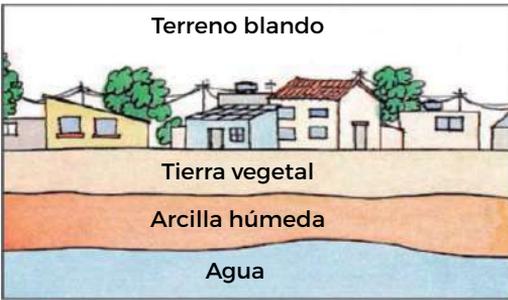
4. Suelo y cimentación

Según sus capas inferiores, el suelo puede clasificarse en duro, intermedio o blando. El terreno blando, por lo general, es de arcilla o barro muy suave; es húmedo y por lo tanto se puede encontrar agua a muy poca profundidad. Para reconocerlo se puede emplear una pala: si penetra el terreno fácilmente a mano o con una ligera presión, el suelo es blando. Existen también suelos arenosos muy sueltos y saturados de agua.



Blando

Fácil de excavar con pala



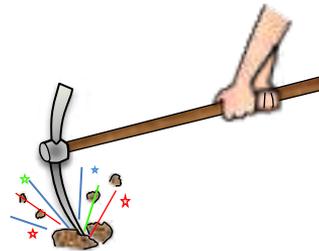
Ilustraciones del *Manual de Autoconstrucción* CEMEX, con autorización de los editores.

En el suelo intermedio es necesario aflojar la tierra con zapapico. El terreno duro se reconoce cuando un zapapico tiene dificultades para penetrar si se le clava. El material que abunda en terreno duro puede ser arena compactada, tepetate o roca.



Intermedio

Requiere pico

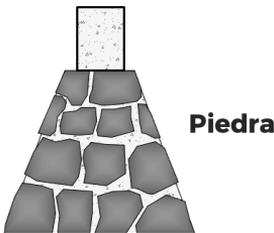


Duro

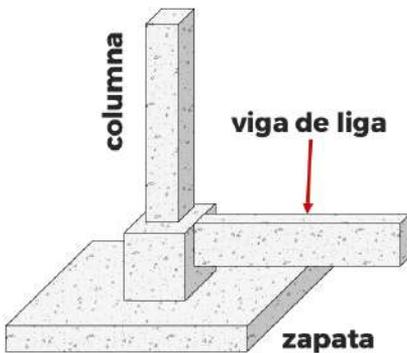
El pico entra con dificultad

Por lo regular para un proyecto de vivienda de uno o dos niveles, el tipo de cimentación será como se sugiere en cada caso:

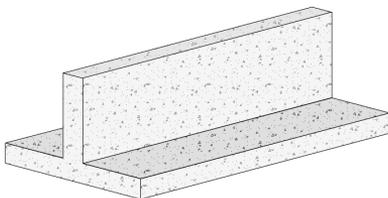
- **Zapatas corridas de piedra** en terrenos duros o intermedios.



- **Zapatas aisladas** bajo columnas. Utilizadas preferentemente en suelo duro; deberán contar con vigas de liga.

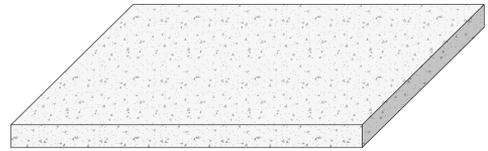


- **Zapata corrida de concreto** para terrenos con suelo intermedio a blando.



Zapata corrida

- **Losa de cimentación** para suelos blandos o de arena suelta, de poca resistencia.



Losa de cimentación

Trazo de la cimentación y características generales

La cimentación es el conjunto de elementos de carga (vigas, zapatas y losas) sobre los que se apoya una vivienda. Permite distribuir el peso de la edificación hacia el suelo, de modo que no se rebase su resistencia ni se hunda. Para cumplir con su propósito, una buena cimentación debe cubrir los siguientes requisitos:

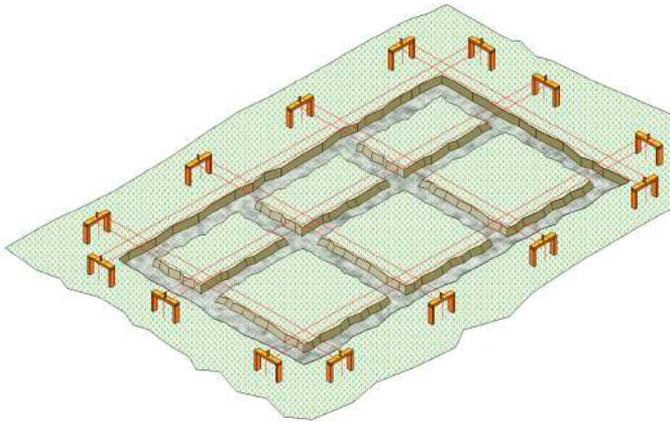
- Ser bastante fuerte para no agrietarse y evitar asentamientos; adaptarse a posibles movimientos del terreno.
- Ser más ancha cuando esté sobre un suelo blando que cuando se construya en un suelo firme.

Para la mayoría de las edificaciones de uno y dos niveles se tendrá una losa de piso, que puede ser usada también como losa de cimentación. Esta losa debe tener el mismo espesor en todo su largo y ancho y no deberá tener huecos.

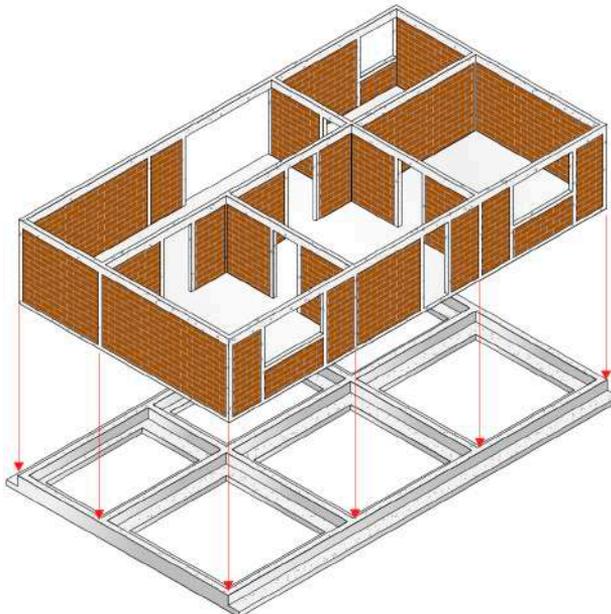
Antes de construir la cimentación, se debe trazar en su posición definitiva sobre el terreno, para lo cual se hacen las siguientes recomendaciones:

- En el caso de las cimentaciones con base de losa, se recomienda la existencia de un dentellón o escantillón en el borde y debajo de cada muro, para reforzar la losa y lograr una mejor distribución de esfuerzos hacia el suelo, y evitar así posibles hundimientos locales o penetración de la losa.
- Una vez trazada la cimentación, se deben excavar las zanjas para los dentellones o para las zapatas corridas, así como excavar y colocar drenaje e instalaciones.

Delimitación y excavación



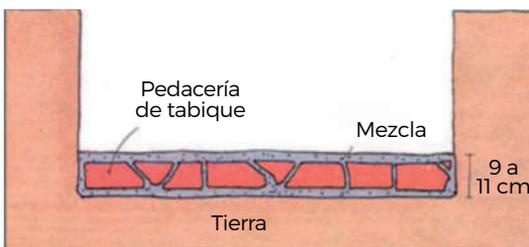
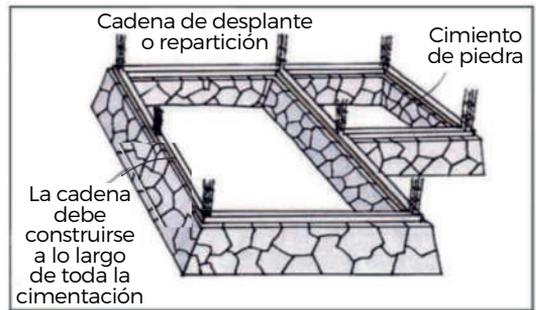
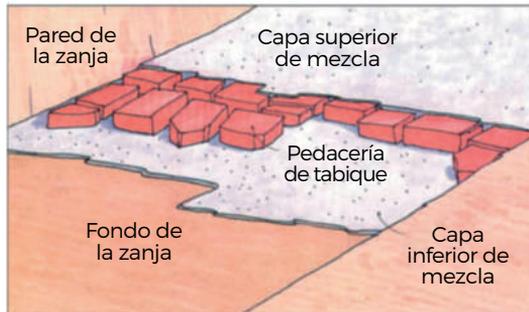
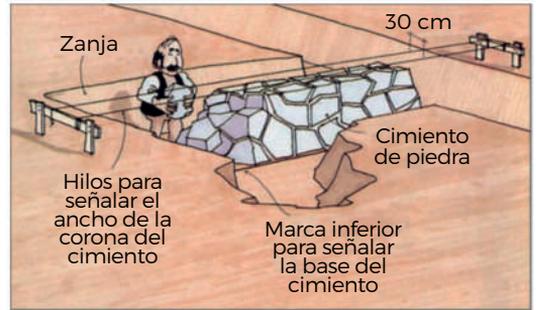
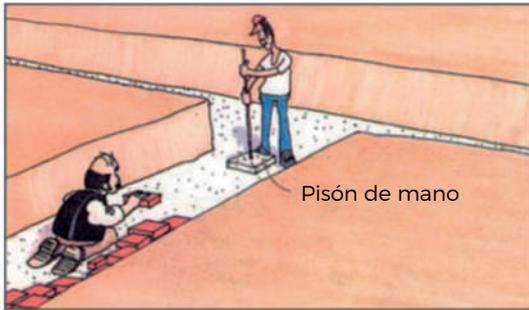
Correcta ubicación de la cimentación



Cimentación de mampostería de piedra

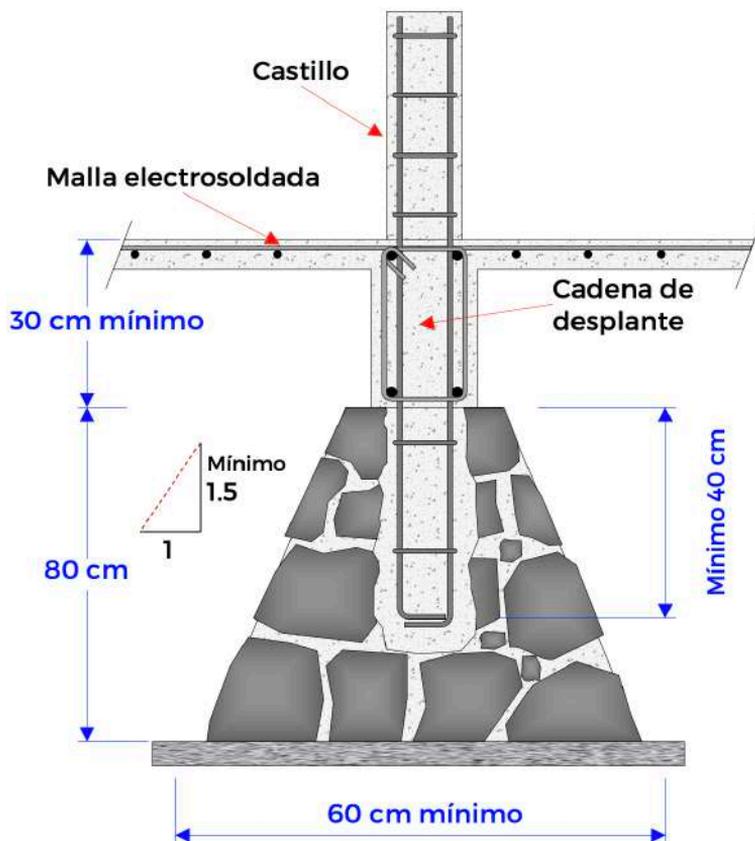
Es más económico hacer zapatas corridas de piedra si en la zona se consigue piedra y el terreno es duro o medio. El proceso de construcción es como sigue:

- Excavar una zanja 5 cm más profunda de lo necesario y verificar la profundidad y el nivel.
- Aplanar con pisón de mano el fondo de la zanja.
- En el fondo colar una plantilla o capa de concreto pobre. Como opción se puede colocar pedacería de tabique entre dos capas de mezcla de mortero.



Ilustraciones del *Manual de Autoconstrucción CEMEX*, con autorización de los editores.

- Si hay mucha humedad en la zona se puede poner una capa de plástico y sobre ésta construir el cimiento; el plástico puede envolver las paredes del cimiento.
- Finalmente se va levantando la zapata en forma de trapecio dejando ancladas las barras de refuerzo de los castillos dentro del cimiento.
- El ancho en la base de la zapata será de 60 cm para una vivienda de un nivel y de 110 cm para una de dos pisos; la profundidad será de 80 cm o a menor profundidad si se encuentra suelo muy compacto o roca.
- Las piedras serán pegadas con mortero y se colocarán cuatrapeadas.
- En la parte superior de la zapata se construye una cadena de desplante que servirá para ligar todos los elementos de la cimentación. Debe cuidarse la colocación de cimbra para el colado de la cadena.



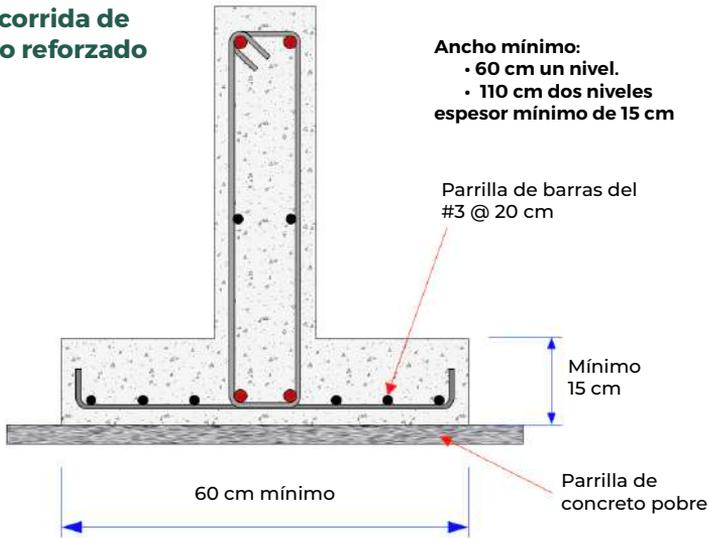
Cimentación de concreto reforzado (zapatas)

Se pueden usar zapatas de concreto reforzado. Aunque son más caras que las de piedra, son mejores en suelos blandos y donde no se consigue piedra.

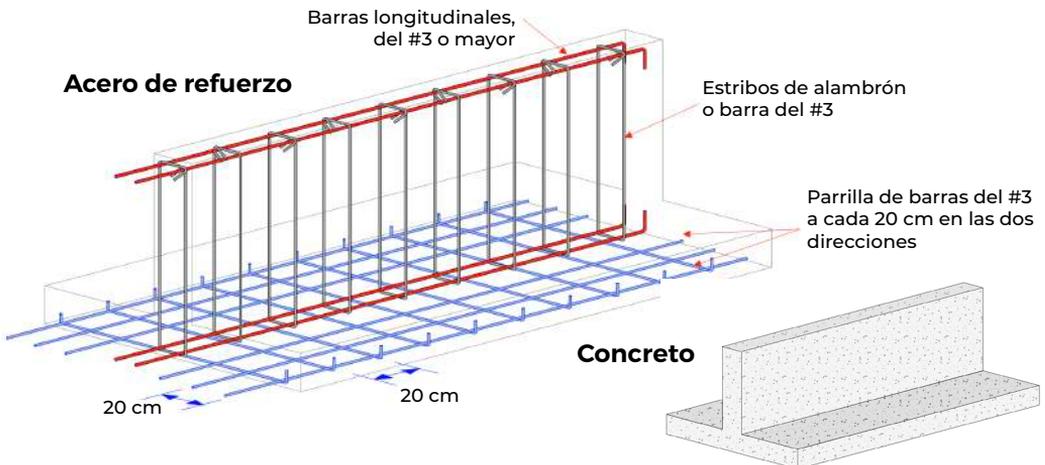
La zapata corrida lleva una losa en el fondo y una viga a lo largo que se llama contratrabe. La losa se arma con una parrilla de barras y la viga se refuerza con barras a lo largo y con estribos.

- Se debe colocar una capa de concreto pobre en el fondo de la zanja excavada, donde se construirá la zapata.
- Se corta, dobla y amarra el acero de refuerzo de la losa. Para el acero de refuerzo se recomienda usar barras del número 3 (#3) y alambrión para los estribos de la contratrabe. Se coloca el cajón de madera o cimbra.
- Primero se cuela la losa inferior. Al otro día se coloca la cimbra para la contratrabe y se cuela.
- Después de retirar la cimbra, una vez fraguado el concreto, la zanja se rellena, se compacta con un pisón y se hace el firme para el piso de la planta baja.

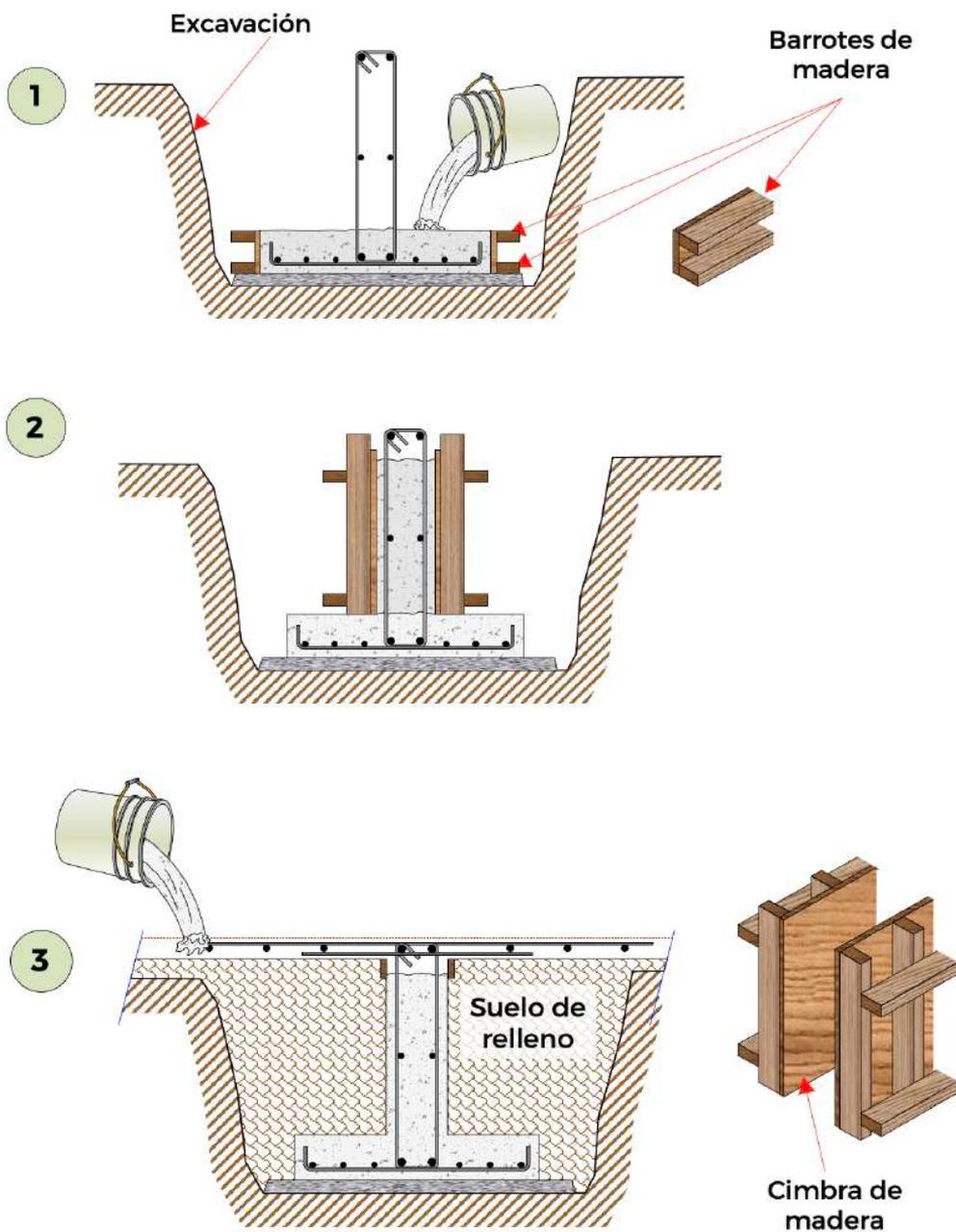
Zapata corrida de concreto reforzado



Cimentación de concreto reforzado

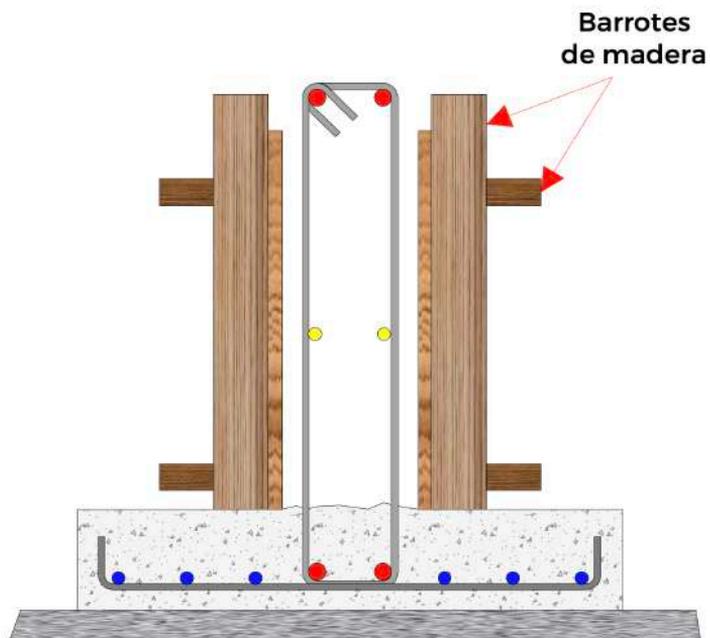
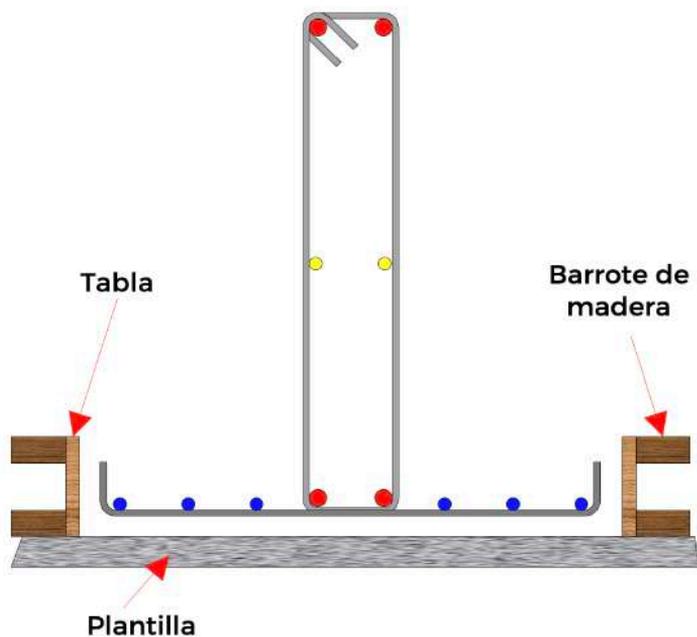


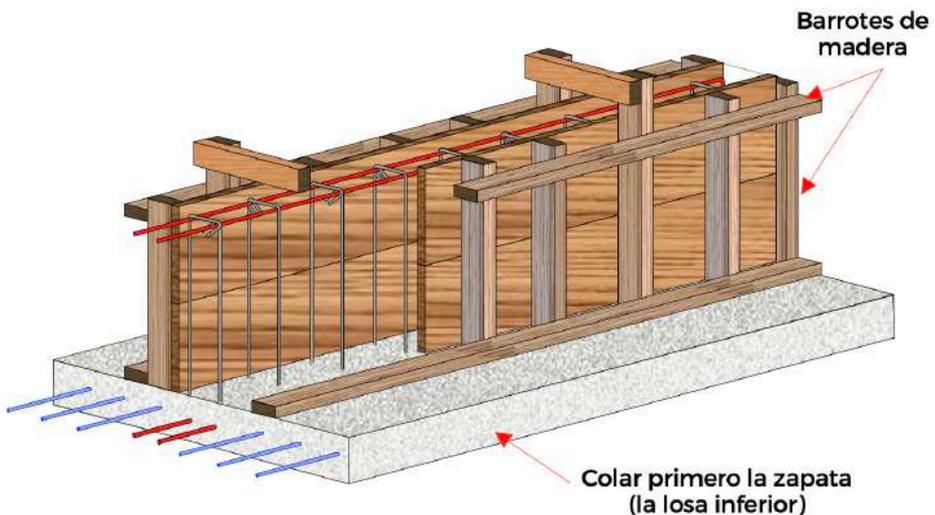
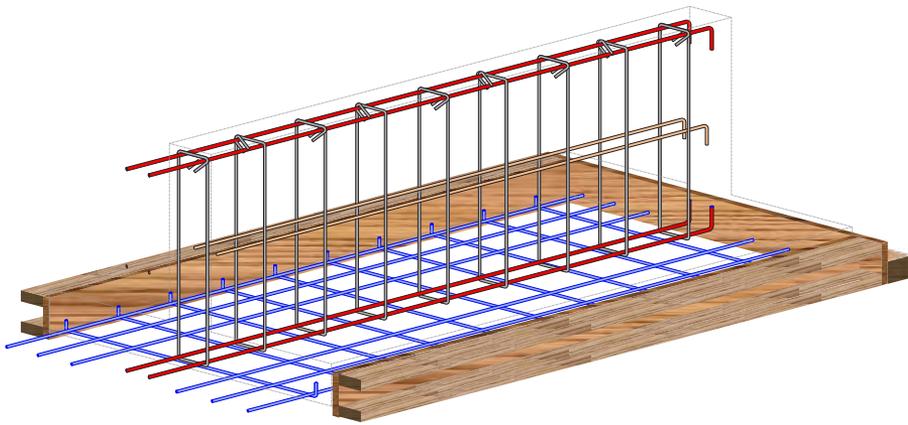
Contratrabe



Cimentación de concreto reforzado

Cimbra para colar la cimentación

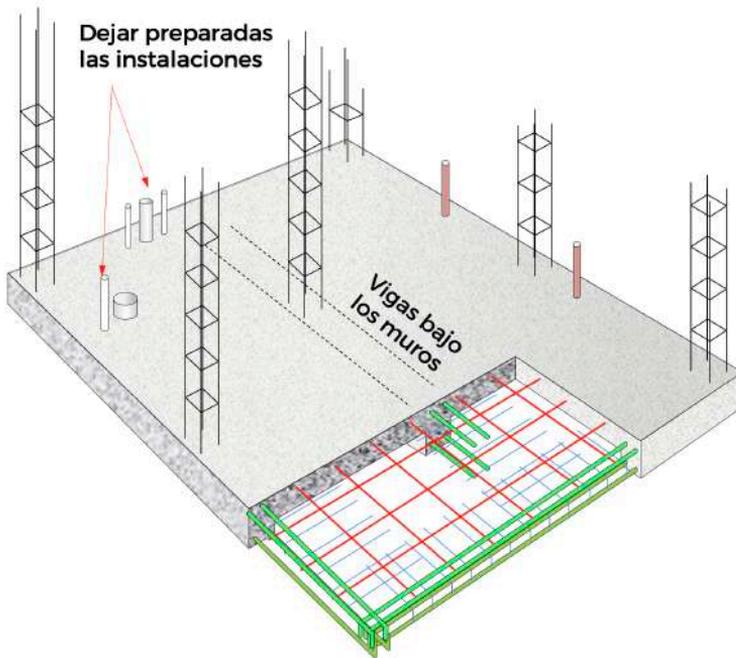




Cimentación de concreto reforzado (losa de cimentación)

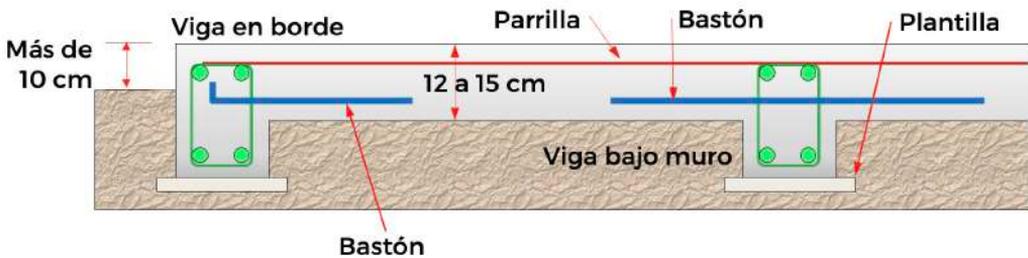
En lugar de zapatas se hace una losa de concreto apoyada directamente sobre el terreno. Se emplea cuando el terreno es muy blando y no es suficiente con el área de las zapatas. Se debe cumplir:

- Tener de 12 a 15 cm de espesor.
- Si el terreno es lodoso hay que reemplazarlo, como se explicó en la sección "preparación del terreno".
- El armado se pone al revés de las losas normales: ¡la parrilla arriba y los bastones abajo!
- Debe llevar vigas en el borde y bajo los muros con un mínimo de 15×25 cm (se llaman dentellones).
- Las barras de los castillos deben salir del fondo de las vigas de borde.
- No hay que olvidar colocar los tubos de drenaje, agua y electricidad antes de colar la losa.

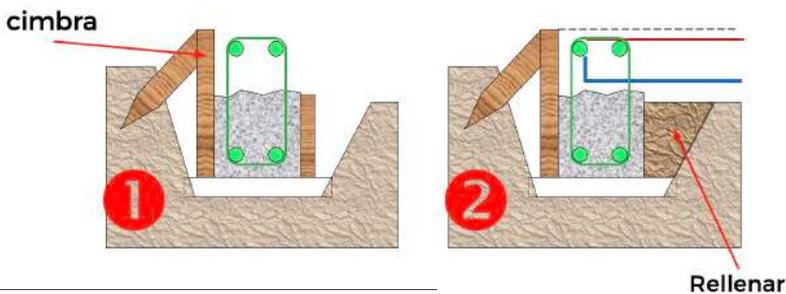


Armado de acero (ver sección "armado de losas")

- Parrilla **arriba**: #3@30¹ cm
- Bastones **abajo**: #3@15 cm o bien #4@20 cm

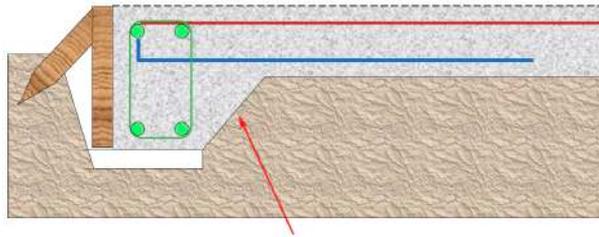


Opción 1: Primero construir las vigas hasta la mitad, luego rellenar la zanja y hacer la losa.



¹ El símbolo @ significa "a cada" o "colocado a cada".

Opción 2: Armar y colar juntas vigas y losa. El borde de la zanja debe ser inclinado.



Corte inclinado

5. Muros con refuerzo

Construcción de los castillos de refuerzo o confinamiento

Los muros se deben reforzar con castillos para dar la resistencia a la vivienda.

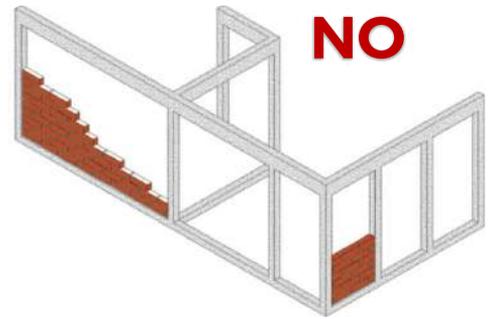
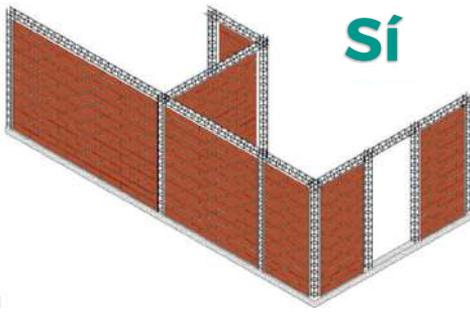


La forma correcta de construir una vivienda con base de ladrillos o bloques reforzados es la siguiente:

- Se coloca el acero de los castillos de manera previa dentro de la cimentación y se arman completamente.
- Después se construyen (se levantan) los muros.
- Luego se hace la cimbra y se cuelan los castillos.
- Se coloca el acero de refuerzo de las dalas que se unirán a la parte superior de los castillos para que, de esta forma, se integre completamente el sistema.

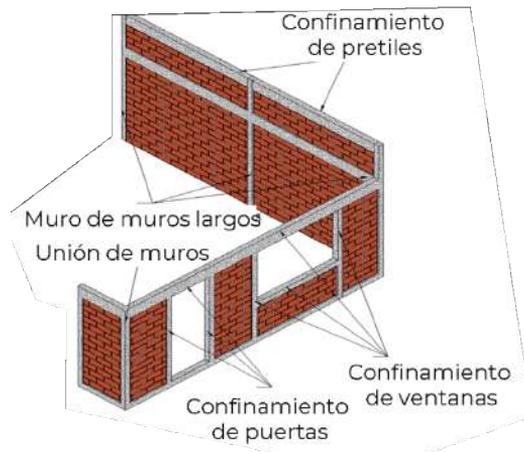
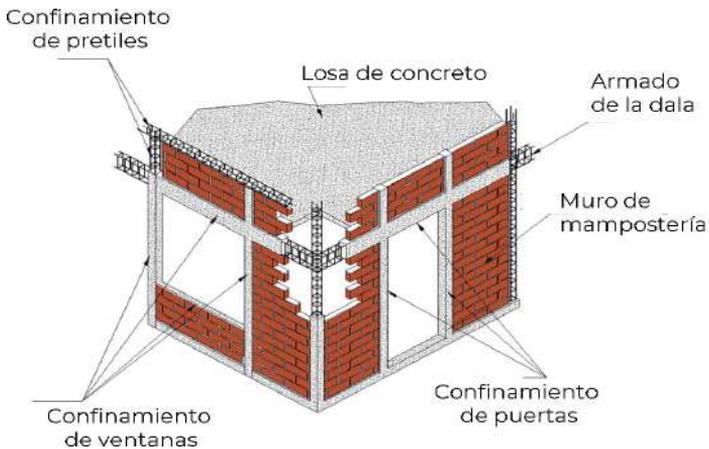
Debe cuidarse que el armado de la losa de azotea quede amarrada a dalas y castillos.

Los castillos y dalas nunca deben colarse antes de levantar los muros.



Reforzamiento de puertas y ventanas. Posición de los castillos

Todos los huecos de puertas y ventanas deben tener refuerzo a base de castillos y dadas. De la misma manera, los pretilas deben ser reforzados con castillos y, si son de más de 50 cm de altura, también se les debe construir una dala superior.



Los castillos se deben colocar en todas las uniones de muros, así como en los pretiles. También se deben colocar dadas para el correcto reforzamiento; los castillos se deben prolongar desde la planta baja.

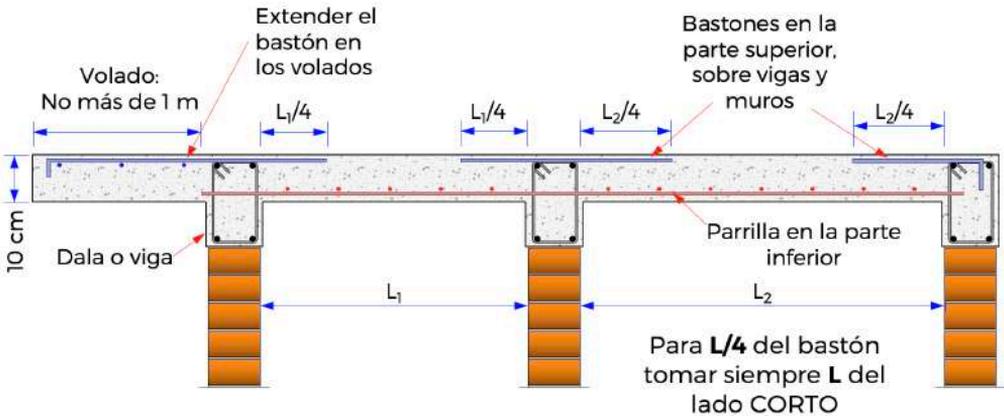
En muros largos (mayores a 3 m de longitud) se deben colocar castillos intermedios a no más de 3 m de distancia.

6. Losas de concreto reforzado

La losa es una placa horizontal hecha de concreto, que cubre espacios y se apoya en vigas, columnas y muros. Sirve de techo o del piso de la planta alta y debe soportar el peso de muebles y personas.

La losa se refuerza con una parrilla de acero en dos direcciones en la parte de abajo, pero debe quedar a 2 cm sobre la cimbra para que el recubrimiento de concreto proteja el acero.

Arriba de muros y vigas se ponen otras barras llamadas bastones. En los volados (marquesinas o balcones) hay que extender los bastones ya que en el volado el refuerzo **¡se pone por arriba!**



El espesor de la losa debe ser mínimo de 10 cm (se puede hacer de 12 cm). Se refuerza con barras (varillas) de $3/8$ de pulgada ($3/8"$), se les llama del **#3** y se separan generalmente cada **30** cm. Esto se indica así: **#3@30**.

Si la losa es muy grande, puede requerir el acero más junto, cada 25 cm o cada 20 cm, o usar barras de $1/2"$ (barras **#4**). Véase la siguiente tabla.

Lado corto, m	Lado largo, m	Espesor h, cm	Parrilla	Bastones
4	4	10	#3@30	#3@30
4	5	10	#3@25	#3@30
4	6 o más	10	#3@20	#3@30
5	5	10	#3@20	#3@30
5	6 o más	10	#3@15	#3@25
4	5 o más	10	#4@30	#4@30
5	5	10	#4@25	#4@30
4	6 o más	10	#4@25	#4@30

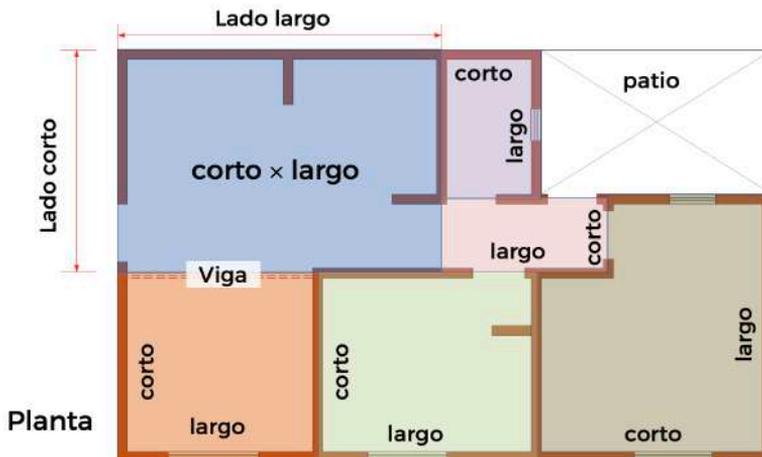
Para dimensiones de lados cortos o largo menores de 4 m, se recomienda usar losa de 10 cm de espesor (h) y parrilla de refuerzo de #3@30.v

Armado de losas de concreto

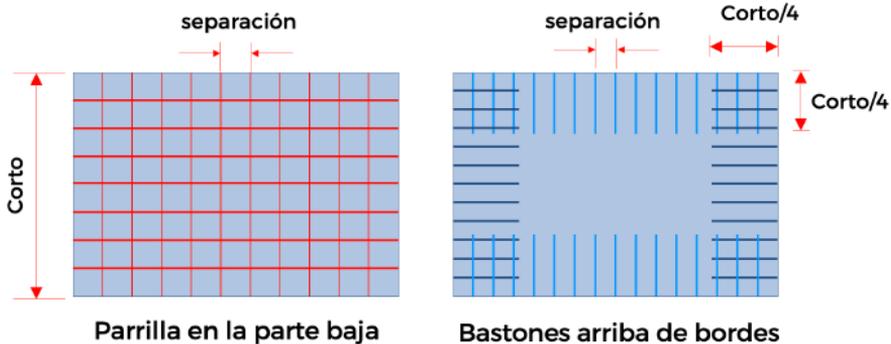
Carga de azotea con enladrillado o losa de entrepiso para la planta alta,

$$W_u = 900 \text{ kg/m}^2$$

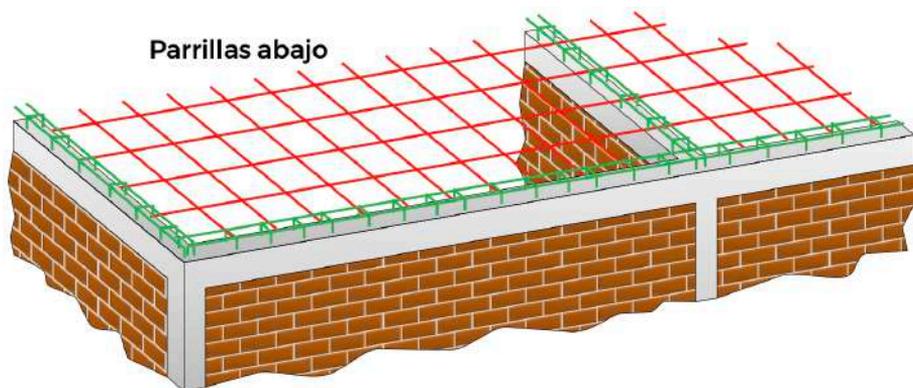
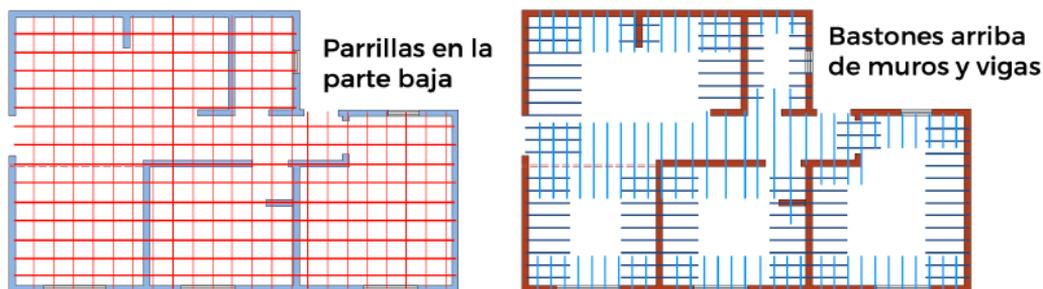
- Concreto, $f_c' = 200 \text{ kg/cm}^2$
- Barras de acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

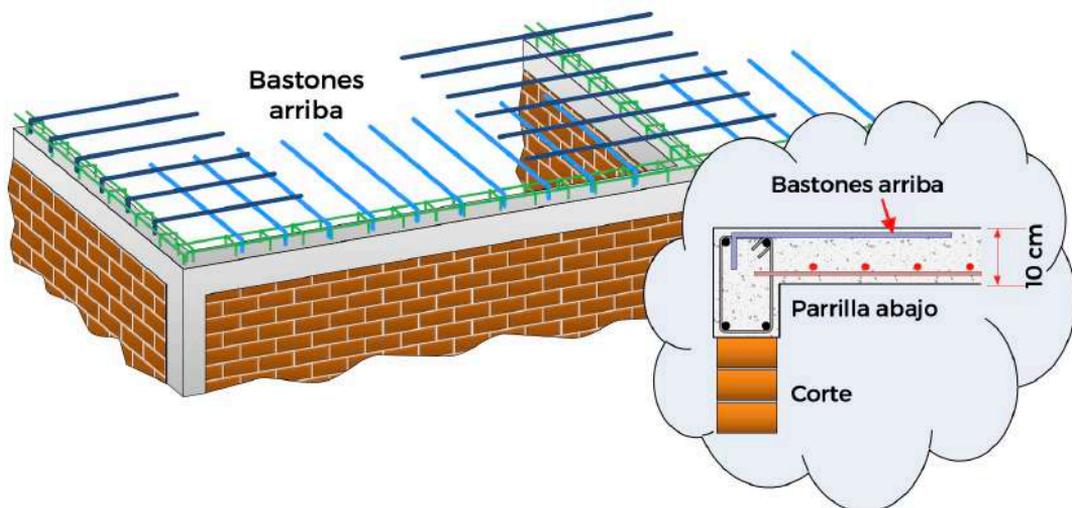


Se puede seleccionar el armado para la losa más grande y usar esa separación en las demás losas.



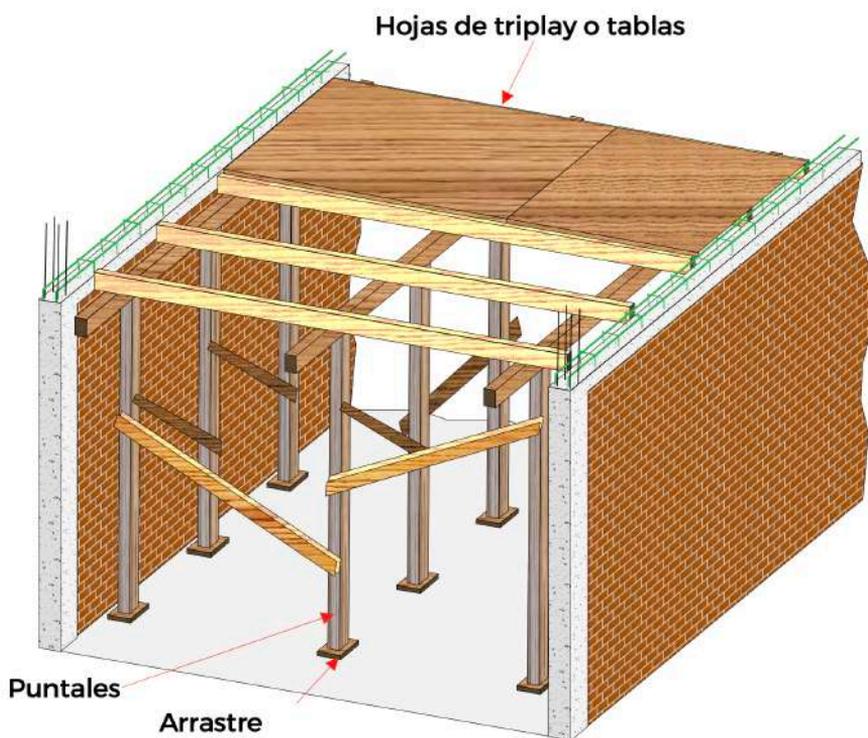
Las losas más grandes o las situaciones especiales deben ser diseñadas por un ingeniero o un arquitecto.





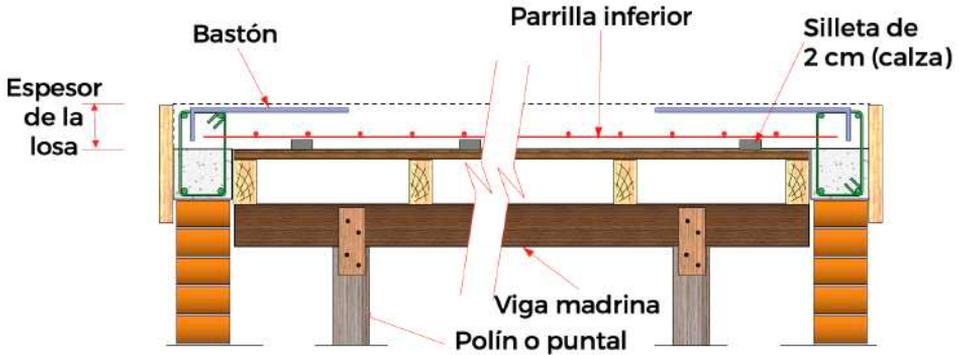
Cimbra para las losas

Usa una cimbra hecha de tarimas de madera apoyadas en vigas maderas y en puntales verticales (polines). La tarima puede ser de tablitas o bien de hojas de triplay de 19 mm, clavadas sobre barrotes de madera de 2 x 4" (aunque su medida real es de 4 x 7 cm).



Se debe colocar un puntal vertical, al menos a cada metro en una dirección y a no más de 1.5 m en la otra.

Restringe los puntales con barrotes o tablas clavadas entre ellos y un poco inclinadas.



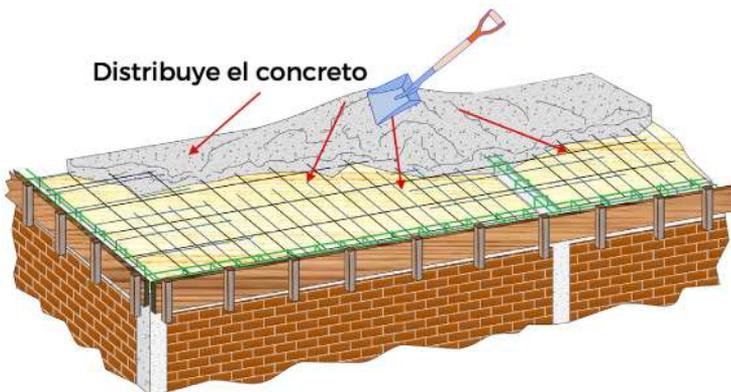
Abajo del puntal se pone un barrote o una tabla (se llama arrastre) y una cuña (un pedazo de madera en triángulo).



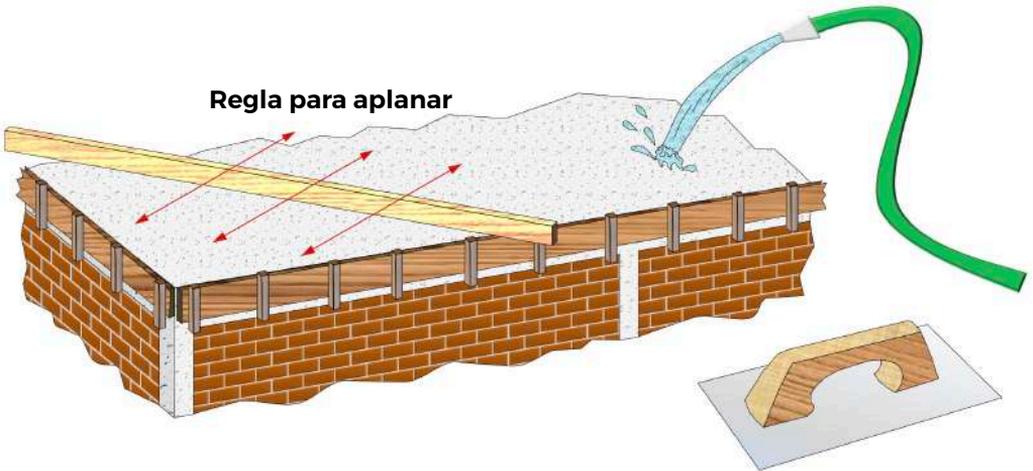
Colado de losas de concreto

El día que se va a colar la losa, se debe empezar muy temprano y conseguir mucha ayuda. Se necesita de cinco a diez personas para colar la losa de una casa. Deben estar colocadas ya las tuberías y cajas de instalaciones eléctricas, así como tuberías de agua y bajadas de drenaje.

Una vez colada la losa, hay que “curarla”, es decir, mantenerla húmeda durante al menos siete días, eso permitirá que el concreto tenga mayor calidad y se reduzcan las posibilidades de agrietamiento por cambios de temperatura en su etapa temprana.



Para que la losa quede bien plana y horizontal, se marcan niveles y se usa una regla (una tabla larga bien derecha) y una llana.



Para que la losa quede bien “curada” y tome resistencia hay que echarle agua por lo menos durante siete días.

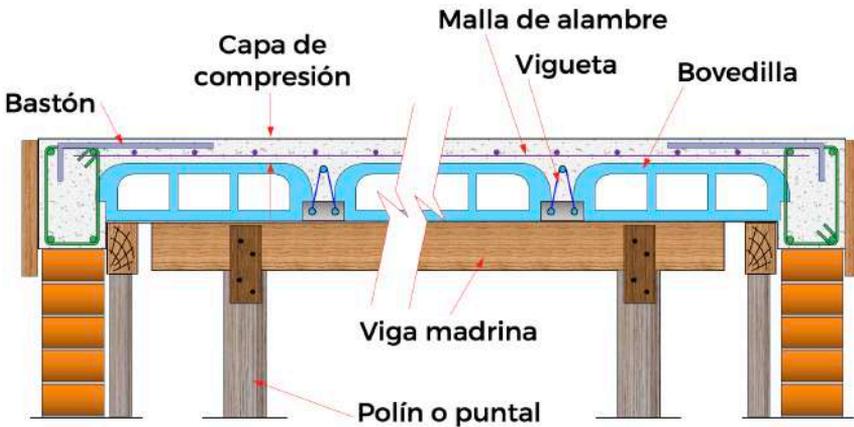
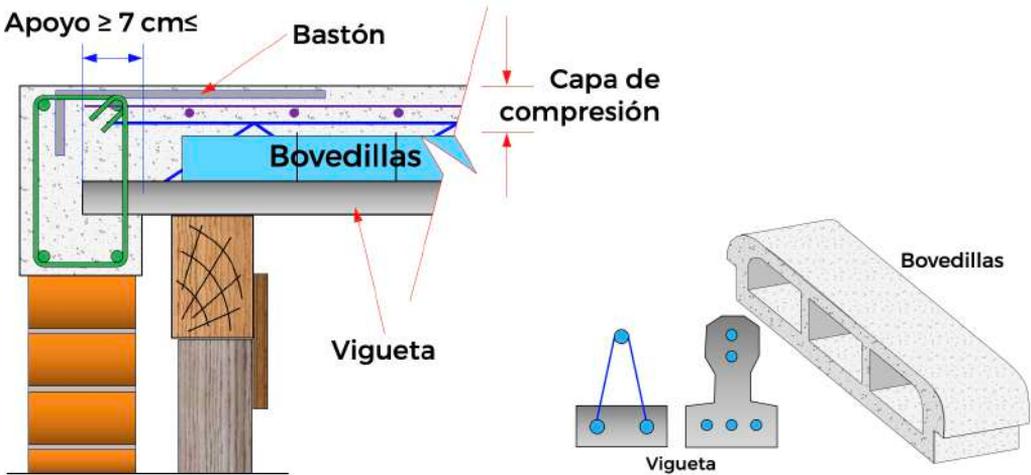
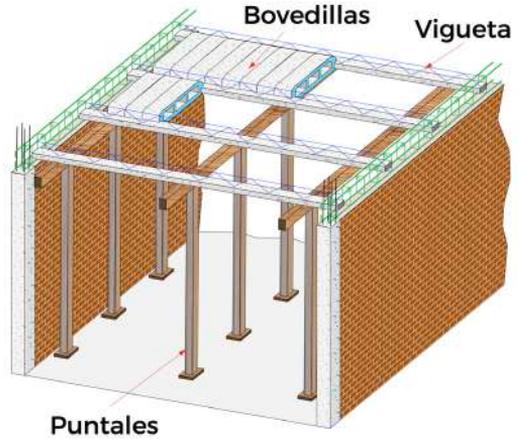
Los puntales se quitan ¡hasta 14 días después de colar!

Si se puede, hay que conseguir una revolvedora “de un saco” de cemento. Se necesitan entre siete y ocho revolturas por cada 10 m² de losa de 10 cm de espesor. Hay que calcular el material necesario.



Losas de vigueta y bovedilla

Una losa de vigueta y bovedilla está constituida por pequeñas viguetas de concreto prefabricadas, que reciben las bovedillas de concreto, de cerámica o de unicel. La bovedilla sólo sirve como cimbra para colar la losa llamada capa de compresión, armada con malla de alambre y con espesor mínimo de 5 cm. Hay que pedir al fabricante las vigas adecuadas para su longitud y separación.



Abajo se ponen puntales provisionales para soportar el peso hasta que el concreto endurezca.

Peligro por viento

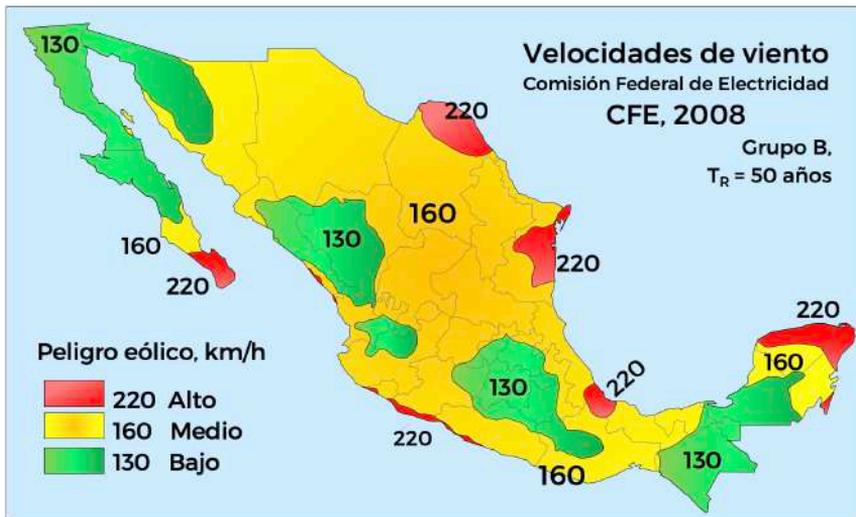
El viento es aire en movimiento, pero cuando su velocidad es muy elevada, genera fuerzas intensas al chocar con las estructuras y puede producir grandes daños.

Las partes más afectadas por el viento son los techos ligeros, ventanales, anuncios e, incluso, bardas o muros aislados.

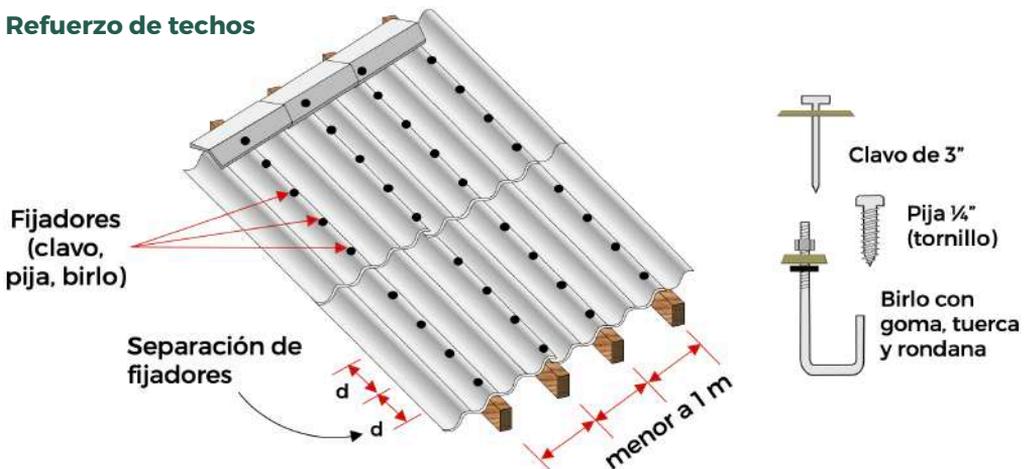
Las mayores velocidades del viento se registran durante los huracanes, en zonas costeras, pero también puede sentirse fuerte en valles y cañadas.

Hay que identificar en el mapa la zona en donde está la vivienda. Si no se puede ubicar la localidad, se debe solicitar ayuda.

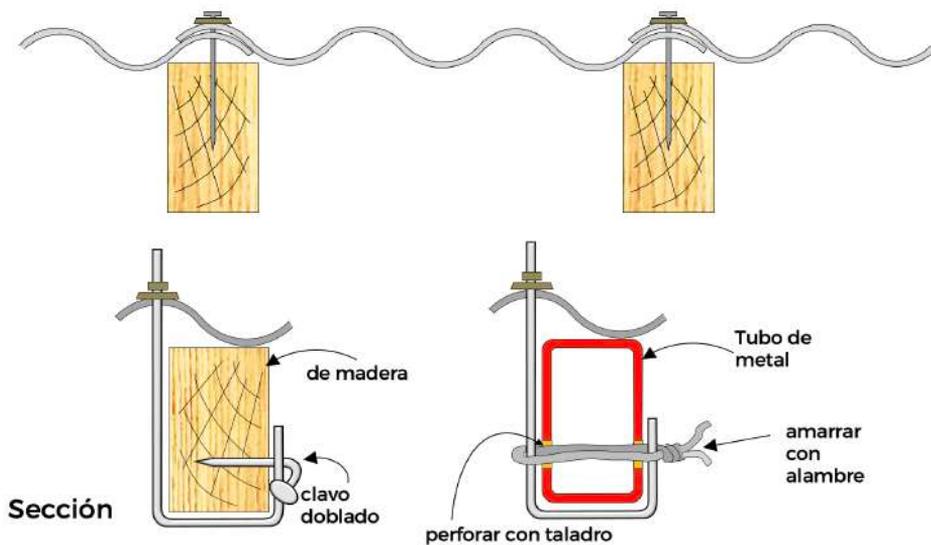
Si está en zona de medio o alto peligro es necesario reforzar el techo y bardas.



Reforzo de techos



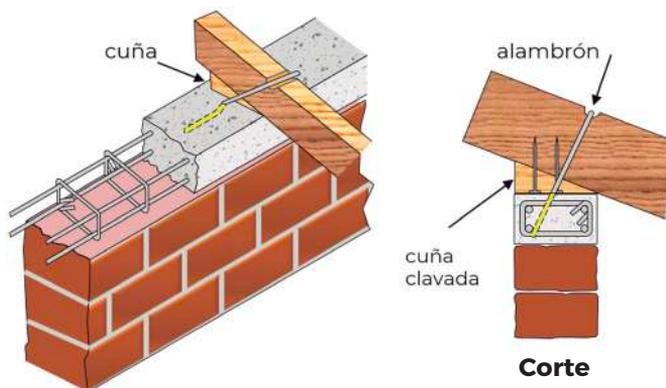
Fijación de láminas en las vigas o largueros (de madera o de metal)



Intensidad del viento	Separación de fijadores (d)
Alta	20 cm
Media	30 cm
Baja	50 cm

En zonas de intensidad de viento alta no hay que usar lámina de cartón ni clavos, sólo pijas o birlos.

Para fijar las vigas, hay que amarrarlas con alambroón ahogado en las trabes.



Conclusiones y recomendaciones

La construcción de una vivienda conlleva algunas dificultades que, en muchas ocasiones, son resueltas por los maestros y albañiles, aunque sin atender las causas de los problemas, lo que provoca gastos extra para mantener en buenas condiciones la construcción debido a las constantes reparaciones durante toda su vida útil.

Por otra parte, la construcción o ampliación de una vivienda es un proceso que involucra diferentes requisitos, que van desde lo administrativo hasta lo legal y técnico. Algunos de estos procesos, a pesar de ser de conocimiento general, no se tienen presentes sino hasta el momento en que se aplicarán, al tener que resolver problemas en nuestra vivienda o cuando queremos construir un patrimonio y se requiere respetar todas las disposiciones emitidas por los gobiernos locales y estatales.

Como se mencionó, el proceso administrativo involucra varios trámites ante las autoridades que, por lo general, tendemos a omitir, como la elaboración de los proyectos arquitectónico y estructural. El reglamento de construcciones de cada localidad se encarga de establecer las pautas a seguir, lo cual hace necesario la participación de un auxiliar técnico que asesore a los ciudadanos.

Es también importante insistir en la necesidad de revisar las condiciones del entorno que puedan impactar la estabilidad del inmueble en reconstrucción: taludes, cortes de suelo y laderas inestables, fracturas y grietas en el subsuelo, zonas propensas a inundación, corrientes de agua, vientos notables, rellenos sin control, entre otros. De ahí la importancia de contar con un asesor técnico.

Las recomendaciones presentadas en este documento son producto de la experiencia de los especialistas del CENAPRED. En esta guía se plasman los resultados del análisis de los daños que se han observado en zonas de desastre de forma recurrente, al menos, en las últimas tres décadas, así como los resultados de la investigación experimental de esta institución para fortalecer la normatividad técnica en todo el país relativa al sector vivienda, entre éstos resaltan sus estudios de mampostería y estructuras de concreto.

Finalmente, sirva el presente como un material auxiliar que contiene recomendaciones para atender las problemáticas consideradas más importantes a fin de evitar, en la medida de lo posible, daños recurrentes durante sismo o vientos fuertes en edificaciones de vivienda.

Glosario

Análisis de riesgos. Es el estudio para evaluar los peligros potenciales y sus posibles consecuencias en una edificación, con el objeto de establecer medidas de prevención y de protección.

Castillos. Son los elementos verticales de concreto reforzado (con varillas) colocados en los bordes y uniones de los muros. Su presencia permite definir a la mampostería como confinada, la cual es considerablemente más resistente que la mampostería simple, aquella que no tiene estos elementos de concreto.

Cimbra. Es un molde, generalmente hecho de madera, que permite dar forma a las vigas, dalas, columnas, castillos, losas, zapatas y todos los elementos de concreto que forman parte de una edificación.

Concreto. Es la mezcla de cemento con grava, arena y agua que, cuando se seca y endurece adquiere resistencia. Necesita 28 días o cuatro semanas de fraguado para llegar a su resistencia de trabajo.

Confinamiento. Es un término que se usa para definir lo que provoca, en un muro de mampostería, la presencia de dalas y castillos en la periferia. Las dalas y castillos confinan o contienen al material del muro de mampostería.

Contratrabe. Es un elemento, generalmente de concreto reforzado, empleado en las cimentaciones con el propósito de incrementar su rigidez y resistencia.

Curado. Es el proceso por medio del cual se trata de mantener suficientemente húmeda la mezcla de componentes que forman el concreto durante los primeros días del fraguado, para que no pierda agua en su endurecimiento, adquiera consistencia y alcance la resistencia deseada.

Dala. Es un elemento de concreto reforzado que se coloca de forma horizontal en la parte superior e inferior de los muros de tabique, bloque o cualquier material de ese tipo y sirve para fortalecer al muro ante fuerzas de sismo y viento.

Dentellón. Es un elemento, generalmente de concreto reforzado, similar a la contratrabe, pero de menores dimensiones, empleado en las cimentaciones con el propósito de incrementar su rigidez y resistencia. Por lo general se usa en losas de cimentación. El dentellón sobresale a la losa y se “encaja” en el terreno.

Erosión. Es el desgaste de la corteza terrestre o del terreno causado por la acción del viento, la lluvia, el agua de ríos y mares, así como por la acción de los seres vivos.

Fraguado. Es el proceso generado por la reacción química de los componentes que forman el concreto (especialmente cemento y agua), por medio del cual adquiere consistencia y alcanza la resistencia deseada.

Hombro y pie de una ladera. Se pueden definir como la parte superior, donde inicia la ladera; el pie será la parte inferior, donde termina.

Ley General de Protección Civil. Es el documento donde se establecen las bases de coordinación entre los distintos órdenes de gobierno en materia de protección civil.

Mampostería. Se le llama así al sistema tradicional de construcción que consiste en levantar muros mediante la colocación manual de tabiques, bloques o piedra, unidos por un mortero aglutinante.

Memoria de cálculo. Es el documento técnico que respalda a los planos, donde se resumen las consideraciones para diseño.

Mortero. Es un compuesto de conglomerantes inorgánicos, agregados finos y agua, que sirven para aparejar elementos de construcción como ladrillos, piedras, bloques, entre otros. Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre las piezas y para el revestimiento de paredes.

Planos. Son los dibujos donde se muestran los muros o paredes y las distintas habitaciones de una casa (recámaras, cocina, baño); contienen las medidas para que el constructor pueda levantar los muros, puertas y ventanas con precisión.

Pretilos. Son muros no estructurales a media altura, bajo las ventanas o como parapeto en balcones o en la periferia de las azoteas de las viviendas.

Zapata. Es un elemento de la cimentación que permite transmitir de manera adecuada las cargas o pesos de las edificaciones al suelo para evitar que falle; es decir, sin que el suelo presente hundimientos o deformaciones grandes.

Bibliografía y referencias

Cementos Mexicanos, Universidad Nacional Autónoma de México (2017). *Manual de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda*. México: Cementos Mexicanos. Recuperado de:

http://www.enmarcha.unam.mx/manual_autoconstruccion.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres (Sin fecha). Sistema de información sobre riesgos. *Atlas Nacional de Riesgos*. Recuperado de:

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>

Centro Nacional de Prevención de Desastres (2014). *Cartilla breve para refuerzo de la vivienda rural de autoconstrucción contra sismo y viento*. México: CENAPRED. Recuperado de:

<http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/120-CARTILLABREVEPARAR EFUERZODELAVIVIENDARURALDEAUTOCONSTRUCCINCONTRASISMOYVIENTO.PDF>

Centro Nacional de Prevención de Desastres (2016). *Manual de autoconstrucción sismorresistente de viviendas de mampostería*. México: SEGURIDAD: CENAPRED. Recuperado de:

<http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/381-MANUALDEAUTOCONST RUCCINSISMORRESISTENTEDEVIVIENDASDEMAMPOSTERA.PDF>

Comisión Federal de Electricidad (2015). *Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo*. Instituto de Investigaciones Eléctricas (ahora Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias). México.

Comisión Federal de Electricidad (2008). *Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento*. Instituto de Investigaciones Eléctricas (ahora Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias). México.

Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INIFED) (2011). *Norma mexicana NMX-R-003-SCFI-2011 Escuelas–Selección del Terreno para Construcción–Requisitos (Cancela a la NMX-R-003-SCFI-2004)*. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104884/NMX-R-003_Escuelas_Seleccion_del_terreno.pdf

LA GUÍA BÁSICA PARA LA AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SEGURA

fue publicada por el Instituto del Fondo Nacional
de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit)

Tipografía Montserrat de 9.5 puntos

Impresión en papel couche de 200g y 130g

Tiraje 250 ejemplares

México, 2021



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

**Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana
Coordinación Nacional de Protección Civil
Centro Nacional de Prevención de Desastres
(55) 5424 6100**



gob.mx/cenapred