



# *GUÍA BÁSICA PARA* **AUTOCONSTRUCCIÓN** **DE VIVIENDA SEGURA**



## **SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA**

**Francisco Alfonso Durazo Montaña**

SECRETARIO 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. Versión Electrónica, agosto de 2020

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: (55)1103 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: (55) 5424 6100

[www.gob.mx/cenapred](http://www.gob.mx/cenapred)

Comentarios: [editor@cenapred.unam.mx](mailto:editor@cenapred.unam.mx)

### ***Guía básica para autoconstrucción***

Participaron en la elaboración de esta Guía personal técnico del CENAPRED, SEDATU, CONAVI e INFONAVIT

Diseño editorial

Maricela Rojas Vázquez

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), elaboró la Guía básica para autoconstrucción de vivienda segura, que ahora tiene en sus manos.

La finalidad de esta guía es proporcionar a las familias mexicanas favorecidas por el programa, 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**

---

<b>7</b>	Introducción
<b>7</b>	Antecedentes
<b>9</b>	Objetivo y alcance
<b>10</b>	1. Requisitos y recomendaciones administrativas y de construcción
<b>13</b>	2. Proyecto de construcción
<b>18</b>	3. Preparación del terreno
<b>18</b>	4. Cimentación
<b>24</b>	5. Muros con refuerzo
<b>25</b>	6. Losas de concreto reforzado
<b>31</b>	Conclusiones y recomendaciones
<b>32</b>	Glosario
<b>33</b>	Bibliografía y referencias

## INTRODUCCIÓN

En esta guía se describen las recomendaciones para el diseño y construcción de las viviendas hasta de dos niveles, para 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, 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 ello, se recomienda ampliamente a los usuarios revisar con regularidad las publicaciones del CENAPRED, lo anterior 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 ello, el Instituto Nacional del Fondo para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT), la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y los Fondos de 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 la 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 en que se encuentra el sector vivienda, mediante el otorgamiento de créditos hipotecarios, sobre todo para la construcción de un hogar nuevo. Por ello, 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 afectaciones en 186,526 viviendas colapsadas o con daños parciales y menores, de acuerdo con los Lineamientos del Programa Nacional de Reconstrucción, 2018, la mayor parte de ellas de autoconstrucción.

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 los aspectos técnicos mínimos para lograr una edificación económica y, sobre todo, segura, guía que tiene como objetivo orientar para la construcción, reparación o el reforzamiento de sus viviendas, enfatizando sobre el cuidado de construir en condiciones adecuadas con el entorno.

Por las razones mencionadas, sumado 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, además del patrimonio de las familias. Aunque la presente guía está enfocada principalmente al efecto del sismo, no se deben olvidar 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**, revisando al mismo tiempo que no existan manifestaciones de riesgo físico en el entorno.

Una vivienda debe de durar, al menos, 50 años, por lo que los fenómenos naturales (sismo, viento, lluvias, etc.), para los que se diseña, deben ser los que pueden ocurrir al menos una vez en ese tiempo (coloquialmente podría denominarse a este intervalo de tiempo como periodo de retorno  $T^R = 50$  años).

Se hace énfasis en que el presente documento es una **guía básica**. Para contar con información más detallada, se recomienda recurrir a los manuales existentes 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 hace mención de algunas publicaciones que se consideran más adecuadas.



## 1. REQUISITOS Y RECOMENDACIONES ADMINISTRATIVAS Y DE CONSTRUCCIÓN

### Licencia, permiso de construcción o enterar a la autoridad

Regularmente el primer paso para la construcción de una vivienda es tramitar una **licencia o permiso de construcción** ante las autoridades municipales, entre otros requisitos administrativos, para lo cual se solicita 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, presentando, al menos, la siguiente información:

- Ubicación de la edificación, preguntando a la autoridad sobre la pertinencia de construir en el sitio seleccionado y, de ser posible, recibir un oficio que incluya la respuesta.
- Dibujo de la vivienda, indicando con claridad la ubicación de los muros, su espesor, así como el material y criterio que se empleará para construirlos.
- Indicar el tipo de techo que se usará en la vivienda: ligero (lámina, teja, etc.) o con base en losa de concreto (maciza, o de vigueta y bovedilla).

### Revisión de las condiciones del entorno

Es muy importante ser consiente sobre el hecho de 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, adicional a la respuesta de la autoridad consultada sobre la pertinencia para construir en el sitio seleccionado, se recomienda hacer una revisión e identificación de los siguientes elementos de riesgo, **evitando construir** en los siguientes tipos de terreno:

- 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 la reducción del mismo.

### 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.

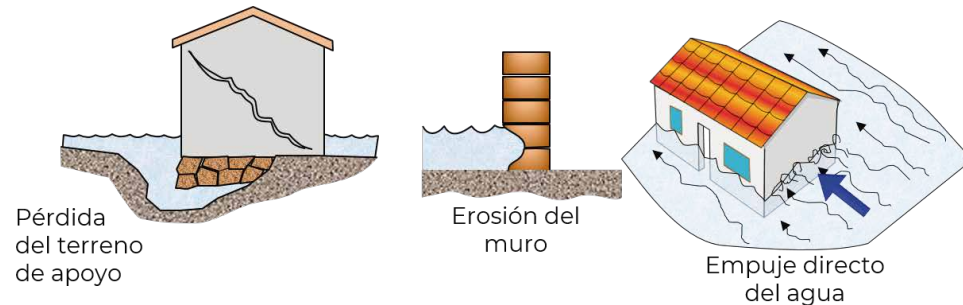


Una inundación también puede causar deterioro y debilitamiento de los materiales, si existe humedad constante del terreno, aunque el agua no entre a la vivienda.

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



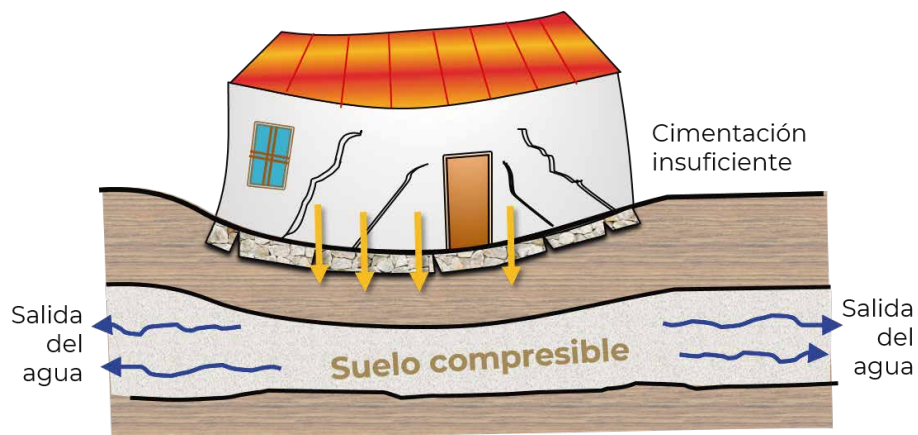
Si la corriente es muy fuerte, puede erosionar el terreno de cimentación, el material de los muros o que el agua empuje directamente la vivienda.



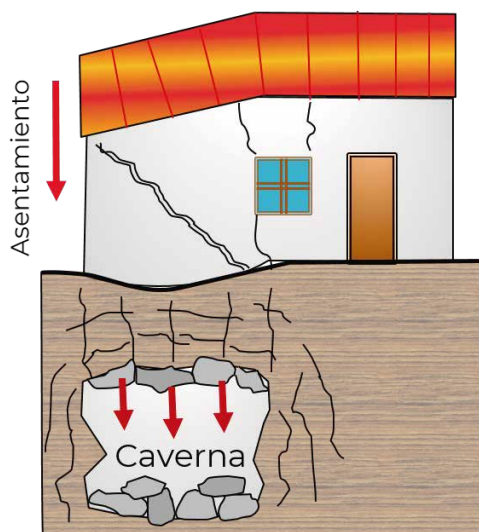
### b) Hundimientos del terreno

Los hundimientos son causados por condiciones del terreno o de cimentación inadecuadas.

El problema de los hundimientos generalmente se presenta en terrenos blandos, donde el peso concentrado de la construcción deforma el suelo con el paso del tiempo (meses o años).



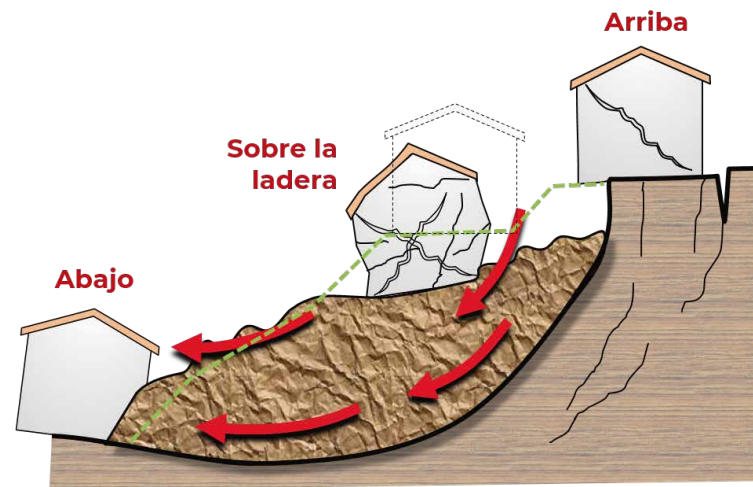
Se pueden presentar en terreno “firme” cuando hay huecos o cavernas bajo la construcción, ya sea naturales o hechas por actividad humana.



### c) Deslizamiento de laderas de cerros

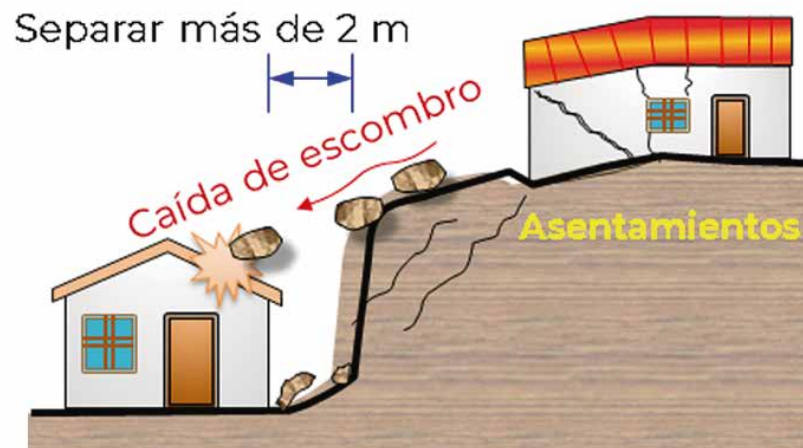
Se produce cuando un terreno inclinado se vuelve inestable por:

- 1) Un sismo
- 2) Lluvias
- 3) 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.

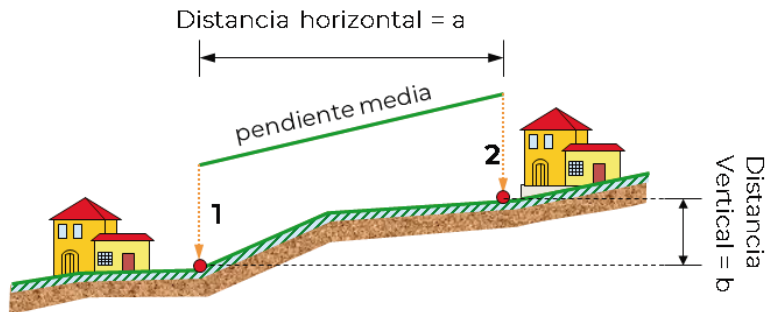


### d) Terrenos muy inclinados

Si el terreno está muy inclinado, se necesita un arquitecto o un ingeniero civil quien determinará 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 diseñará cómo podría ser la casa.

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



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:

$$\text{pendiente} = (3.5 / 25) \times 100 = 14\%$$

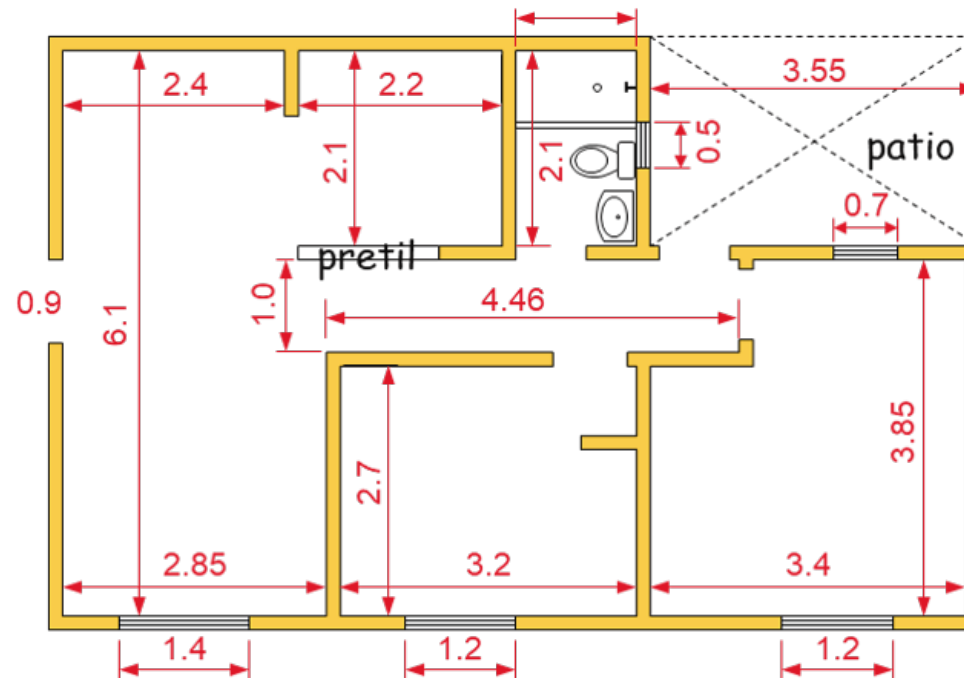
Se recomienda construir en terrenos horizontales o con pendientes menores a 10 %. Si es mayor a 20 %, necesitas un ingeniero o arquitecto que revise el proyecto.

## 2. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

### Distribución de espacios

En primer lugar se debe tener una buena planificación sobre los espacios y la función que cumplirán para la vida de la familia. Tomar en cuenta el ancho de los muros (puede ser de 15 cm). Durante el desarrollo del proyecto es básica la participación activa del beneficiario.

- El tamaño de puertas y pasillos: puertas de 90 cm, pasillo y escalera de 90 cm mínimo.
- Una ventana, generalmente, tiene 1.2 m de ancho.
- Todas las habitaciones deben tener ventana al exterior o a un patio, y 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, cocina y baño.
- Si es una casa de dos pisos, es muy importante ubicar la escalera correctamente, además de que esté bien diseñada.



*Las medidas están marcadas en metros*

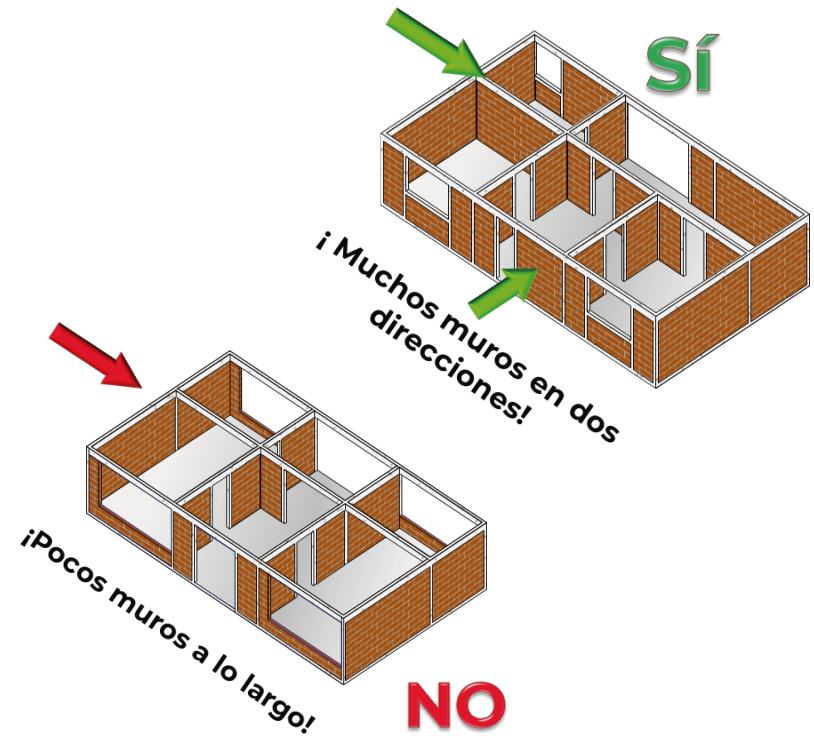
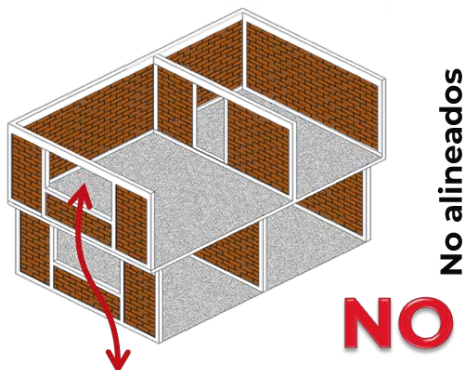
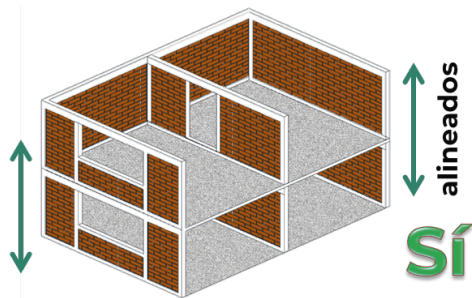
**Distribución correcta de muros y losas (elementos estructurales)**

**a) Muros**

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

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

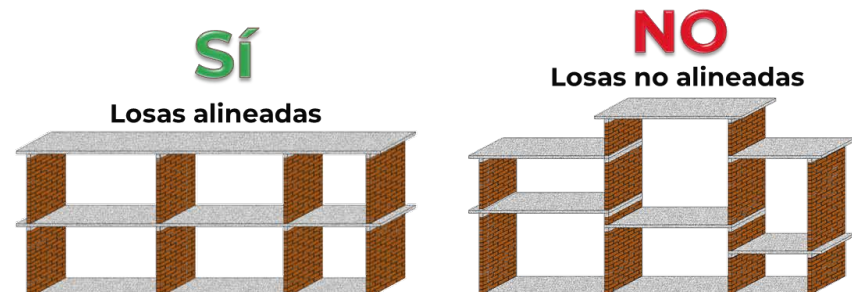
En una casa de varios niveles todos los muros deben estar alineados, los de arriba se deben apoyar directamente sobre los muros de abajo. Si no se cumple con esto, la vivienda corre riesgo de sufrir daños.



**b) Losas**

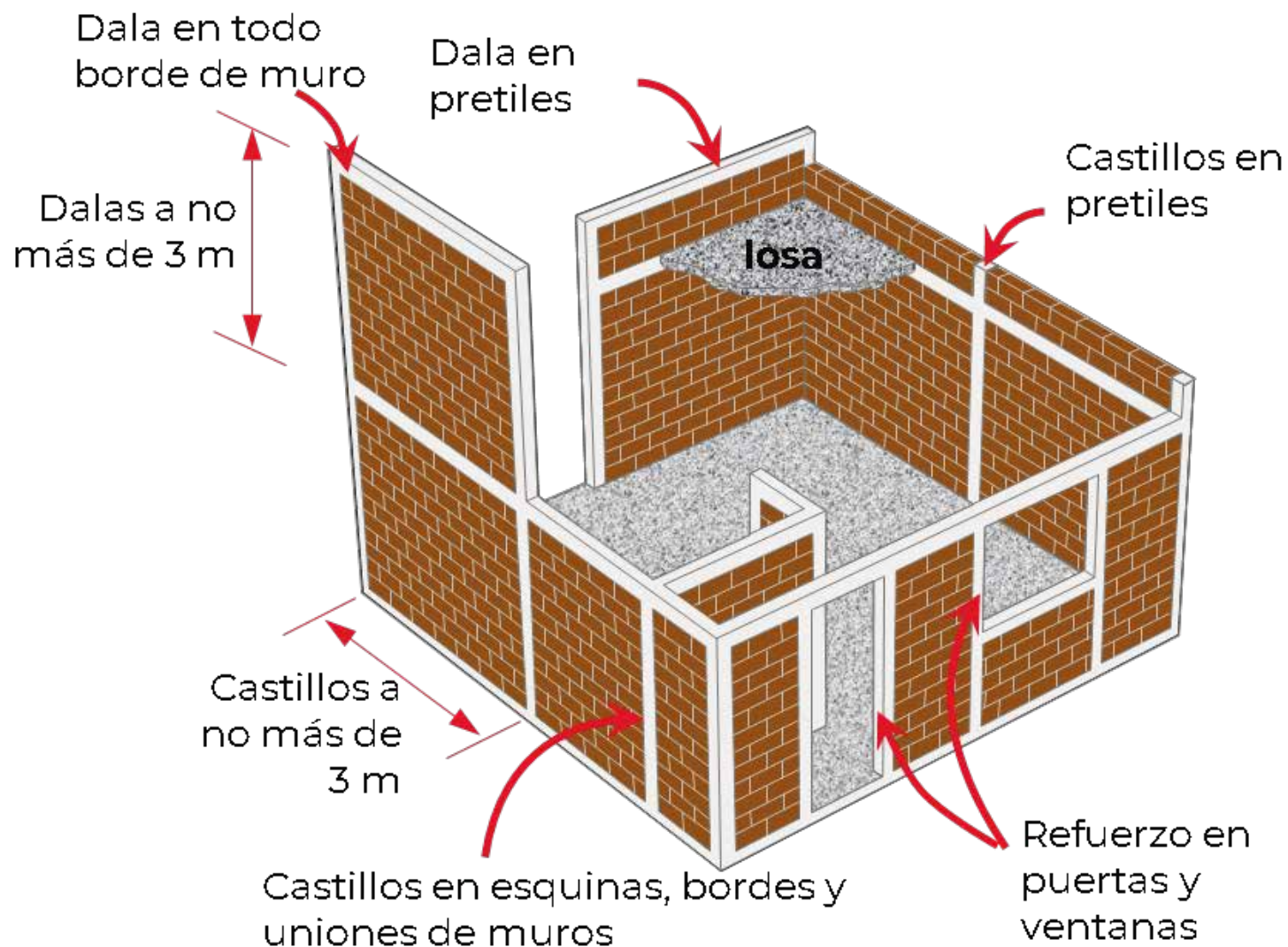
La losa debe ser continua, tener el mismo espesor, sin huecos muy grandes; es decir, que no ocupen más de la quinta parte de su área total. Debe estar armada con varillas de acero estructural que el plano indique, y amarradas a castillos y cadenas.

Del mismo modo que los muros, las losas no deben estar a diferentes niveles, ya que, si esto ocurre, la vivienda corre más riesgo de daño severo ante un sismo.



### c) Ubicación de los castillos y dalas

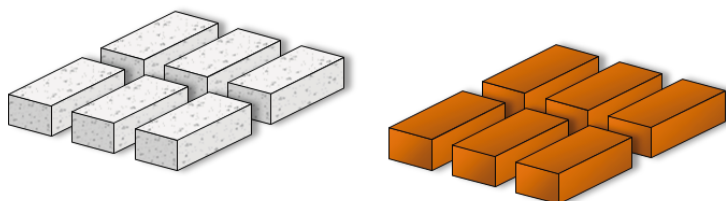
Los castillos se colocan donde se cruzan varios muros, en esquinas, en muros muy largos (más de 3 metros) y alrededor de puertas y ventanas. En cuanto a las dalas, se colocarán en las partes inferior y superior de un muro, sin tener una separación superior a 3 metros.



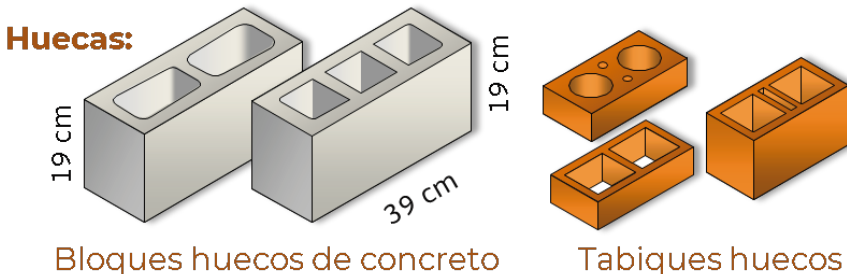
### Piezas de mampostería comunes

La calidad de las piezas a utilizar es lo más importante para la resistencia de la casa, para soportar todo el peso del edificio y las cargas de sismo y viento. No hay que escoger sólo 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 de refuerzo se logra una resistencia adecuada. También hay piezas huecas de buena calidad, que hacen fabricantes industriales. Si los muros llevarán acero de refuerzo vertical adentro, entonces se deben usar estas piezas.



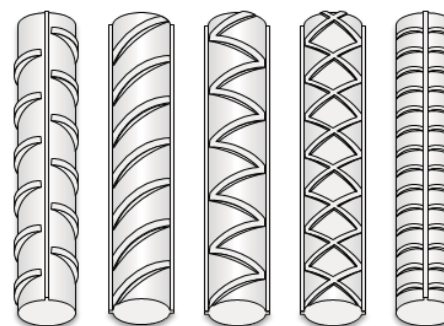
**Macizas:** Tabicón cemento-arena o tabique de arcilla (tabique rojo)



### Acero de refuerzo

Para reforzar zapatas, contratrabes y vigas de concreto, así como los castillos y dalas, se deben usar barras (varillas) de refuerzo de acero corrugado; las hay de varios

tamaños y se miden por su diámetro. Se recomienda solicitar acero de refuerzo con resistencia a la fluencia ( $f_y$ ) de  $4200 \text{ kg/cm}^2$



### Octavos de pulgada

- #3 =  $\frac{3}{8}$ " (0.95 cm)
- #4 =  $\frac{1}{2}$ " (1.27 cm)
- #5 =  $\frac{5}{8}$ " (1.59 cm)
- #6 =  $\frac{3}{4}$ " (1.9 cm)

Barras de acero de refuerzo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

### Dosificaciones para preparación del concreto

Dosificación de concreto para zapatas, castillos, dalas y losas

Materiales	Dosificación de concreto por BULTO DE 50 kg			
	$f_c'=100 \text{ kg/cm}^2$	$f_c'=150$	$f_c'=200$	$f_c'=250$
	Pisos y firmes pobres	Dalas y castillos	Zapatas y losas	Columnas
CEMENTO (bulto 50 kg)	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

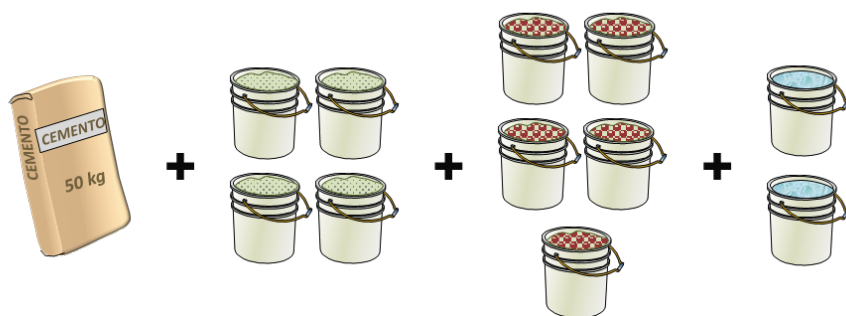


Recuerda que un bulto de cemento de 50 kg alcanza para llenar dos botes de 19 litros

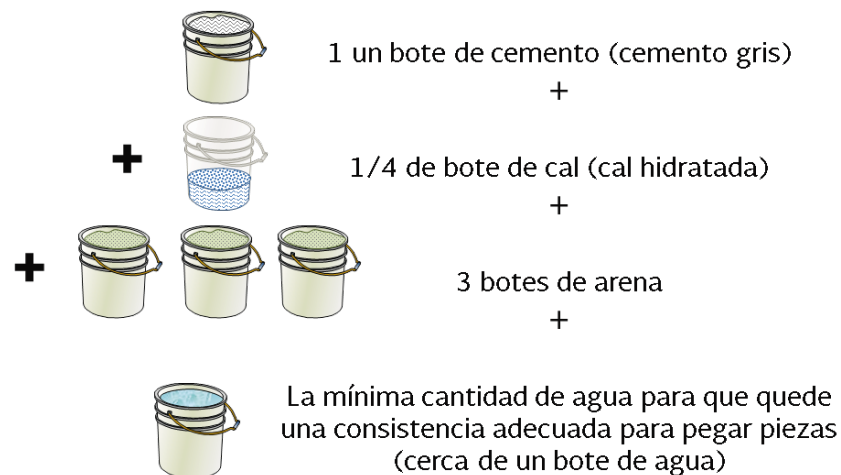


**Ejemplo de un concreto para zapatas y losas:**

1 un bulto de cemento gris + 4 botes de arena + 5 botes de grava + 2 botes de agua



**Ejemplo de mezcla de mortero tipo I = (1:¼:3)**



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

Materiales de construcción. Preparación de mortero para muros

Morteros con cemento y cal

Tipo de mortero	Partes de cemento	Partes de cal	Partes de arena	Uso recomendado
I	1	0 a ¼	3	Muros en zona sísmica
II	1	0 a ½	4 ½	Muros
III	1	1	6	Aplanados y pretiles

Tipo de mortero	Partes de cemento	Partes de cemento de albañilería	Partes de arena
I	1	½	3
II	1	1	4 ½

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

Se debe realizar la mezcla en un recipiente de material no absorbente (se le llama “artesa”).



No se debe mezclar sobre tierra ni tablas de madera.

### Concreto

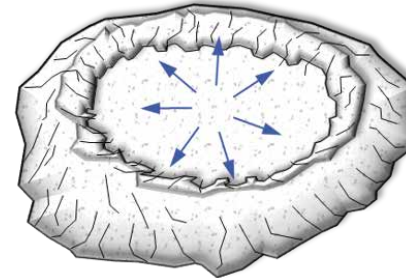
El concreto es la mezcla de cemento con grava, arena y agua. Cuando se seca y endurece (fraguado), adquiere resistencia. Necesita cuatro semanas de fraguado (28 días) para llegar a su resistencia de trabajo. La resistencia de compresión mínima (f'c) deberá ser 200 kg/cm<sup>2</sup>.

No se debe usar grava de tezontle para hacer concreto ni piedra de río (piedras redondeadas). Se debe emplear grava producto de la trituración de rocas, que se puede comprar en casas de materiales.

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

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

Preparación de la mezcla de arena y cemento



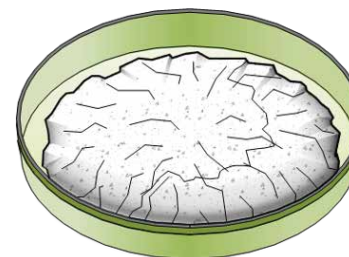
Se coloca la grava en la parte central, se echa agua y se empieza el proceso de mezclado



### xMortero

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.

Preparación de la mezcla de arena y mortero en la artesa



Se echa agua y se empieza el proceso de mezclado

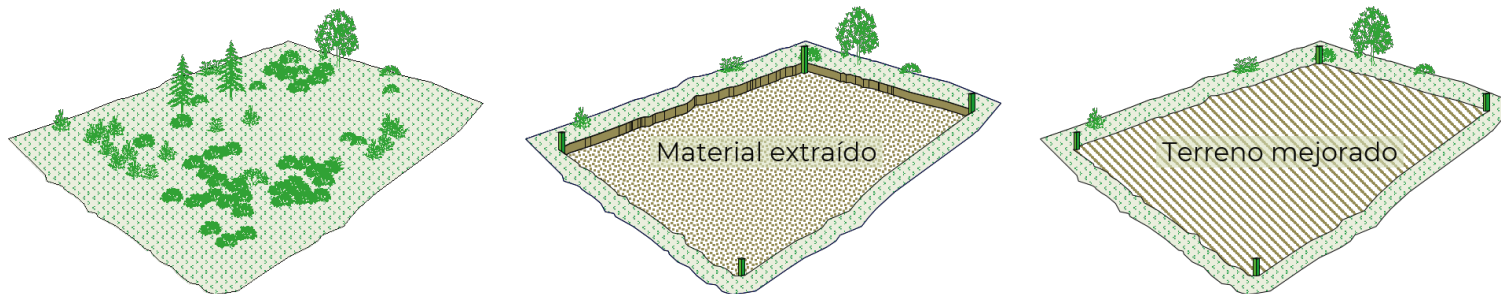


### 3. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Es muy importante marcar los límites del predio y no rebasarlos, lo normal es que la autoridad municipal se encargue de realizar 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 cascajo, 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 50 cm de profundidad (o hasta la profundidad donde se identifique terreno sano), para evitar problemas de hundimientos y grietas en los muros.

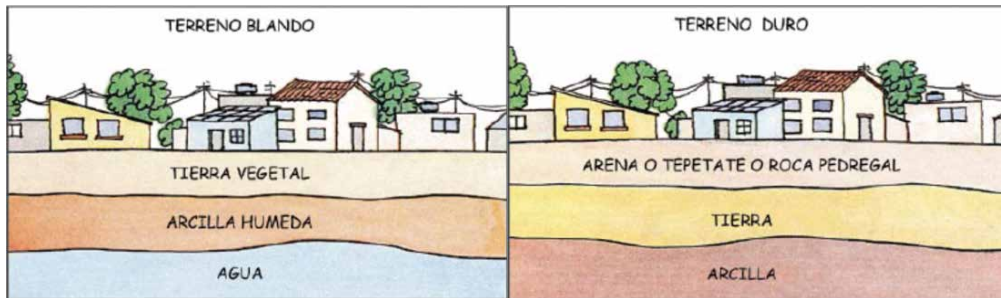
Una vez limpio el terreno, se deberá mejorar el suelo donde se apoyará la cimentación: compactar el fondo de la excavación con un pisón de mano, agregar grava o tezontle y arena, compactar nuevamente y colocar varias capas de tepetate de 20 cm de espesor, o menos, y compactar.



#### 4. CIMENTACIÓN

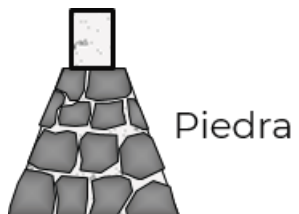
El terreno blando, por lo general, es de arcilla o barro muy suave; es húmedo, en él se puede encontrar agua a muy poca profundidad. Para reconocerlo se puede emplear una pala, si ésta penetra el terreno fácilmente a mano o con una ligera presión, se dice que el suelo es blando.

El terreno duro se reconoce cuando al clavar un zapapico en el suelo, hay dificultades para que penetre. El material que abunda en terreno duro puede ser arena compactada, tepetate o roca sólida. Existen también suelos arenosos muy sueltos y saturados.

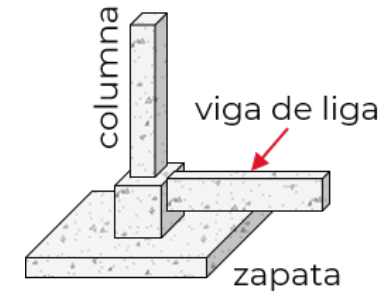


Por lo regular para un proyecto de vivienda de uno o dos niveles, el tipo de cimentación será como se sugiere en cada caso:

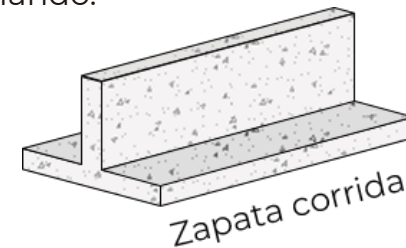
- Zapatas corridas de **pedra**. En terrenos duros.



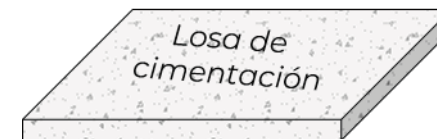
- Zapata aisladas bajo columnas. Utilizadas



- Zapata corrida de **concreto**. En terrenos con suelo blando.



- **Losa de cimentación**. En suelos muy blandos o preferentemente en suelo duro, estas zapatas deberán contar con vigas de liga.



## 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 tal modo que no se rebase su resistencia ni se hunda en él. Para cumplir con su propósito, una buena cimentación debe cubrir los siguientes requisitos:

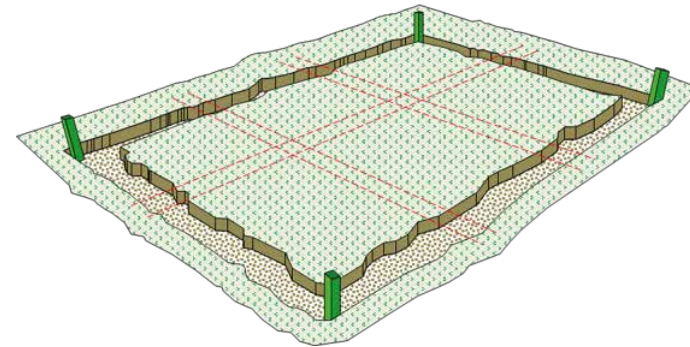
- Ser bastante fuerte para no agrietarse y evitar asentamientos, adaptarse a posibles movimientos del terreno.
- Deberá ser más ancha cuando esté sobre un suelo blando, que cuando se construya en un suelo firme.

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 sin huecos.

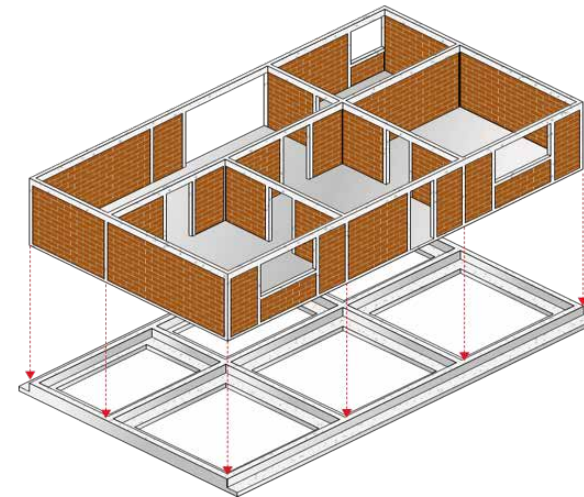
Antes de construir la cimentación, se debe trazar en su posición definitiva sobre el terreno, para lo cual se hacen las siguientes recomendaciones:

- En el caso de las cimentaciones con base de losa, independientemente de la presencia de losa, se recomienda la existencia de un dentellón o escantillón debajo de cada muro, para reforzar la losa y lograr una mejor distribución de esfuerzos hacia el suelo, evitando así posibles hundimientos locales o penetración de la losa.
- Una vez trazada la cimentación, se deben excavar las zanjas para los dentellones, que se recomienda sean de concreto reforzado.

## Delimitación y excavación



## Correcta ubicación de la cimentación



### Cimentación de concreto reforzado (losa de cimentación)

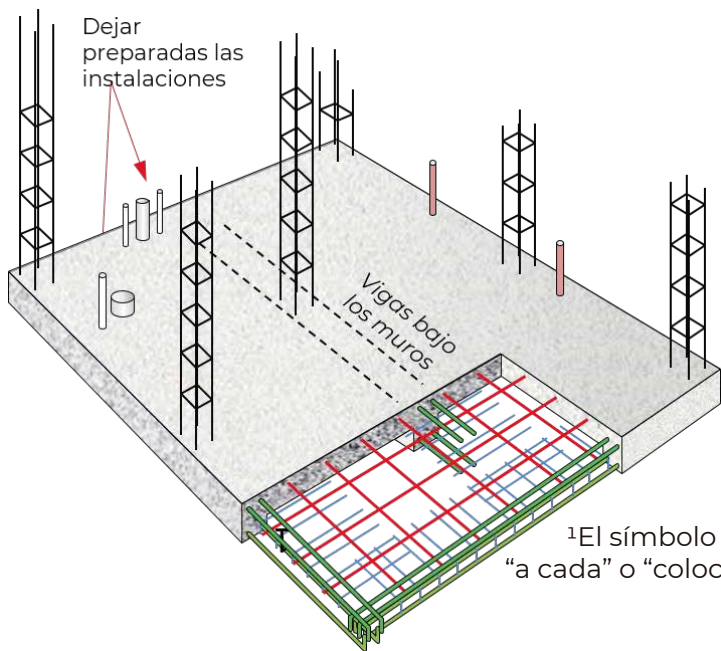
En vez de zapatas se hace una losa de concreto apoyada directamente sobre el terreno. Se emplea cuando el terreno es muy blando y no es suficiente con el área de las zapatas.

Se debe cumplir:

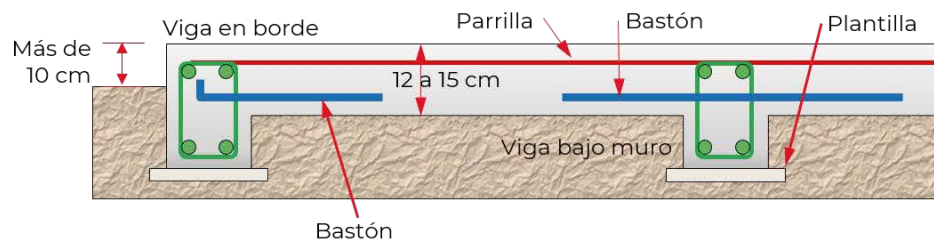
- Que sea de 12 a 15 cm de espesor.
- Si el terreno es lodoso, hay que reemplazarlo, como se explicó en “preparación del terreno”.
- El armado se pone al revés de las losas normales: ¡la parrilla arriba y los bastones abajo!
- Debe llevar vigas en el borde y bajo los muros (se llaman dentellones) mínimo de 15 x 25 cm.
- 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”):

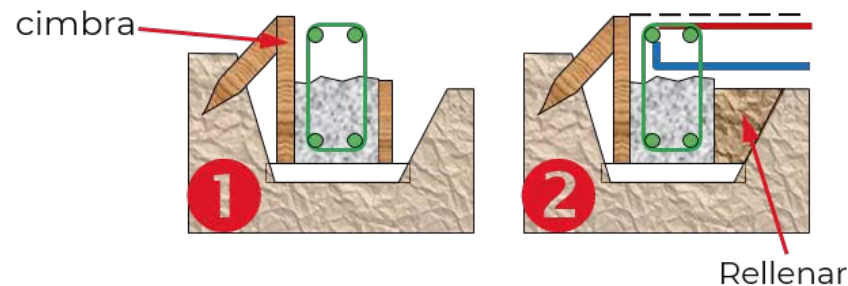
- Parrilla **arriba**: #3@30<sup>1</sup> cm
- Bastones **abajo**: #3@15 cm o bien #4@20 cm



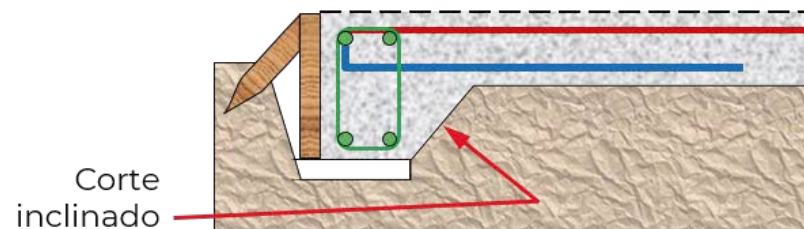
<sup>1</sup>El símbolo @ significa “a cada” o “colocado a cada”



**Opción 1:** Primero construir vigas hasta la mitad. Luego rellenar la zanja y hacer la losa.



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



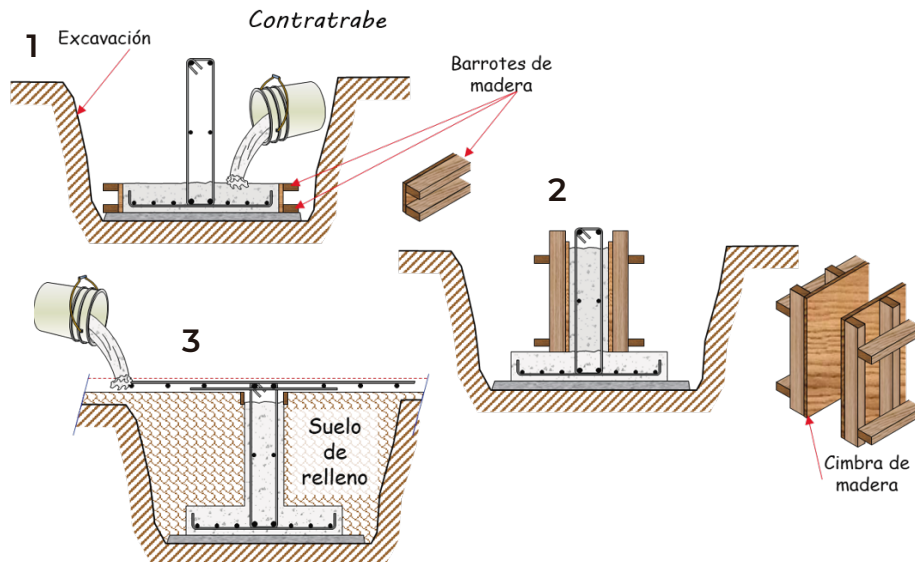
### Cimentación de concreto reforzado (zapatas)

Se pueden usar zapatas de concreto reforzado, aunque son más caras.

La zapata corrida consiste en algo parecido a una losa en el fondo, unida a una contratrabe a lo largo de la zapata, ambas con su respectivo acero de refuerzo (varillas).

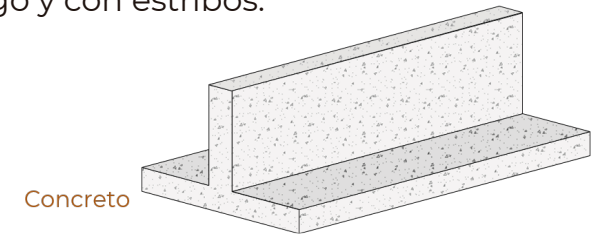
El proceso de construcción es como sigue:

- 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 el uso de barras del número 3, y para los estribos de la contratrabe, alambrcn. 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, se rellena la zanja, se compacta con un pisón, y se cuela el firme para el piso de la planta baja.



### Cimentación de concreto reforzado

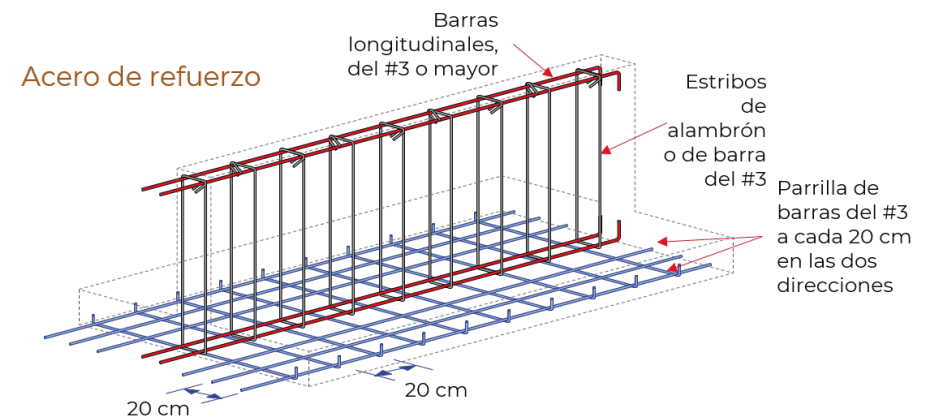
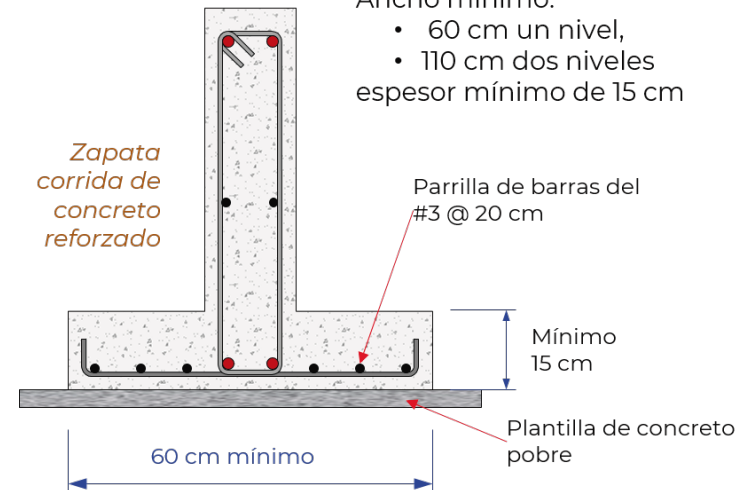
La zapata corrida lleva una losa en el fondo y una viga a lo largo de la zapata que se llama contratrabe. La losa se arma con una parrilla de barras, y la viga se refuerza con barras a lo largo y con estribos.



Ancho mínimo:

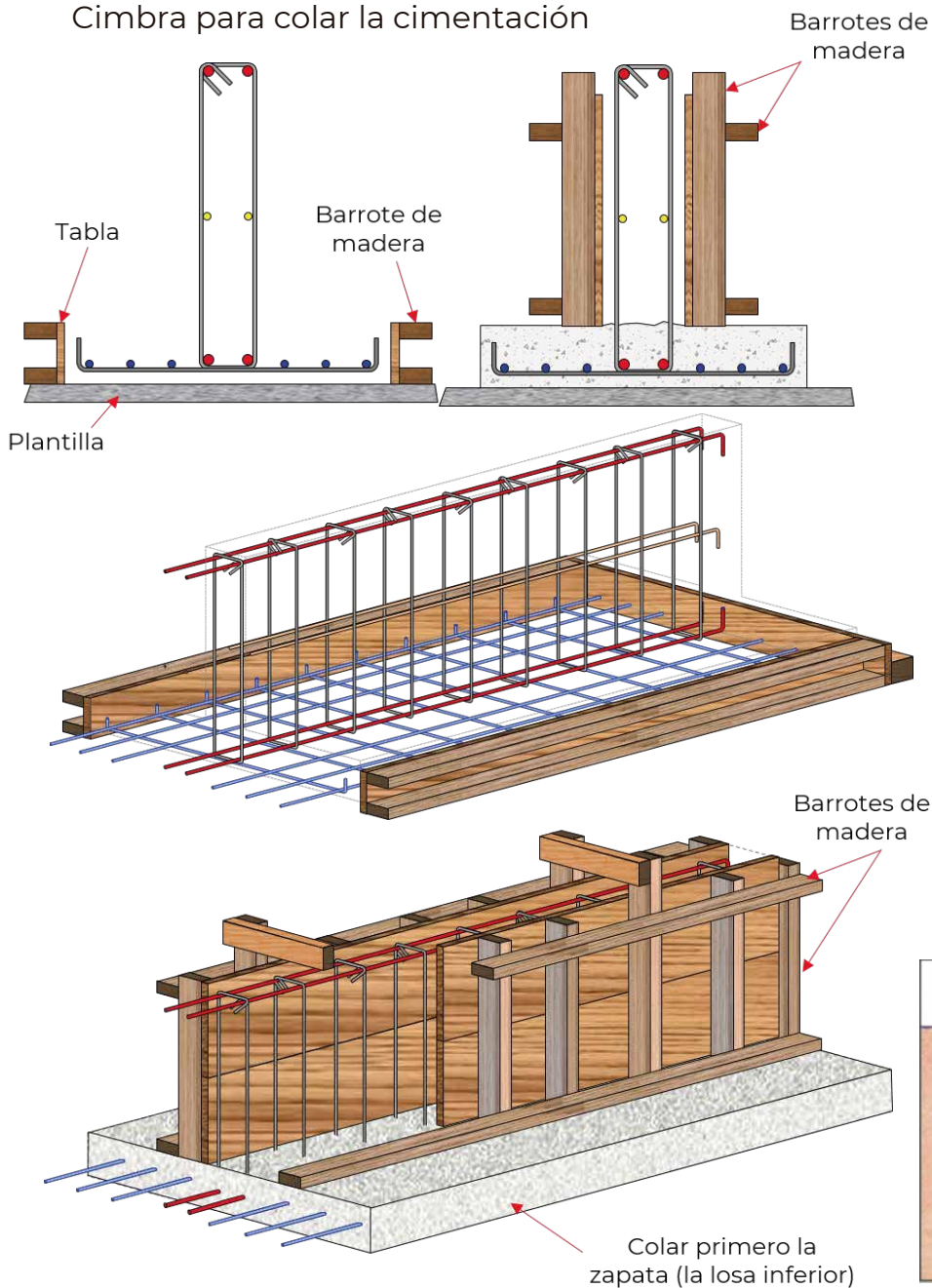
- 60 cm un nivel,
- 110 cm dos niveles

espesor mínimo de 15 cm



### Cimentación de concreto reforzado

Cimbra para colar la cimentación

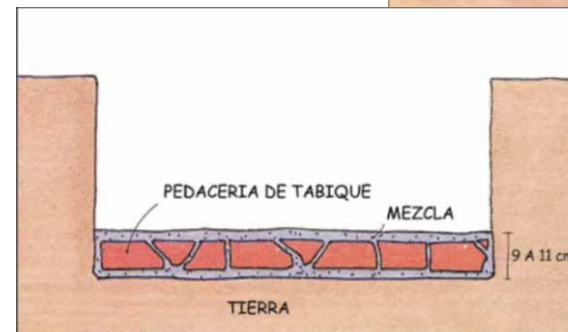
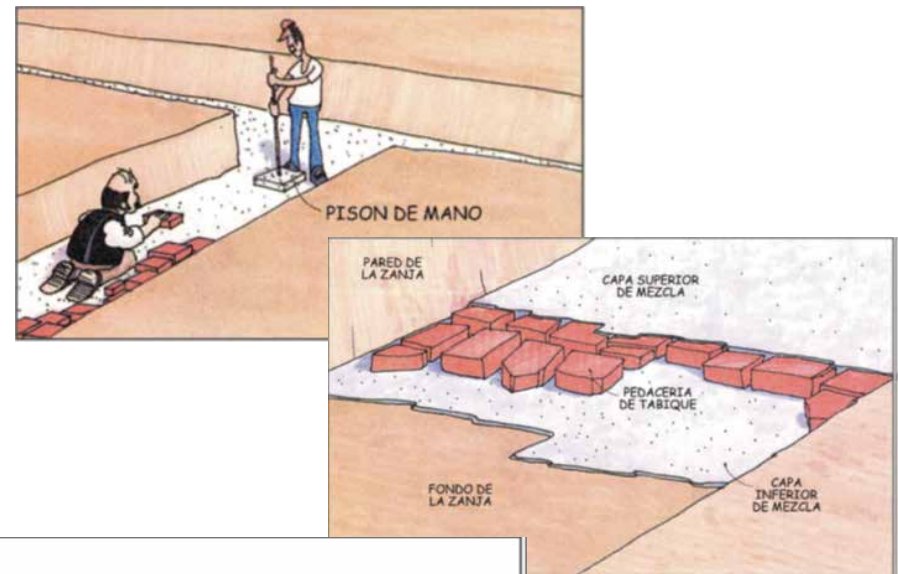


### Cimentación de mampostería de piedra

Consideraciones generales

Similar a la zapata corrida de concreto es la zapata corrida de mampostería de piedra. El proceso de construcción es como sigue (véase secuencia gráfica):

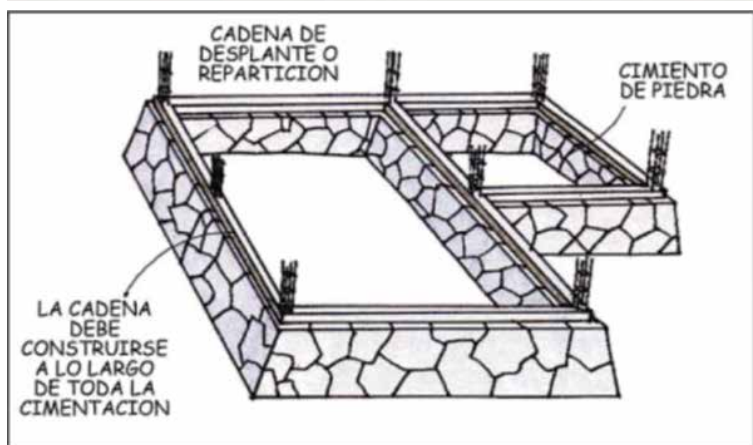
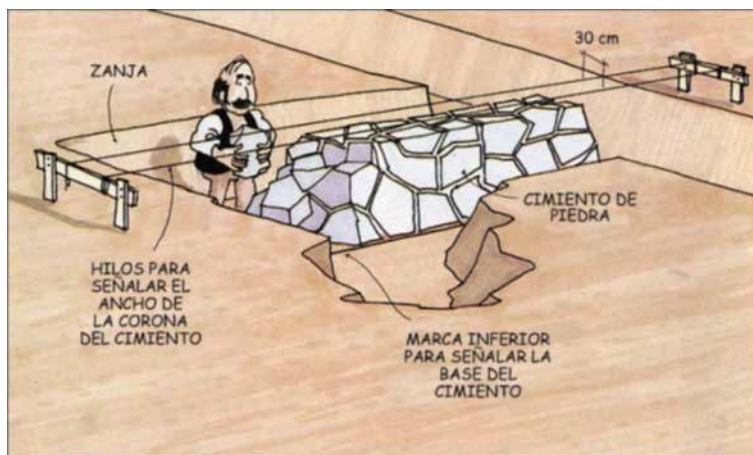
- Se debe aplanar, con pisón de mano, la superficie donde se colocará una capa de concreto pobre en el fondo de la zanja excavada, en el cual se construirá la zapata.
- Sobre esta capa se coloca pedacería de tabique y otra pequeña capa de concreto pobre.



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



- Finalmente se va levantando la zapata en forma de trapecio.

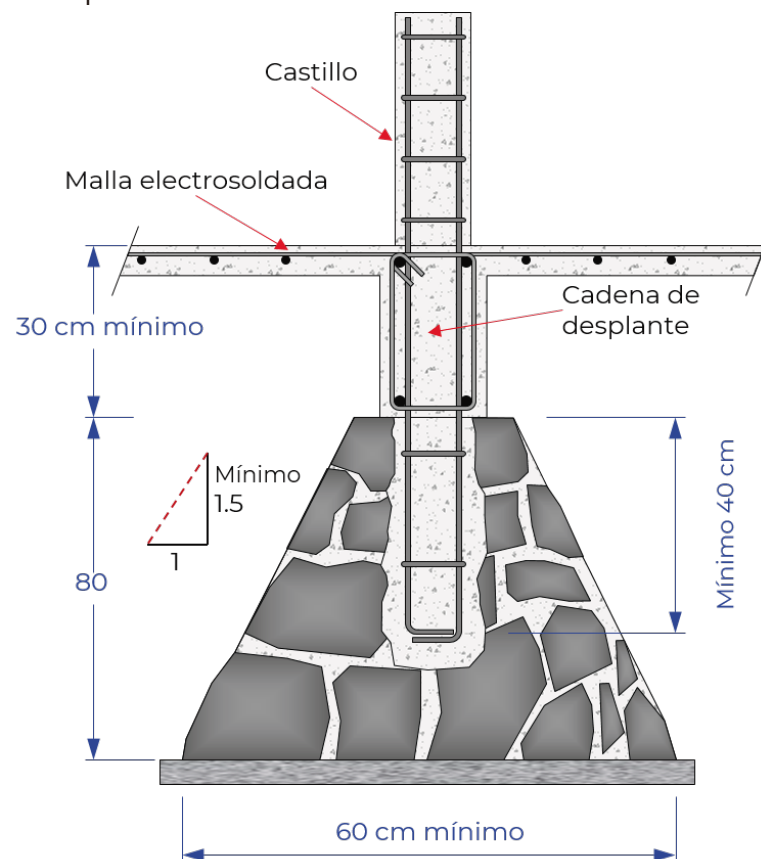


### Cimentación con base de piedras naturales

Si en la zona hay piedra o se puede conseguir piedra brasa, lo más barato es utilizar este material para construir los cimientos.

- Se debe colocar una capa de concreto de baja resistencia, como plantilla, en el fondo de la zanja en que se construirá la zapata.

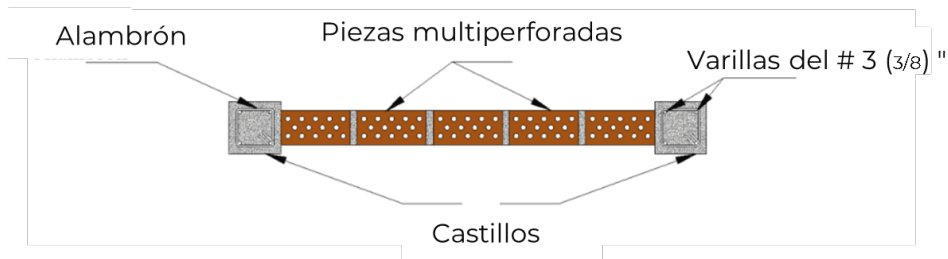
- El ancho en la base de la zapata será de 60 cm para una vivienda de un nivel y de 110 cm para una casa de dos pisos; la profundidad será de 80 cm, o a menor profundidad si se encuentra suelo muy compacto o roca.
- Las piedras serán pegadas con mortero y se colocarán al cuatrapeo.
- En la parte superior de la zapata se construye una cadena de desplante que servirá para ligar todos los elementos de la cimentación. Cuidar colocación de cimbra para colado de la cadena.
- Es recomendable colocar impermeabilizante en el cimiento para evitar humedad en muros y pisos.



## 5. MUROS CON REFUERZO

### Construcción de los castillos de refuerzo o confinamiento

Los muros se pueden reforzar con castillos cuando las piezas de mampostería son macizas.

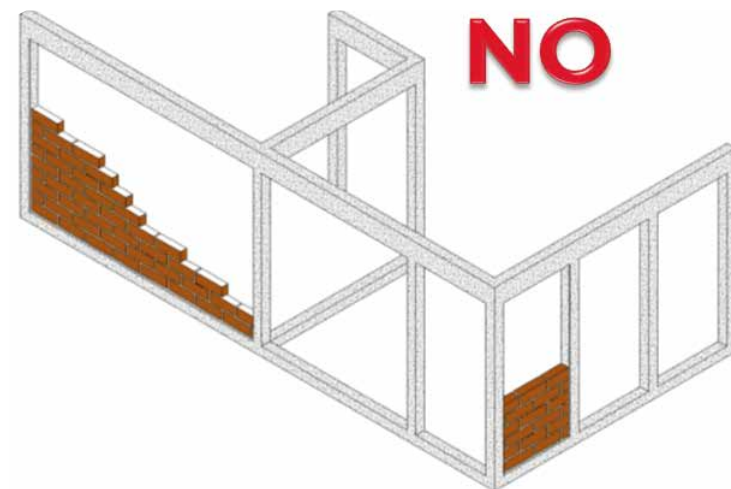
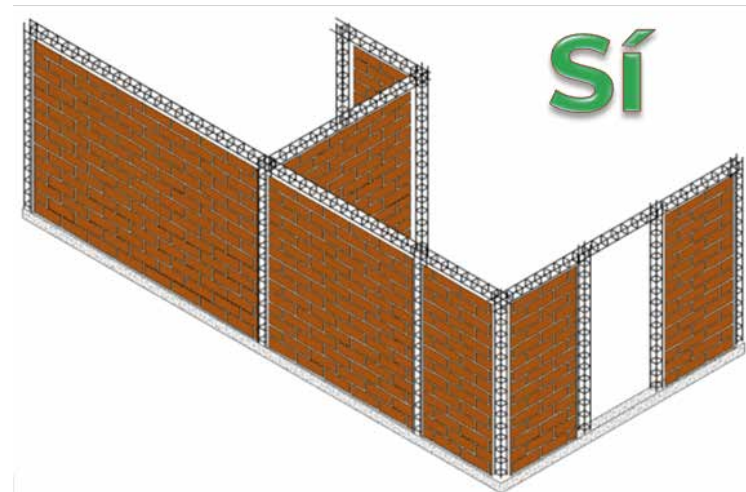


La forma CORRECTA de construir una vivienda con base de ladrillos o bloques reforzados es la siguiente:

- Se coloca de manera previa el acero de los castillos y se arman completamente.
- Después se construyen (se levantan) los muros.
- Luego se cuelan los castillos.
- Se coloca el acero de refuerzo de las dalas, que se colarán, junto con una parte superior de los castillos, para que de esta forma se integre completamente el sistema.

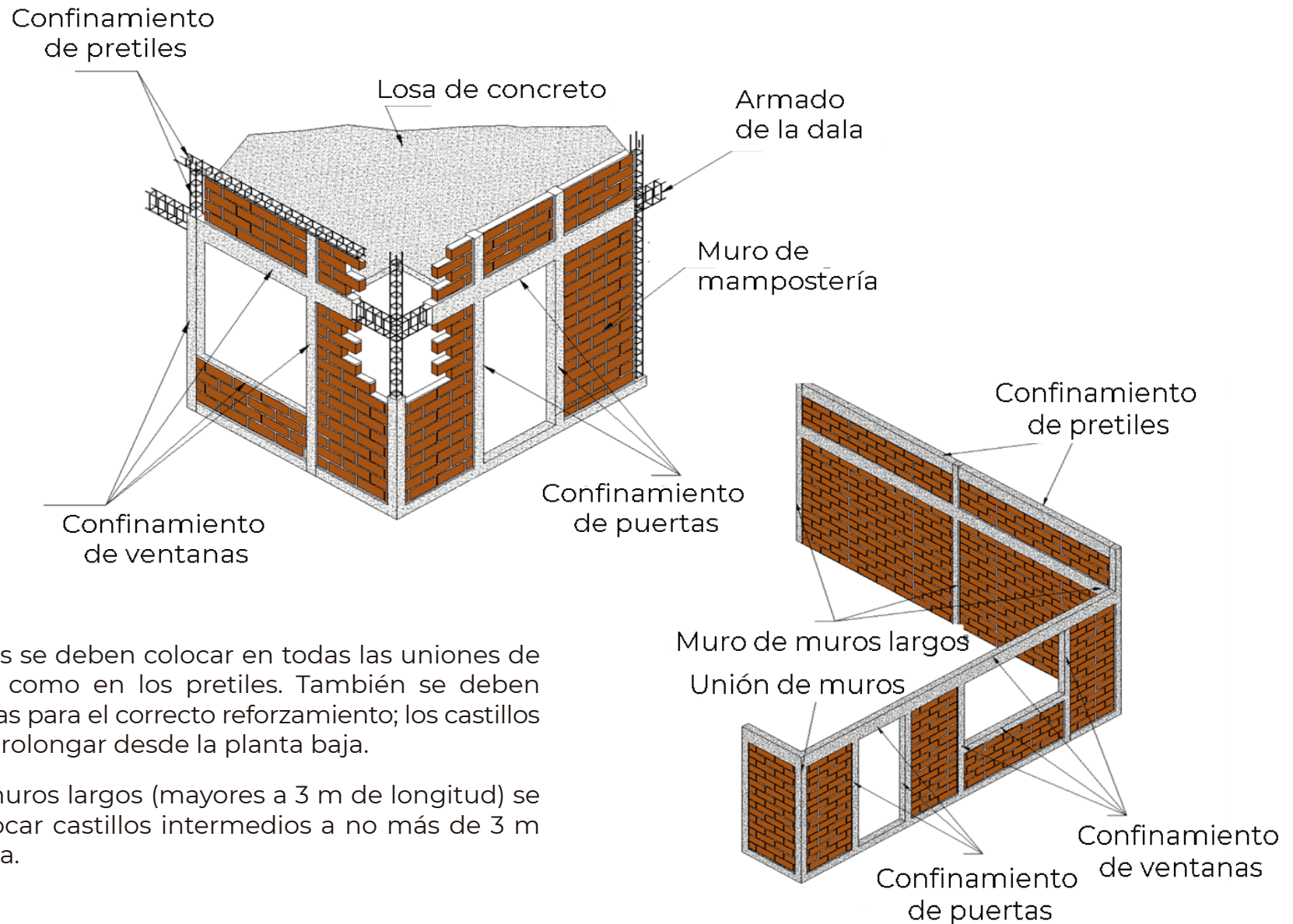
**Debe cuidarse que el armado de la losa de azotea quede amarrada a dalas y castillos.**

Nunca se deben armar y colar los castillos y dalas 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 dalas. De la misma manera, los pretilos deben ser reforzados con castillos y, si son de más de 50 cm de altura, también se les construye una dala superior.



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

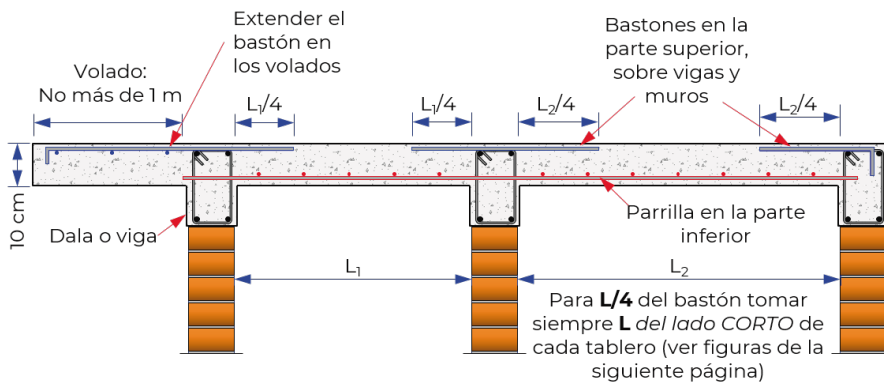
En muros largos (mayores a 3 m de longitud) se deben colocar castillos intermedios a no más de 3 m de distancia.

### 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 2 cm sobre la cimbra (recubrimiento) para que el acero quede protegido.

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.

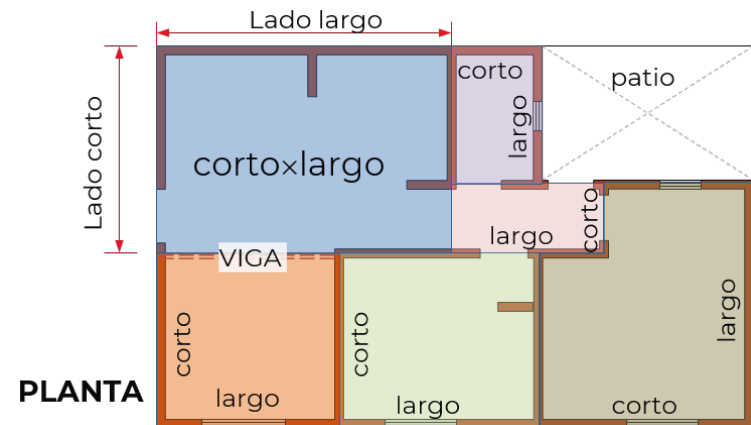
Lado corto, m	Lado largo, m	Espesor h, cm	Parrilla	Bastones
4	4	10	#3@30	#3@30
4	5	10	#3@25	#3@30
4	6 o más	10	#3@20	#3@30
5	5	10	#3@20	#3@30
5	6 o más	10	#3@15	#3@25
4	5 o más	10	#4@30	#4@30
5	5	10	#4@30	#4@30
5	6 o más	10	#4@25	#4@30

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

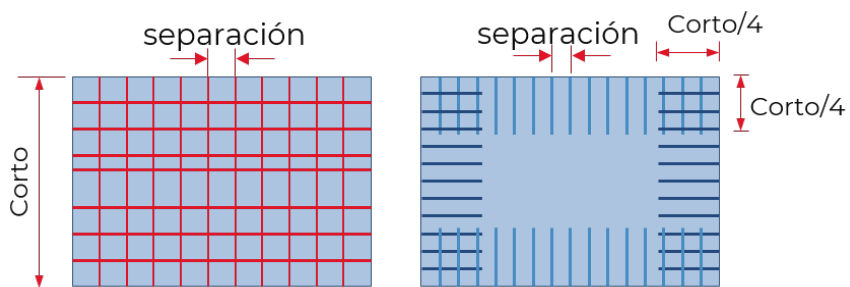
### Armado de losas de concreto

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  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



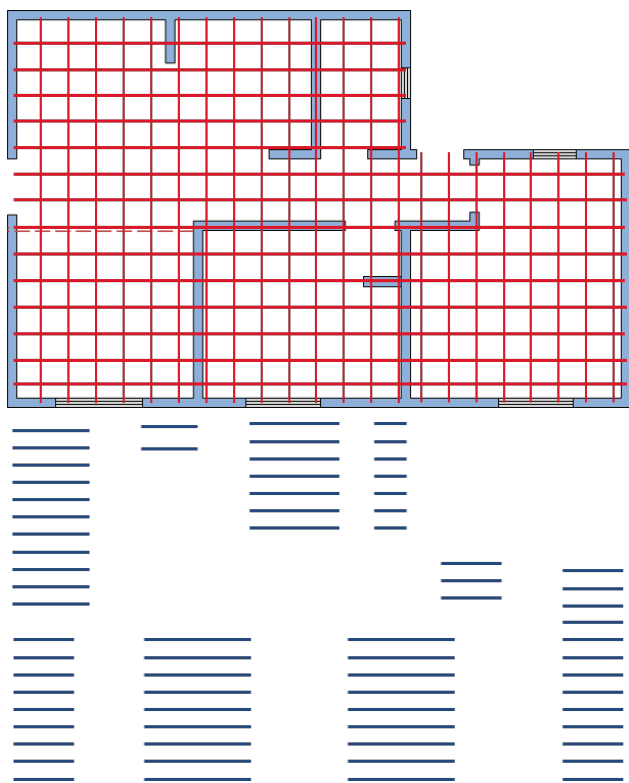
Se puede seleccionar el armado para la losa más grande y usar esa separación en las demás losas.



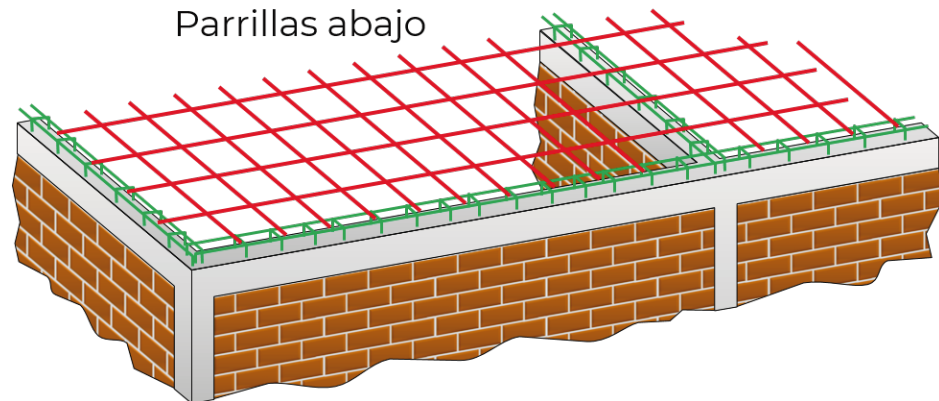
Parrilla en la parte baja Bastones arriba de bordes

Para losas más grandes o situaciones especiales, la deberá diseñar un ingeniero o arquitecto.

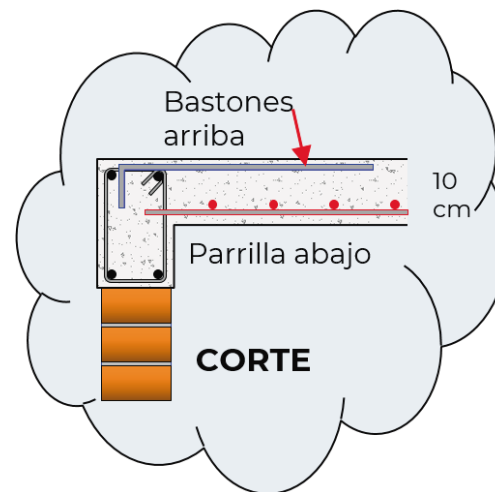
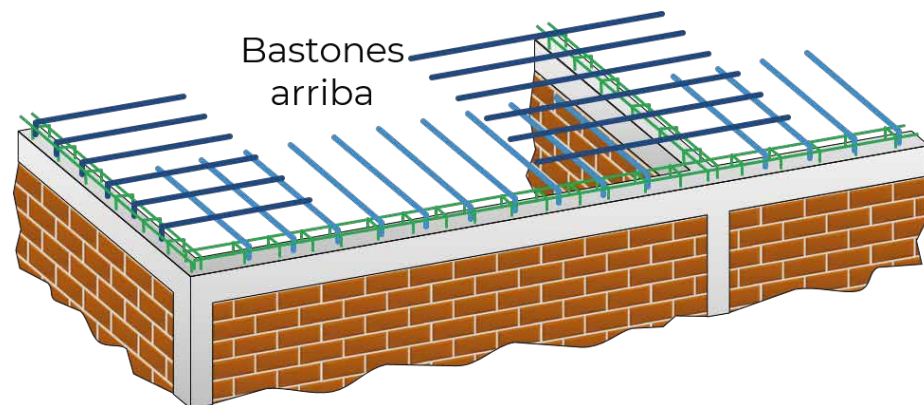
### Armado de losas de concreto



Parrillas abajo

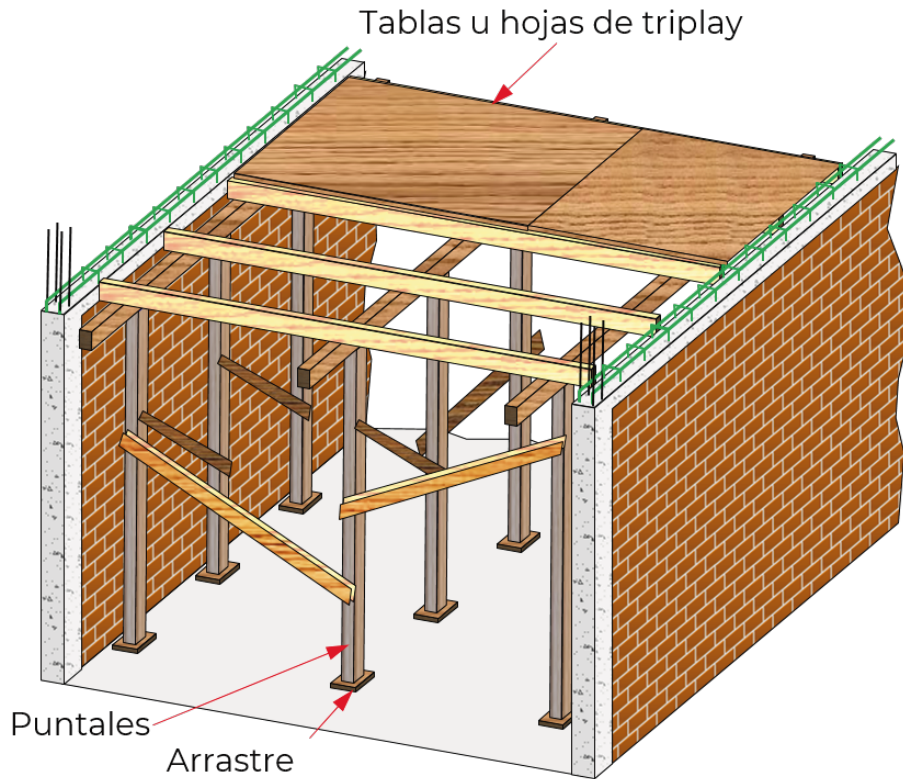


Bastones arriba



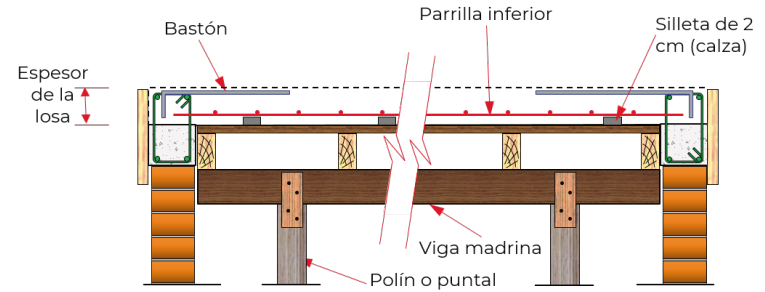
### Cimbra para las losas

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.



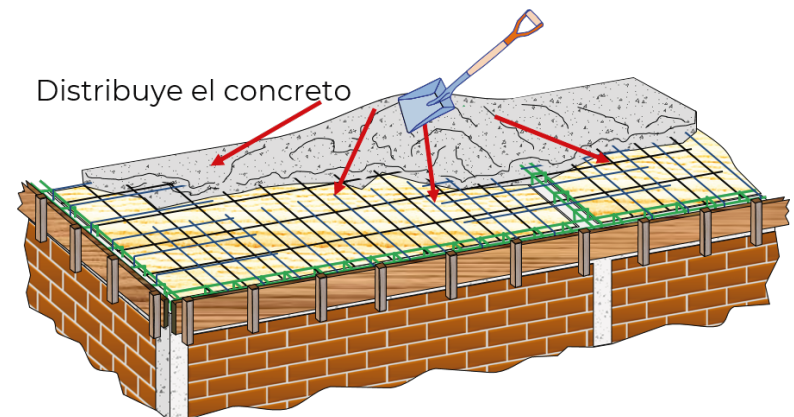
Abajo del puntal se pone un barrote o una tabla (se llama arrastre) y una cuña (un pedazo de madera en triángulo).



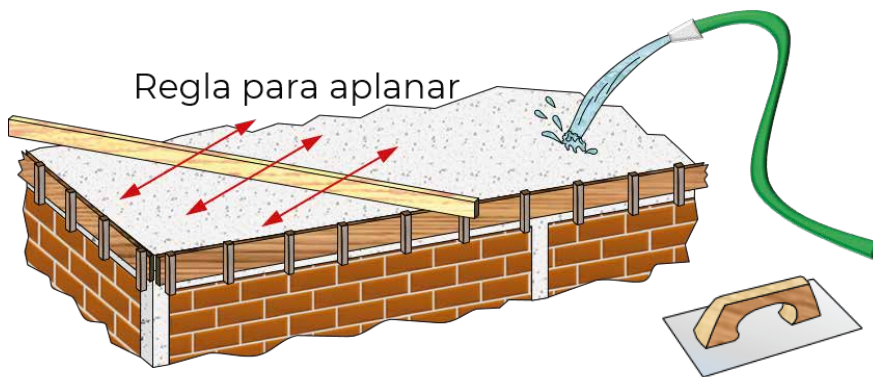
### Colado de losas de concreto

El día que se va a colar la losa, se debe empezar muy temprano y conseguir mucha ayuda. Se pueden requerir de cinco a 10 personas para una 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.



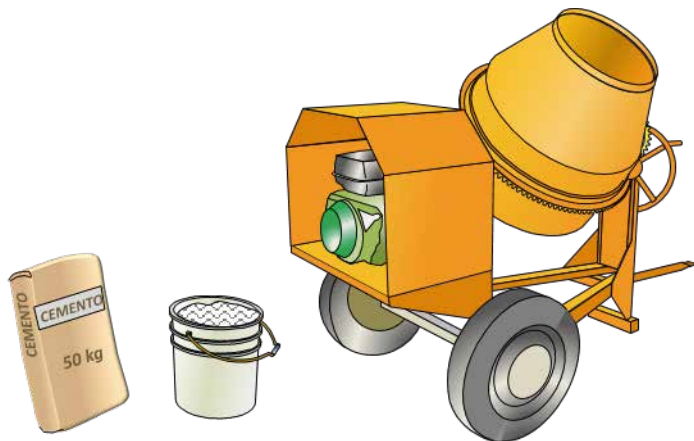
Para que la losa quede bien plana y horizontal, se marcan niveles y se usa una regla (una tabla larga bien derechita) y una llana.



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

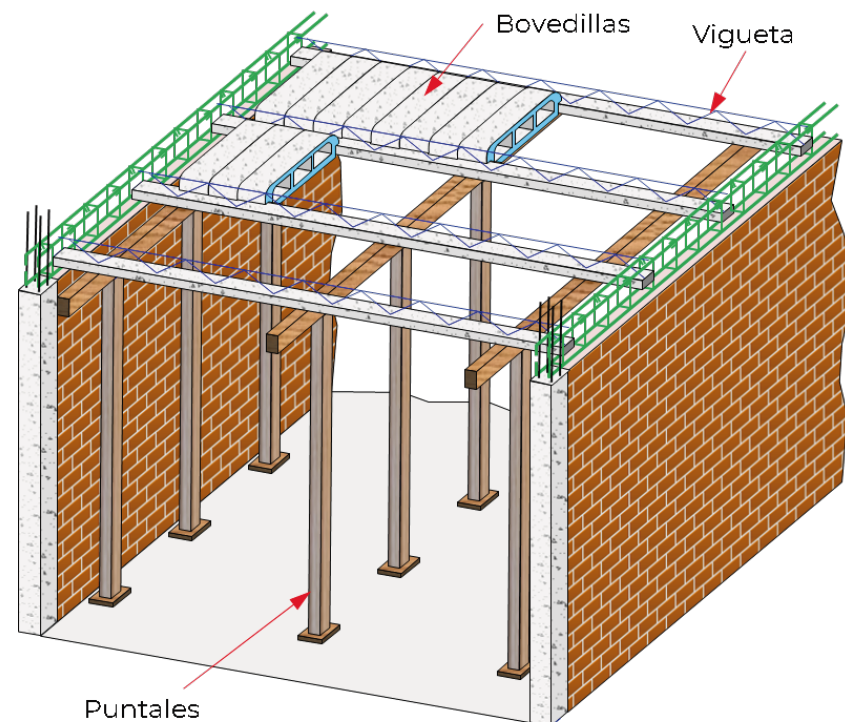
Los puntales se quitan ¡hasta 14 días después de colar!

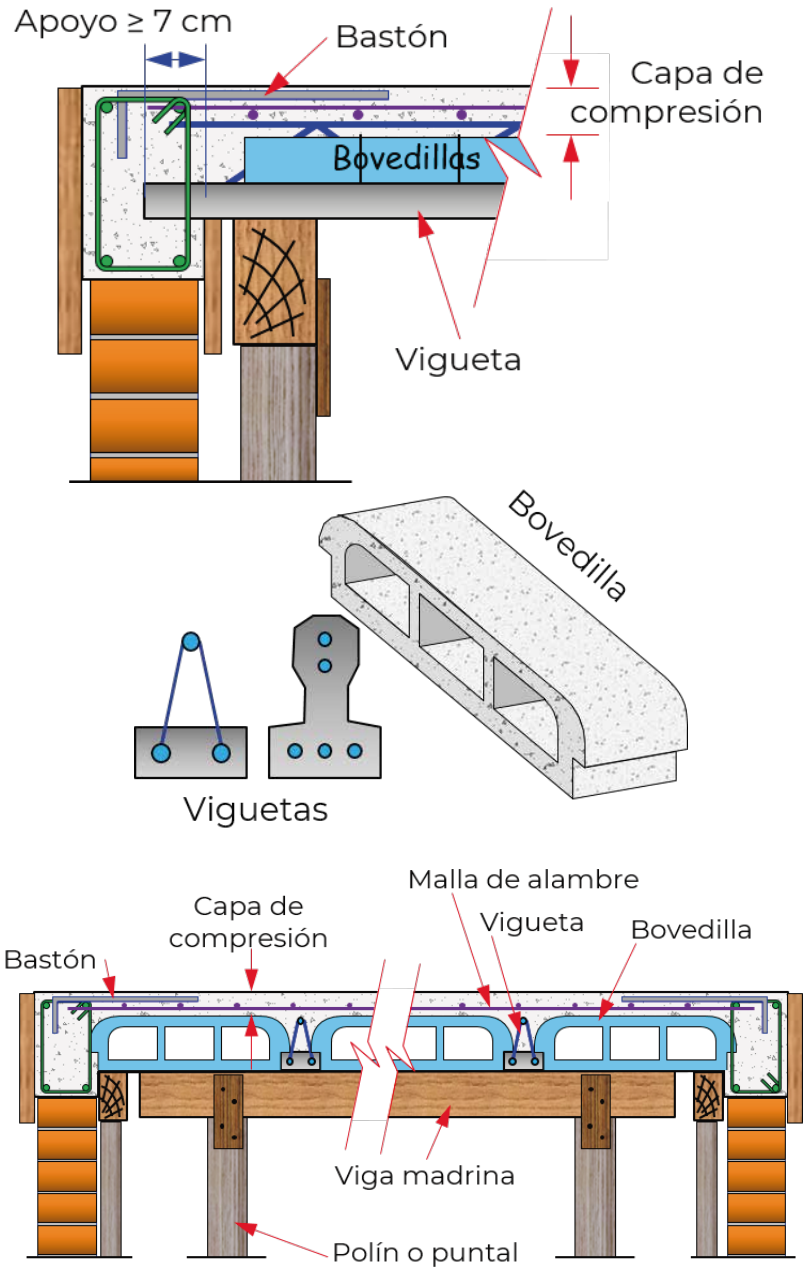
Si se puede, hay que conseguir una revolvedora “de un saco” de cemento. Se pueden requerir 7 u 8 revolturas por cada 10 m<sup>2</sup> de losa de 10 cm de espesor. Hay que calcular el material que se necesitará.



### 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 unisel. La bovedilla solo sirve como cimbra para colar la losa llamada capa de compresión, armada con malla de alambre y de mínimo 5 cm de espesor. Hay que pedir al fabricante de las vigas las adecuadas para su longitud y separación.





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

### Peligro por viento

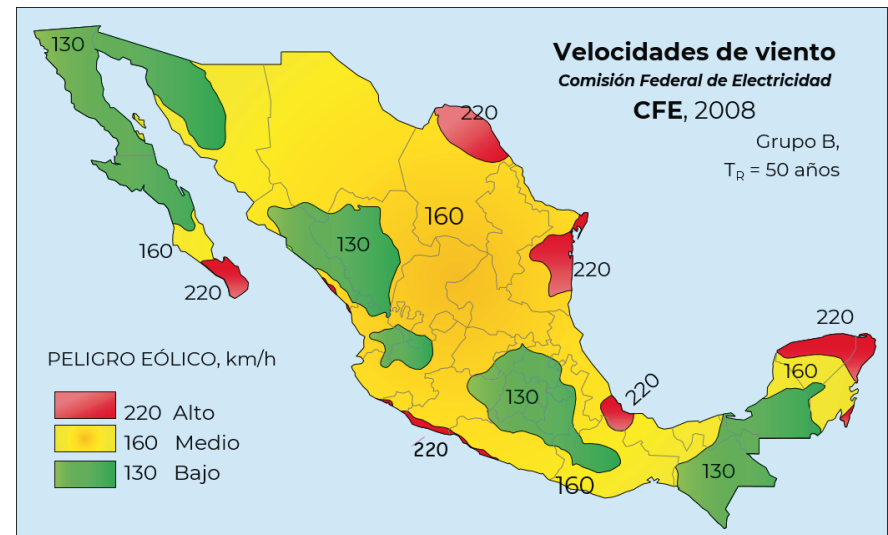
El viento es aire en movimiento, pero cuando su velocidad es muy elevada, genera fuerzas intensas cuando choca con las estructuras y puede producir grandes daños.

La parte más afectada 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.

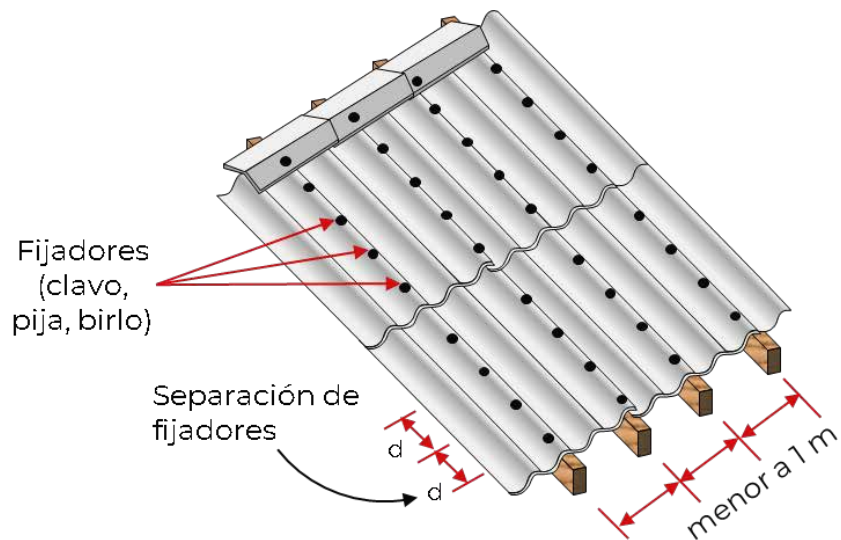
Hay que identificar en el mapa la zona en donde está la vivienda. Si no se puede ubicar la localidad, hay que solicitar ayuda.

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

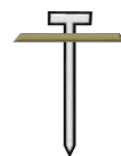




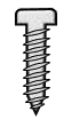
Refuerzo de techos



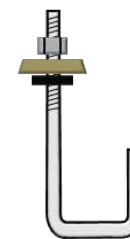
Intensidad de viento	Separación de fijadores (d)
Alta	20 cm
Media	30 cm
Baja	50 cm



Clavo de 3"

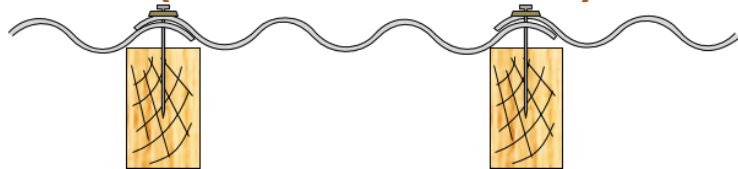


Pija 1/4" (tornillo)

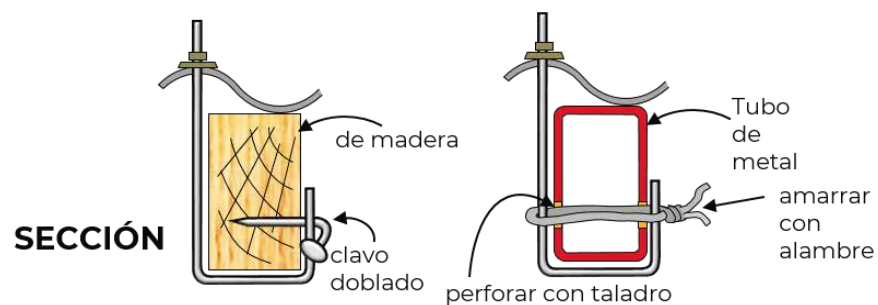


Birlo con goma, tuerca y rondana

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

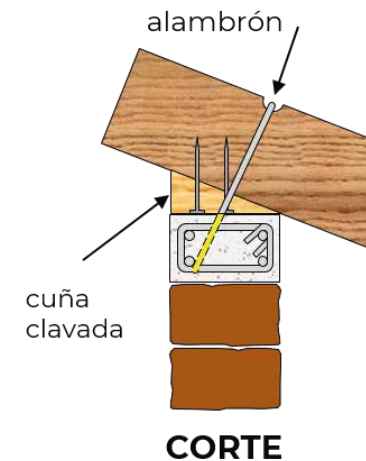
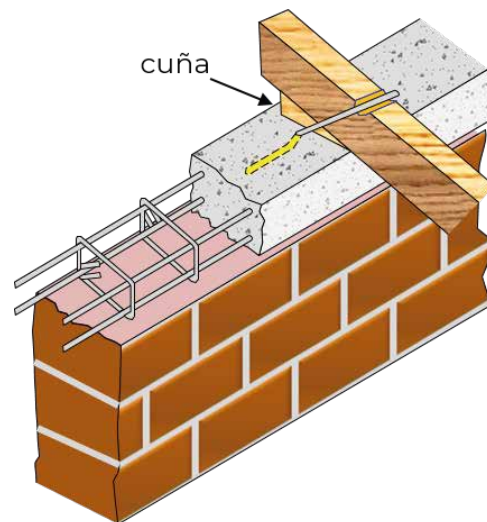


Para fijar las vigas, hay que amarrarlas con alambón ahogado en las trabes



En zonas de intensidad de viento alta:

No hay que usar lámina de cartón ni clavos, sólo pijas o birlos



## 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. Ello provocará gastos extra para mantener en buenas condiciones la construcción, por las constantes reparaciones a que se verá sometida la vivienda en 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 los tenemos presentes sino hasta el momento en que nos vemos en la obligación de aplicarlos, 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 ya se mencionó, el proceso administrativo involucra varios trámites ante la autoridad, que por lo general como ciudadanos tendemos a omitir. Entre todos ellos se encuentra la elaboración de los proyectos arquitectónico y estructural. El reglamento de construcciones de cada localidad se encarga de poner las pautas a seguir para integrar cada uno de ellos, lo cual hace necesario la participación de un auxiliar técnico que asesore a los ciudadanos en la elaboración de estos documentos.

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 del asesor técnico.

Las recomendaciones presentadas en este documento son producto de la experiencia de los especialistas del CENAPRED. En ellas se plasman los resultados del análisis de los daños observados recurrentemente en zonas de desastre, al menos, en las últimas tres décadas, así como los resultados de la investigación experimental que en ese periodo se ha desarrollado en esta institución, para fortalecer la normatividad técnica en todo el país, cubriendo principalmente el sector vivienda con sus estudios de mampostería y estructuras de concreto.

Finalmente, sirva el presente como un material auxiliar para atender algunas de las problemáticas que se consideran más importantes, para lo cual se han mencionado algunas recomendaciones a fin de evitar, en la medida de lo posible, los 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 y cadenas** son los elementos de concreto reforzado (con varillas) que rodean a las piezas de mampostería, su presencia permite definir a la mampostería confinada y es considerablemente más resistente que la mampostería simple, aquella que no tiene estos elementos de concreto. Los castillos son los elementos verticales (como columnas pequeñas) y las cadenas son los elementos horizontales.

**Cimbra** es una especie de molde, generalmente hecho de madera, que permite dar forma a las vigas, dalas, columnas, castillos, losas, zapatas, en fin, 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 cuatro semanas de fraguado (28 días) 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, que se emplea en las cimentaciones con el propósito de incrementar la rigidez y resistencia de las mismas.

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

**Dala** es un elemento de concreto reforzado con varillas que se coloca horizontal en la parte superior e inferior de los muros de tabique, block 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, que se emplea en las cimentaciones con el propósito de incrementar su rigidez y resistencia. Generalmente usado 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 bien del terreno, causado por la acción del viento, la lluvia, 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, y 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 al sistema tradicional de construcción que consiste en levantar muros mediante la colocación manual de tabiques, block, piedra, o cualquier material de ese tipo, que pueden caracterizarse por estar sin labrar.

**Memoria de cálculo** es el documento técnico que respalda a los planos, en ella se resumen las consideraciones para diseño.

**Mortero** es un compuesto de conglomerantes inorgánicos, agregados finos y agua, que sirven para aparejar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de concreto, etc. Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques y para el revestimiento de paredes.

**Planos** son los dibujos donde se muestran los muros o paredes y las distintas habitaciones de la casa (recámaras, cocina, baño, etc.) y que se hacen al marcar las medidas para que el constructor pueda levantar los muros, puertas y ventanas con precisión.

**Pretil** se dice de los muros que no tienen una altura correspondiente a todo el cuarto de la vivienda; también se colocan frecuentemente en la periferia de las azoteas de las viviendas.

**Zapata** es un elemento de la cimentación que permite transmitir adecuadamente las cargas o pesos de las edificaciones al suelo, evitando que éste falle; es decir, sin que el suelo presente hundimientos o deformaciones grandes.

## **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

- Manual de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda, Facultad de Ingeniería de la UNAM, CEMEX, México, s/f.  
[http://www.enmarcha.unam.mx/manual\\_autoconstruccion.pdf](http://www.enmarcha.unam.mx/manual_autoconstruccion.pdf)
- Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo, de la Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Eléctricas, México, 2008.
- Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento, Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Eléctricas, México, 2008.
- INIFED (2011), Norma mexicana NMX-R-003-SCFI-2011 Escuelas–Selección del Terreno para Construcción –Requisitos (Cancela a la NMX-R-003-SCFI-2004).  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104884/NMX-R-003\\_Escuelas\\_Seleccion\\_del\\_terreno.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104884/NMX-R-003_Escuelas_Seleccion_del_terreno.pdf)
- Atlas Nacional de Riesgos, aplicación de Sistemas de Información Sobre Riesgos, CENAPRED, México, 2020.  
<http://www.atlasmacionalderiesgos.gob.mx/>  
<http://www.atlasmacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>
- Cartilla breve para refuerzo de la vivienda rural de autoconstrucción contra sismo y viento, CENAPRED, México, 2014.  
<http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/120-CAR-TILLABREVEPARAREFUERZODELAVIVIENDARURALDEAUTOCONSTRUCCINCONTRASISMOYVIENTO.PDF>
- Manual de Autoconstrucción Sismorresistente de Viviendas de Mampostería, CENAPRED, México, 2018.  
<http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/381-MANUALDEAUTOCONSTRUCCINSISMORRESISTENTEDEVIVIENDASDEMAMPOSTERA.PDF>

La Guía básica para autoconstrucción de vivienda segura  
fue publicada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Tipografía Montserrat de 12 puntos

Se imprimió en NOMBRE DE IMPRENTA, DIRECCIÓN,  
TIPO DE PAPEL

Tiraje xxx xxx ejemplares.

México, 2020





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](https://gob.mx/cenapred)