

ESTRUCTURAS II

3 SEMESTRE

PARALELO B

DOCENTE: ARQ. VICTOR MOLINA

INTRODUCCIÓN

1. El Ecuador, un país sísmico

La mayor parte del Ecuador está en una zona de gran peligro sísmico (Figura 1) y, por ello, la mayoría de construcciones están en riesgo de sufrir daños por terremotos, como se pudo observar en el terremoto de Pedernales del 16 de Abril de 2016. Esto podría ocurrir, tanto en la Sierra como en la Costa. Si las edificaciones no han sido construidas apropiadamente, si se han deteriorado, si se han ampliado, o se ha cambiado su uso, pueden estar en serio peligro. La Figura 1 puede utilizarse para saber qué tan peligroso es, desde el punto de vista sísmico, el sitio del Ecuador en el que se va a construir. En conclusión, se debe siempre construir una vivienda que sea sismo-resistente, para proteger las vidas de sus ocupantes.

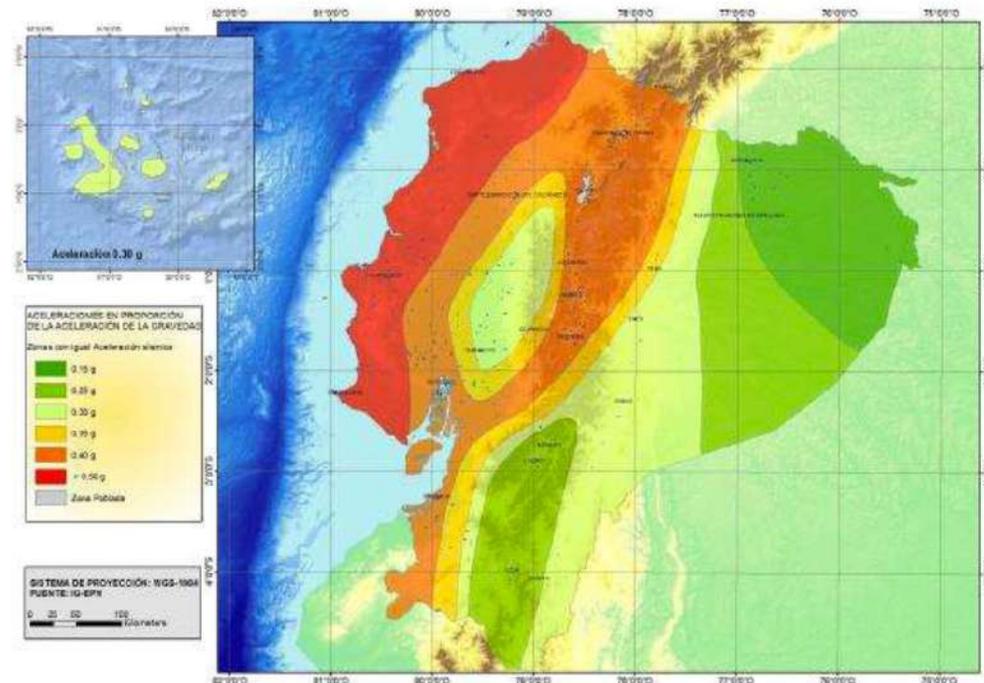


Figura 1: Ecuador, zonas sísmicas: Las más peligrosas son la zona roja y naranja

1.1 Y qué es un sismo:

Los sismos (o también llamados terremotos) son movimientos bruscos del suelo producidos por fuerzas al interior de la Tierra. Los sismos pueden ocurrir en casi todas partes del Ecuador.

1.2 Que daños pueden provocar los sismos:

Existen varios tipos de daños que pueden causar los sismos a las edificaciones mal diseñadas y construidas, que van desde la rotura de vidrios, caída de antepechos, rajadura de paredes, (Figura 2) hasta problemas graves como caída de techos y losas, incluso el colapso total. La caída de los elementos de la vivienda, incluso la caída de la vivienda misma, puede matar a sus ocupantes. Se debe evitarlo!

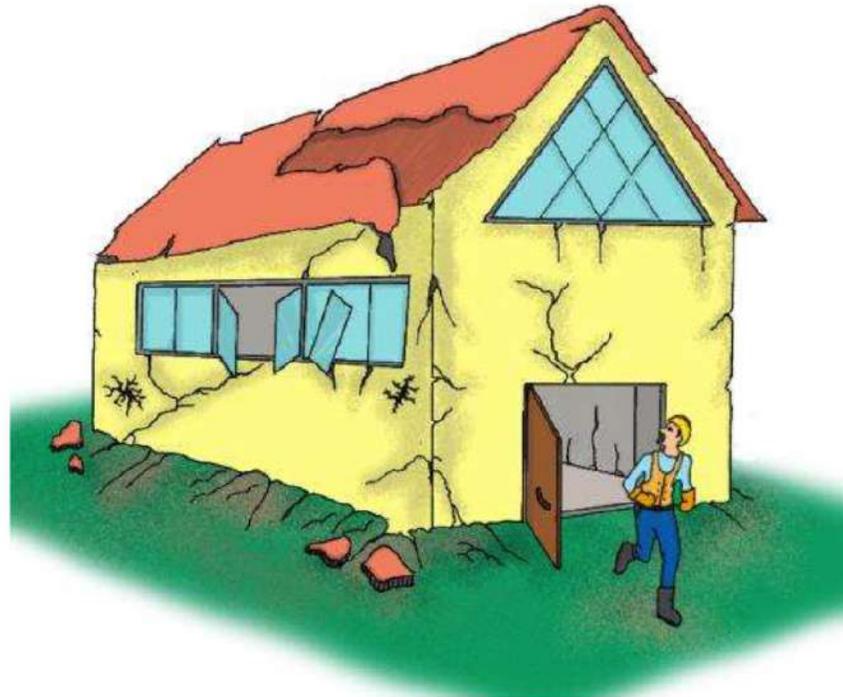


Figura 2: **Daños que puede provocar un sismo**

2. Como se construye una vivienda sismo-resistente:

Una vivienda sismo-resistente es aquella que puede resistir, sin daños mayores, los efectos de un sismo. Para esto se requieren 4 cosas:

1. Planos estructurales: un buen plano estructural es aquel que cumple con todas las indicaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC. Los planos deben indicar claramente las dimensiones de la cimentación, columnas, muros, vigas, losas, así como también la calidad de los materiales que se usará en la construcción. Si se cumplen todos los requerimientos del plano estructural se tendrá una construcción segura.
2. Buen personal: Personas preparadas construyen viviendas seguras. Los maestros de obra y sus colaboradores deben ser dirigidos por un profesional de la construcción (Arquitecto o Ingeniero Civil), y todos deben conocer cómo hacer viviendas seguras. Esta guía ayudará a prepararse mejor, para construir mejor.

3. Buenos materiales: indispensables para que la vivienda resista un sismo fuerte y además para que la estructura principal no se deteriore fácilmente con el tiempo.
4. Hacer bien las cosas: utilizar buenas prácticas de construcción, que han probado ser muy buenas para resistir sismos.

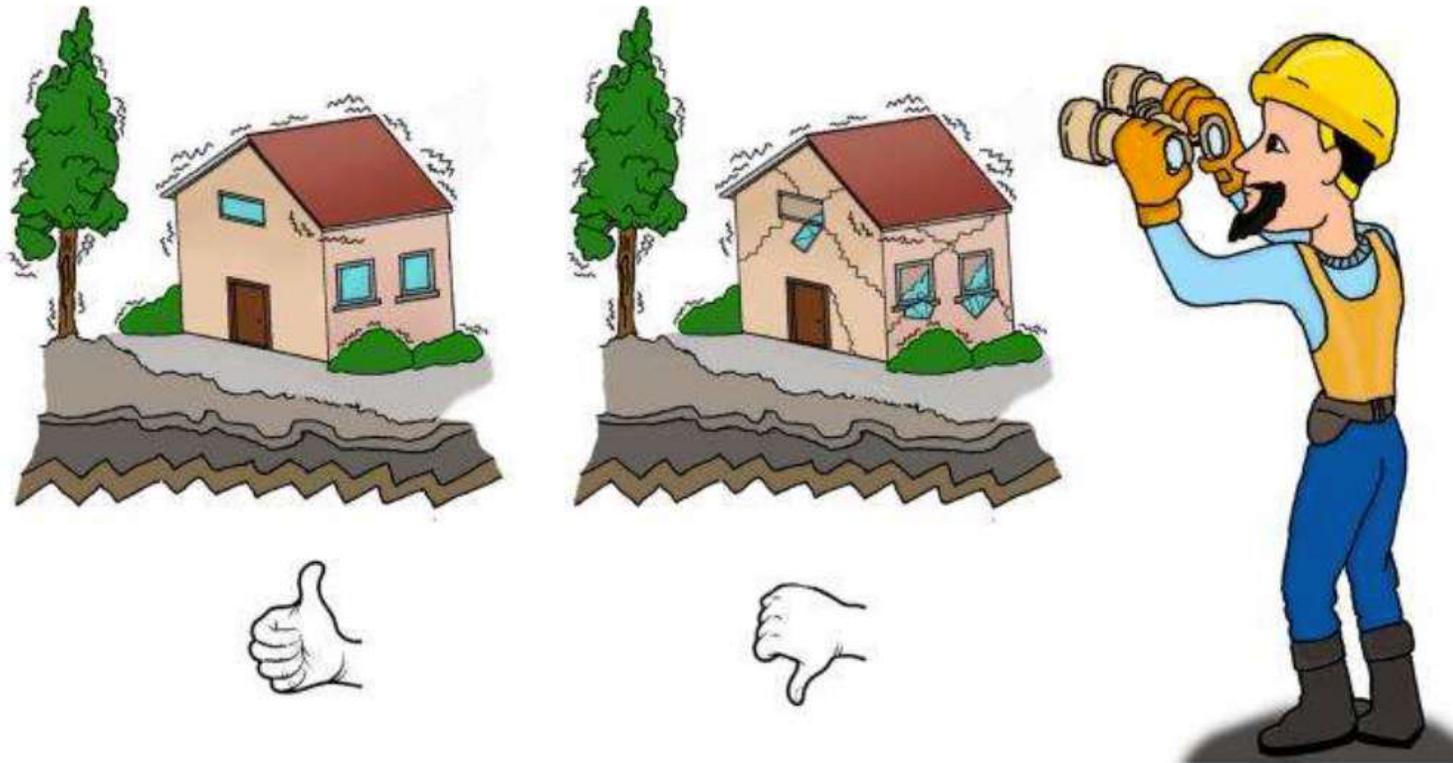


Figura 3: Es una obligación construir viviendas sismo-resistentes, para salvar las vidas de las personas!!

2.1 Elementos estructurales que conforman una vivienda:

La estructura es la parte más importante para que una vivienda pueda soportar los terremotos. Los elementos estructurales que componen la estructura son:

Cimentación: Son los apoyos de la vivienda, y transmiten el peso y todas las cargas de la estructura hacia el terreno.

Columnas: Son los soportes principales de la vivienda, y transmiten el peso y las cargas de los pisos hacia la cimentación de la estructura.

Vigas: son elementos horizontales que transmiten las cargas de los pisos hacia los muros y las columnas.

Muros: son elementos verticales que transmiten las cargas de los pisos y de las vigas a los pisos inferiores de la construcción (si es de más de un piso) y a la cimentación de la estructura. Podrían ser muros de mampostería o muros de hormigón. Si son muros de mampostería, se diferencian de las paredes divisorias, porque los muros cargan, es decir, soportan cargas. Las paredes divisorias solo soportan su propio peso y sirven para dividir los espacios de la casa.

Losa: su función principal es transmitir todo el peso que soporta el piso hacia las vigas, muros y columnas. La losa soporta el peso de muebles, personas, paredes, etc., además de su propio peso. Es un elemento que mantiene unidos a todos los elementos de la estructura.

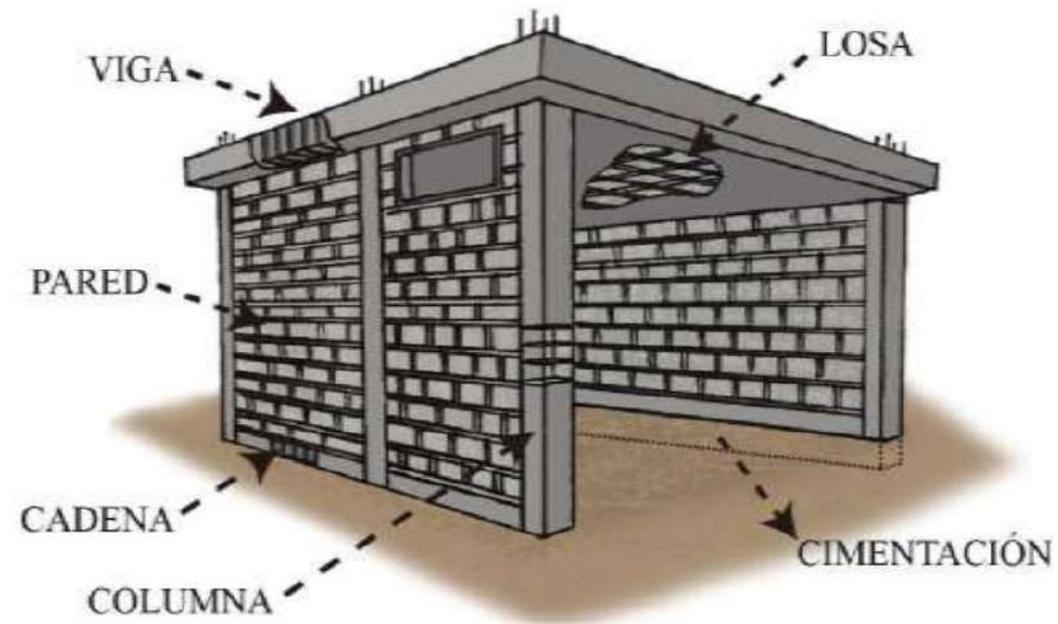


Figura 5: Elementos estructurales que conforman una vivienda

2.2 Formas adecuada de la vivienda:

Es bien conocido que buena parte de las viviendas pueden resistir terremotos si tienen una forma adecuada. Aquí se describe cómo es una forma adecuada:

Simetría: La estructura de la vivienda debe ser lo más simétrica que se pueda, tanto en la forma del piso como verticalmente; es decir, si se divide la vivienda en dos, tres o cuatro partes, estas deben resultar ser muy parecidas. Es muy importante entonces evitar estructuras con formas de piso tipo L, T, U, I, y también viviendas muy largas. La NEC recomienda que la vivienda tenga de largo menos que 4 veces el ancho y menos de 30 metros.

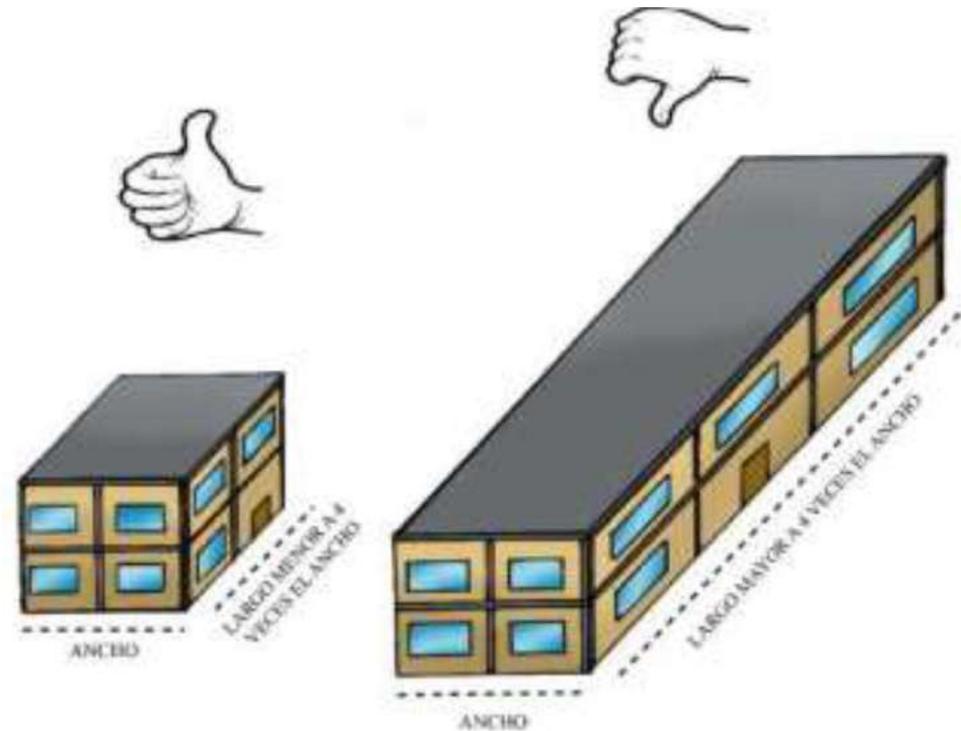


Figura 6: **Simetría en viviendas**

Continuidad en losas: es importante evitar tener grandes huecos o aberturas en losas y techos. Esto le da continuidad al piso y funciona mejor ante un sismo.

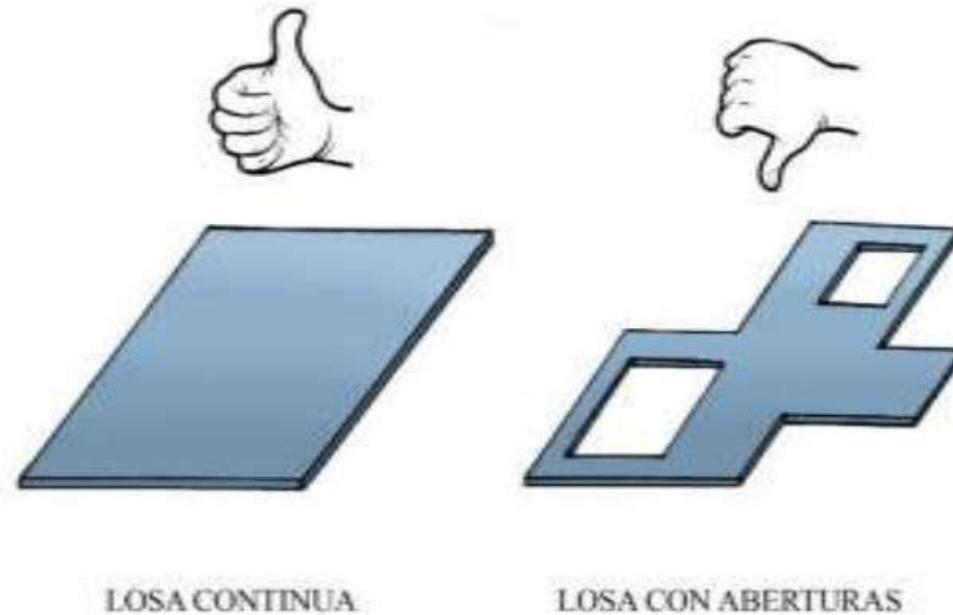


Figura 7: **Continuidad en losas**

Ubicación de aberturas para puertas y ventanas: las aberturas de las puertas y ventanas deben estar muy bien ubicadas, esto es, alineadas en toda la altura de la vivienda. Las puertas y ventanas, si se pueden, deben llegar hasta las vigas o losas del piso, evitando los dinteles.

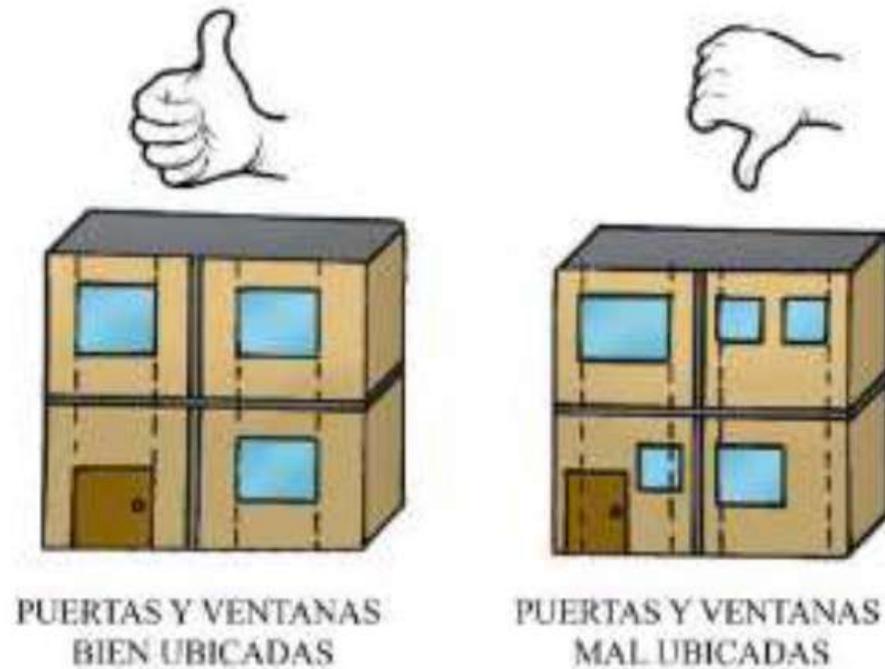


Figura 8: **Alineación de aberturas para puertas y ventanas**

Ubicación de muros: Si se van a utilizar muros que cargan (es decir, si no serán simples paredes divisorias), es muy importante que los muros sean continuos a todo lo alto de la vivienda, es decir, los muros de los pisos superiores deben estar alineados y ubicados sobre los muros de los pisos inferiores. Además, deben existir muros en las dos direcciones de la vivienda, ya que no sabemos en qué dirección le golpeará el sismo a la estructura.

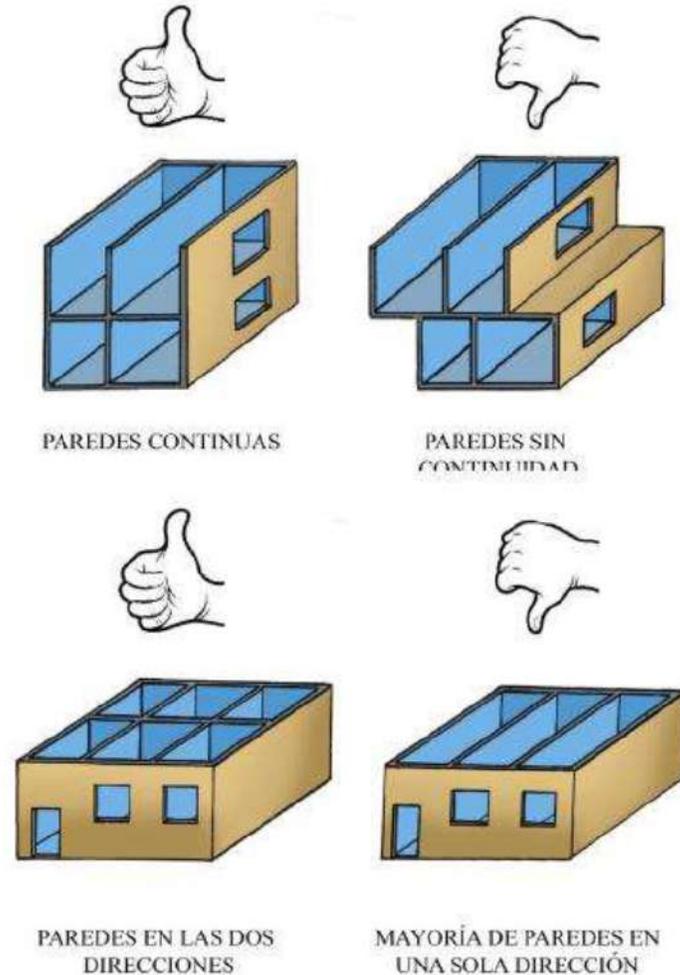


Figura 9: **Ubicación de muros portantes**

2.4 Consideraciones sobre la ubicación de la vivienda:

Es muy importante ubicar un terreno seguro para la construcción de la vivienda, para evitar problemas posteriores que dañen sus elementos estructurales y se deteriore con facilidad, salvaguardando la vida de las personas. Estos son algunos consejos útiles sobre el sitio de construcción:

- No se debe construir una vivienda sobre rellenos mal compactados o rellenos sanitarios, ya que con el paso del tiempo la estructura se va a asentar y presentará problemas que van desde descuadre de puertas y ventanas, fisuras y rajaduras en paredes, hasta incluso el colapso de la vivienda.
- No se debe construir muy cerca a laderas y taludes inestables, ya que se pueden presentar deslizamientos de tierra debido a sismos pequeños o por problemas de humedad del terreno que debilitan a la ladera. Si esto ocurre, la estructura de la vivienda puede estar en peligro.
- No se debe construir cerca de cauces de quebradas, ríos, esteros, depósitos de agua o terrenos inundables, porque esos sitios pueden sufrir inundaciones que debilitan la cimentación, e incluso pueden destruir toda la vivienda.

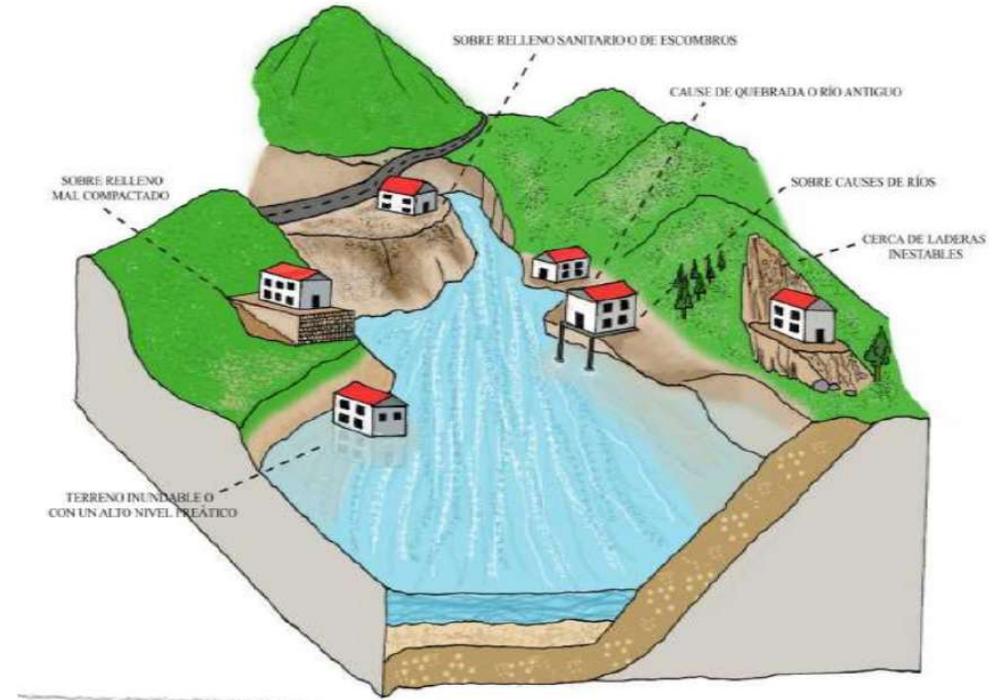


Figura 11: Ubicaciones inadecuadas de una construcción

- El sitio más adecuado para construir una vivienda es sobre suelo plano, firme, seco y resistente.

3. El hormigón

El hormigón (también llamado concreto) es el material de construcción más utilizado en el mundo, por ser resistente, económico, durable, que puede fabricarse fácilmente en el sitio de la obra y cuyos ingredientes son también fáciles de conseguir y usar. Puede hacerse de distintas resistencias y cada elemento estructural de una vivienda puede utilizar un hormigón diferente, cuya resistencia debe estar indicada en el plano estructural.

Los principales componentes del hormigón son el cemento, el agua, la arena, el ripio y, ocasionalmente, por indicación del ingeniero, pueden añadirse aditivos que son mezclas químicas que mejoran las características del hormigón.



Figura 12: Componentes del hormigón.

3.1 Características del hormigón

Las principales características que un hormigón debe tener son las siguientes:

- Gran resistencia

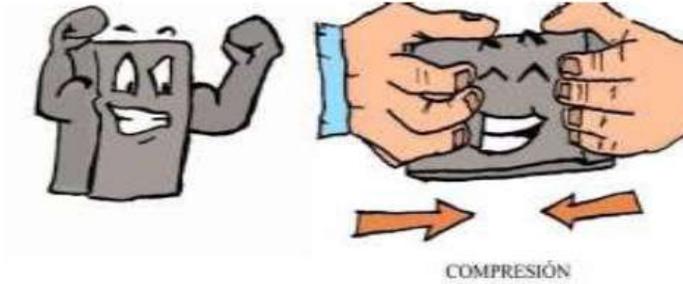


Figura 13: Un buen hormigón es muy resistente

- Soporta el fuego de un incendio



Figura 14: Un buen hormigón resiste al fuego

- Resiste diferentes condiciones que presenta el medio ambiente (es impermeable, durable, fuerte).

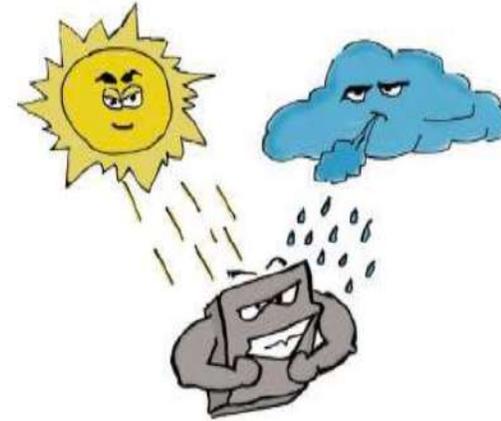


Figura 15: Un buen hormigón es durable y resiste el medio ambiente.

La buena calidad del hormigón no sólo depende de contar con buenos materiales, sino también de que la mezcla de éstos se los realice en las cantidades correctas (a esto se le llama dosificación). Además, se debe tener en cuenta el transporte (si es el caso), la colocación, la compactación y el curado. Todos estos procesos influirán de manera directa en la resistencia del hormigón y se describen a continuación:

3.2 Ingredientes del hormigón:

Cemento: Es indispensable que esté en buenas condiciones y para esto la manera de almacenarlo es muy importante.

- Se recomienda que el tiempo máximo de almacenamiento en la obra sea de 2 meses pues se endurece y ya no es útil.
- La altura máxima al apilar el cemento es de 10 bolsas y se lo debe cubrir con plástico y no asentarlo directamente sobre el suelo para evitar la humedad. Con el agua, el cemento se estropea.

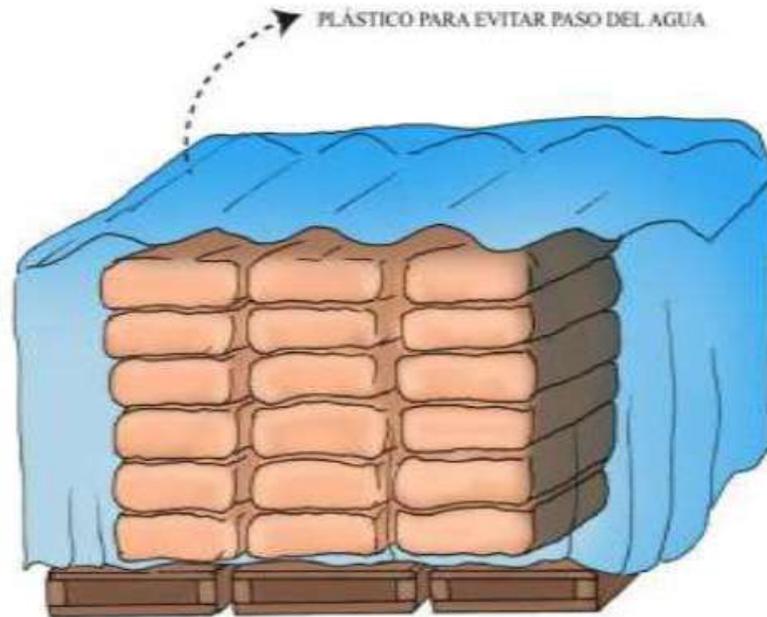


Figura 16: **Almacenamiento del cemento protegido de la humedad**

Arena: llamada también agregado fino, el tamaño máximo de los granitos de arena no debe ser mayor a 5 milímetros. Es importante que esos granos estén limpios, libres de raíces, tallos, excrementos, etc. La arena se la debe almacenar en lugares limpios y preferentemente tapado con plástico. No se debe utilizar arena de mar, pues tiene sales corrosivas para las varillas.

Ripio: llamado también agregado grueso, el tamaño máximo de los ripios dependerá del tipo de hormigón. Para el hormigón normal de losas y columnas, no debe usarse ripios más grandes que 3 o 4 centímetros, para facilitar la colocación y bombeo. Al igual que la arena, es importante que el ripio esté libre de raíces, tallos, excrementos, etc., y se debe almacenar en lugares limpios y preferentemente tapado con plástico.

Agua: El agua es uno de los materiales más importantes del cual dependerá mucho la calidad y resistencia del hormigón. El agua a usarse debe estar lo más limpia posible, sin olor, color, ni sabor. No debe presentar espuma al momento de agitarla. Nunca se debe utilizar el agua del mar, ya que la sal que contiene afectará las varillas.

Aditivos: son productos químicos (líquido o polvos) que se añaden a la mezcla en pequeñas cantidades, para que mejore el hormigón. Existe gran cantidad de estos productos que tienen diferentes usos en el hormigón como acelerante, reductor de agua, retardante, etc., y se deben usar siempre que el profesional a cargo de la obra lo dicte.

3.3 Dosificación y mezcla

Para preparar un buen hormigón es importante utilizar la cantidad apropiada de cada ingrediente. Para lograr una buena dosificación se debe tener en cuenta la consistencia que se necesite y la resistencia que se indica en los planos estructurales. La consistencia es la forma, manejabilidad o trabajabilidad de la mezcla cuando está recién preparada, lo que permite llegar a todos los lugares del encofrado, evitando la formación de huecos o cangrejas. La dosificación la realiza el ingeniero a cargo de la obra.

La resistencia del hormigón dependerá en gran parte de la cantidad de agua y de cemento presente en la mezcla. Si se pone mucha agua, ésta se evapora y crea fisuras, huecos o cangrejas en el hormigón, se separan los ripios del cemento, cayendo la resistencia, mientras que si se pone poca agua, se crea una mezcla difícil de manejar, se complica la fundición y muy probablemente se generen huecos y cangrejas.



Figura 17: **La cantidad de agua justa produce el mejor hormigón**

La dosificación que más se utiliza para elementos estructurales como cimentaciones, cadenas, muros de contención es:

- 1 saco de 50 kilogramos de cemento
- 28 litros de agua (algo más de una caneca)
- 2.5 parihuelas de arena al ras
- 3 parihuelas de ripio al ras

La dosificación que más se utiliza para contra-pisos es:

- 1 saco de 50 kilogramos de cemento
- 35 litros de agua potable (un poco más de caneca y media)
- 3 parihuelas de arena al ras
- 3.5 parihuelas de ripio al ras

La dosificación que más se utiliza para losas, vigas y columnas es:

- 1 saco de 50 kilogramos de cemento
- 25 litros de agua potable (algo más de una caneca)
- 2 parihuelas de arena al ras
- 2.5 parihuelas de ripio al ras

Siendo las parihuelas típicas, unas cajas de madera o metálicas de 30 a 33 centímetros por lado, que sirven para medir cuanto material entra a la concretetera o mezcladora.

Existen dos maneras de realizar la mezcla de estos materiales: manual y con equipo mecánico (concretetera). Se debe preferir utilizar la concretetera para conseguir una mezcla homogénea.

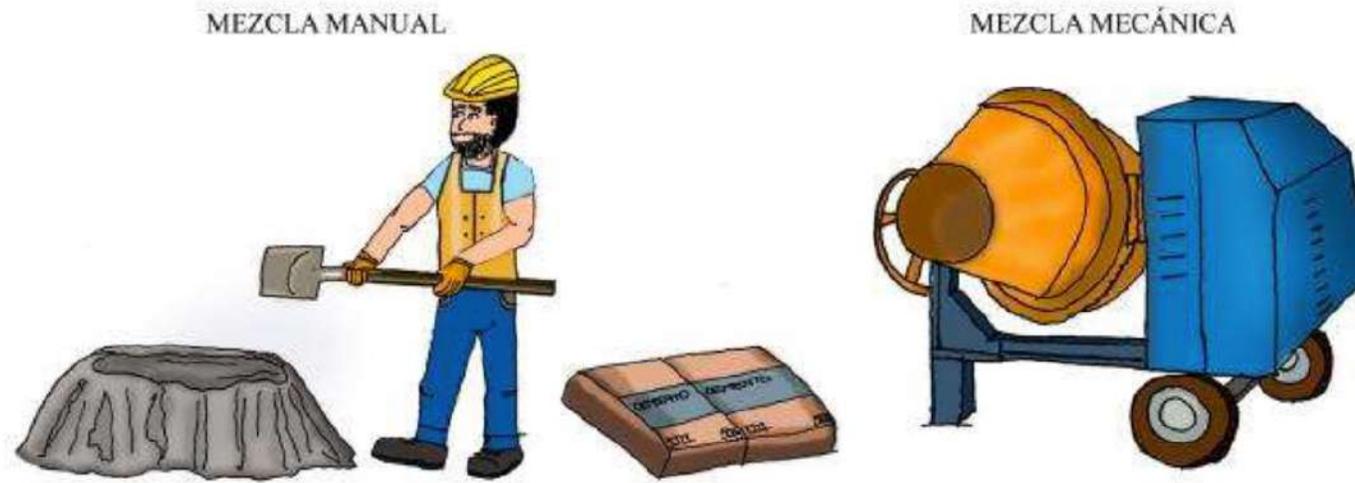


Figura 18: **Maneras de mezclado del hormigón**

El procedimiento que se recomienda para realizar la mezcla en la concretetera es el siguiente: en rotación la concretetera, primero se agrega una cantidad pequeña de agua (unos 2 litros aproximadamente), seguidamente se agrega el ripio, luego se agrega todo el cemento, por último se agrega la arena y paulatinamente el resto del agua. La mezcla se lo hace máximo en 3 minutos pero no menos de un minuto y medio.

3.4 Colocación, compactación y curado

Tan importante como el mezclado del hormigón es su colocación en el encofrado o sitio que lo recibe (fundición). Mientras se funde no se debe añadir agua bajo ninguna circunstancia. Por eso, tampoco se debe fundir si llueve.

Para evitar que la mezcla pierda su humedad, es necesario humedecer los encofrados donde se vaya a colocar el hormigón. La colocación debe realizarse desde la menor distancia posible a su punto final como muestra la figura a continuación. Si se deja caer el hormigón desde mucha altura (más de 1 metro o metro y medio) puede que la mezcla de cemento y arena se separe de los ripios, y no lograremos un hormigón uniforme. Se debe utilizar una manguera de vertido o un tubo.

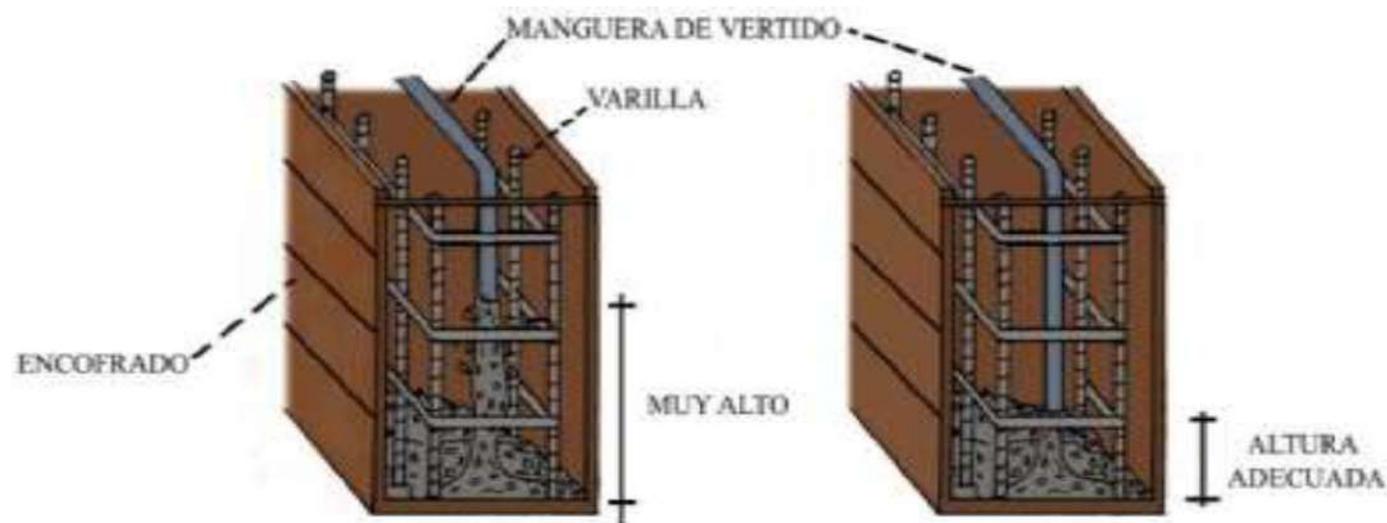


Figura 19: **Hormigón colocado cerca de su posición final**

La compactación (vibrado) del hormigón es importante ya que evitará los posibles vacíos o cangrejeras y se conseguirá un hormigón más uniforme. Esto se lo realiza, por ejemplo, con vibradores, sumergiéndolos verticalmente (no inclinados) entre 10 y 20 segundos. Se vibra cada medio metro de longitud, asegurando que el hormigón esté en contacto con todos los puntos del encofrado y no se formen huecos o cangrejeras.

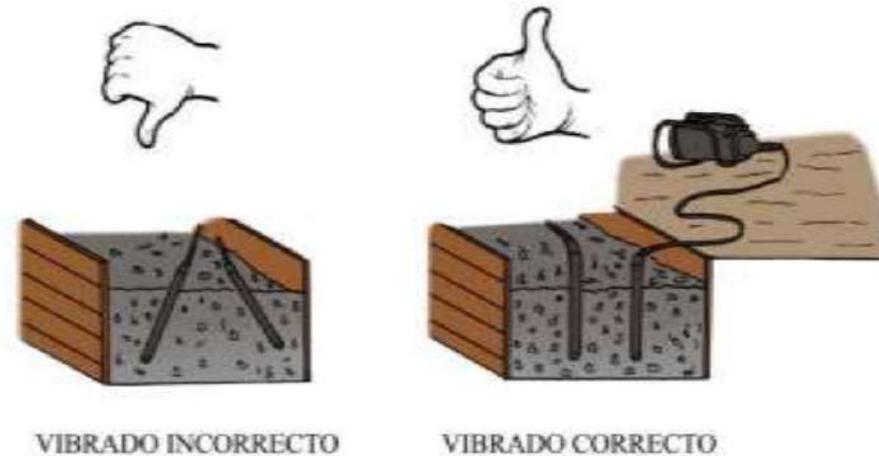


Figura 20: **Posición vertical correcta del vibrador**

Si no se tiene un vibrador, la compactación se lo realiza con un pedazo de varilla, con movimientos rígidos de arriba hacia abajo, taqueando el hormigón. Sin embargo, se prefiere siempre utilizar el vibrador.

Por último, el curado consiste en mantener húmedo un elemento de hormigón, luego de que éste se haya endurecido, es decir, después de 1 o 2 horas de ser colocado. Se lo realiza regando agua a las paredes o la superficie del elemento estructural, o cubriendo el elemento estructural con algún material impermeable que impida se evapore el agua.



Figura 21: **Curado del hormigón**

Este proceso de curado debe durar al menos durante los próximos 7 días después del fraguado del elemento. Sin embargo, se recomienda prolongar el tiempo de curado lo más que se pueda.

4.1.1 Limpieza del terreno

Es la primera actividad que se realiza durante la construcción. Se remueve la posible basura que se encuentre en el sitio, cualquier material que se pueda descomponer, además de desalojar la capa vegetal (suelo orgánico) del terreno (raíces y troncos), tierra suelta y cualquier otro material que impida trabajar en el terreno, como por ejemplo, rocas o troncos muy grandes.



Figura 23: Limpieza del terreno

4.1.2 Nivelación del terreno

Nivelar es lograr que el terreno quede en lo posible plano, listo para construir la vivienda, y conocidas las alturas o niveles a las cuales se construirán los diferentes elementos de dicha vivienda. El terreno debe quedar nivelado a un nivel deseado (también llamado rasante) por encima de la red de alcantarillado principal y de los posibles desagües que existan alrededor. Para manejar las alturas o niveles, uno de los métodos más usados es el método de nivelación de la manguera, que consiste y requiere de:

- 1.- Se necesita una manguera transparente de media pulgada de diámetro y no más de 10 metros de longitud y algunas estacas de aproximadamente de 1.5 metros de longitud.
- 2.- Se llena la manguera con agua limpia y se verifica que no tenga ninguna burbuja en el interior. Se colocan estacas en los bordes del terreno y donde se crea necesario, verificando que estén a plomo (verticales).
- 3.- Con una de estas estacas, se toma un punto de referencia fijo, que puede ser una vereda, por ejemplo, y se marca en la estaca una altura de 1 metro o más, que es el nivel de referencia.
- 4.- Por último, por medio de la manguera, se traslada la marca de esta primera estaca hacia las demás estacas.

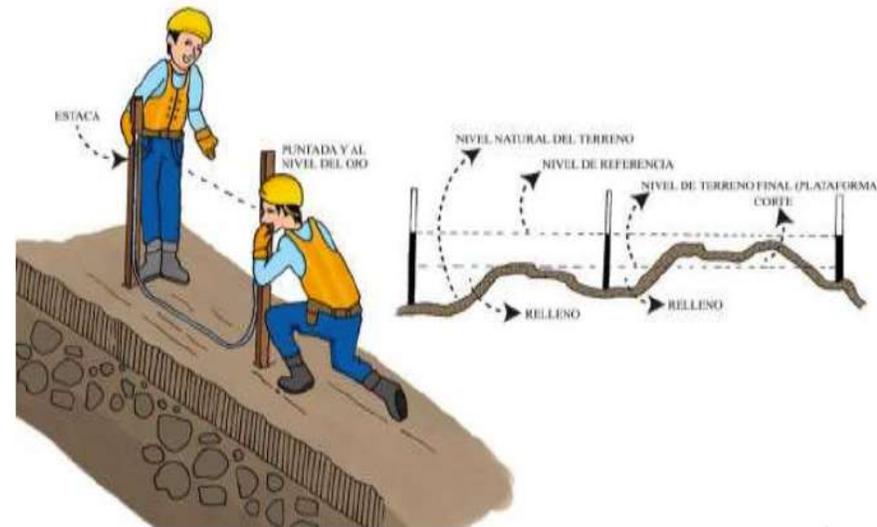


Figura 24: Nivelación del terreno: método de la manguera

4.1.3 Trazado y replanteo

El trazado y replanteo permiten empezar a trasladar la información de los planos hacia el terreno. La primera información que se marca en el terreno son los ejes, que permiten tener las referencias sobre dónde construir los elementos de la vivienda.

Para esto hay que tener claro los bordes del terreno, tomando en cuenta los linderos con los vecinos, si existieran, y los retiros a la vía que exigen las normas municipales.

Para trasladar los ejes del plano estructural (ejes de cimentación), es recomendable construir caballetes, los cuales se colocarán en las esquinas principales de la construcción o donde se crea necesario, para el trazado del eje (ver figura 26). Estos caballetes son generalmente contruidos con estacas de madera de 5 x 5 x 60 cm y una tabla horizontal de 15 cm de ancho y 2 de espesor (puede ser una tabla de monte) que se coloca en la parte superior de las estacas, uniéndolas entre sí (ver figura 26).

Una vez que estén colocados los caballetes, con la ayuda de clavos y piola, se comienza a amarrarlos entre sí, de tal manera que se vayan dibujando los ejes de cimentación que presenta el plano estructural.

Para trasladar los ejes hacia el suelo, que por ahora están representados en las piolas amarrados a los caballetes, se coloca una plomada en un extremo de la piola y luego en el otro, para poder señalar dos puntos en el terreno. Al mismo tiempo, se va trazando el ancho de las cadenas de cimentación al igual que los plintos y se los señala o dibuja con cal o cementina en el suelo.

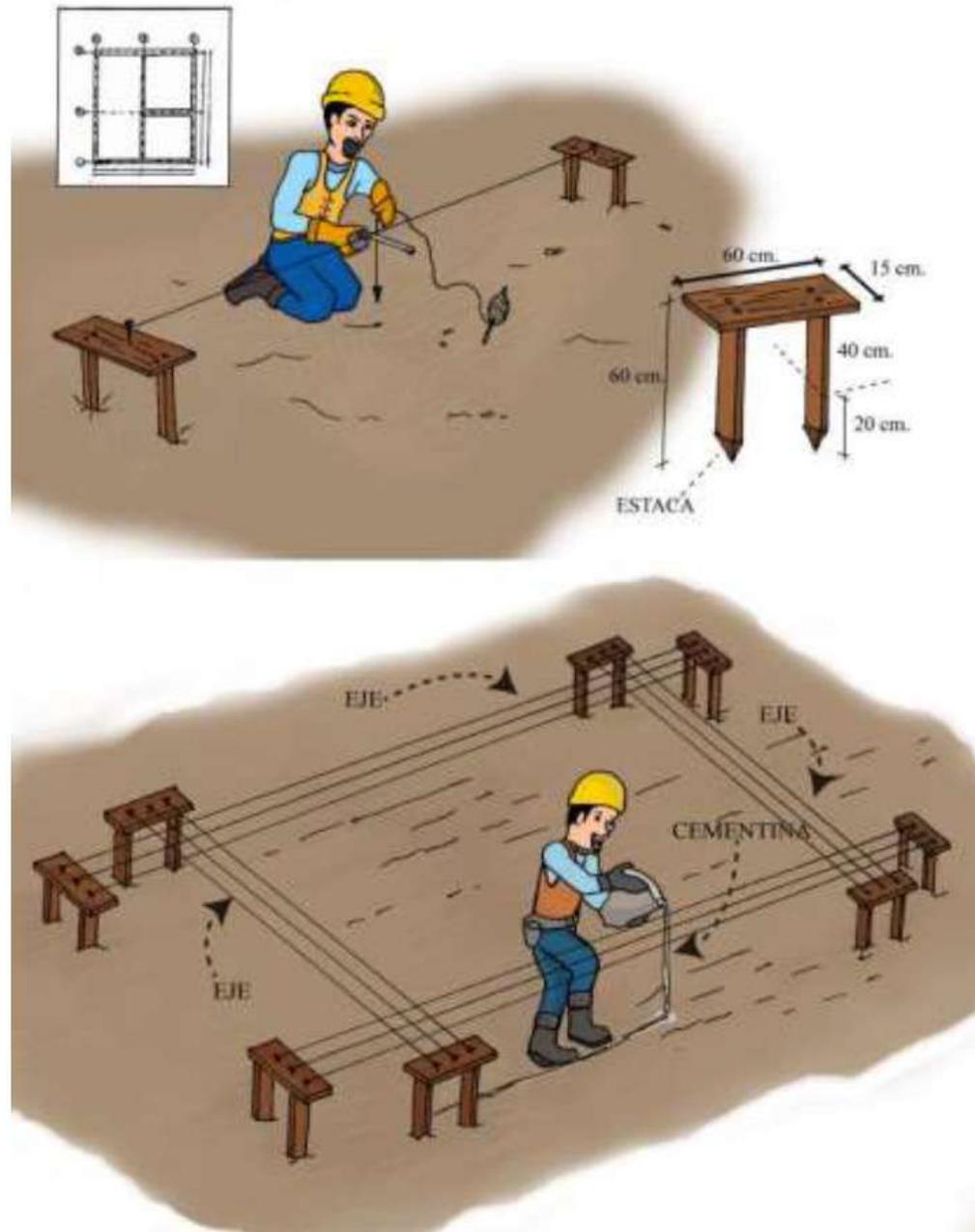
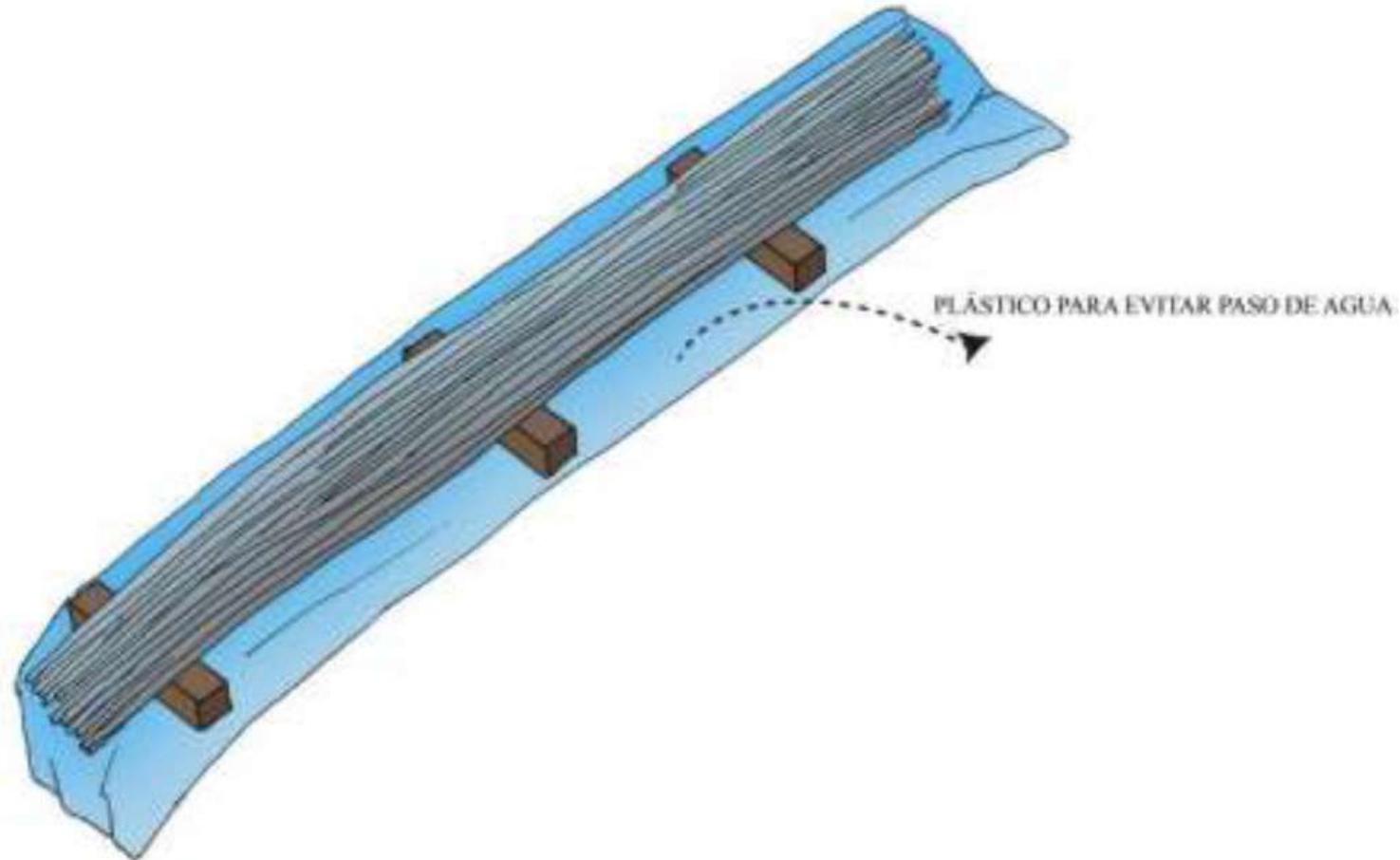


Figura 26: Caballetes, piola y cal (cementina) para trazado de ejes

Todas las varillas de acero que se utilicen en el armado deben estar libres de óxido, grasas, pintura, aceites para que la varilla pueda adherirse de la mejor manera al hormigón. Si se van a almacenar, las varillas de acero no deben estar en contacto directo con el suelo y deben estar cubiertas con plástico para evitar que se oxide. Se debe tener en cuenta también que las varillas de refuerzo vienen de 12 m de longitud y que éstas no deben presentar fisuras y, aquellas varillas que ya se han doblado con anterioridad, no se las debe enderezar y volverlas a usar.



4.3 Cimentación

La cimentación de una vivienda es la encargada de transmitir uniformemente todas las cargas de los pisos hacia el terreno y se la debe construir sobre suelo firme, nunca sobre relleno.

Existen varios tipos de cimentación tales como: zapatas aisladas, zapatas combinadas, losa de cimentación, vigas de cimentación y, dependiendo la calidad de suelo, se usan también pilotes enterrados. El tipo más común de cimentación para una vivienda son las zapatas aisladas o combinadas, conectadas entre sí con cadenas que se cimientan sobre un soporte de hormigón ciclópeo. Se describe a continuación la construcción de zapatas aisladas para soportar las columnas de una vivienda.

4.3.1 Excavación para plintos y cadenas

Una vez realizado el trazado y replanteo de la vivienda se conoce donde se ubicarán los plintos (que son huecos excavados donde se construirán las zapatas de hormigón que soportan las columnas). Para excavar los plintos se deben seguir los mismos consejos descritos para la zanja de cimentación de muros, descritos anteriormente.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC exige que las zapatas aisladas deben ser cuadrangulares o rectangulares. Siempre que sea posible, deben ser construidas de tal manera que su centro coincida con el centro de la columna o muro que la soportará.

La profundidad y área de excavación se las puede encontrar en los planos estructurales. Sin embargo, la Norma Ecuatoriana de la Construcción indica que la profundidad entre la superficie del contrapiso y el fondo de la zapata debe ser de al menos 1 metro, mientras que la menor dimensión de la zapata debe ser también de al menos 1 metro con un espesor mínimo de zapata de 15 cm.

Una vez terminada la excavación de los plintos, se realiza la excavación de la cimentación de las cadenas o riostras; de igual manera, los tamaños y la profundidad de excavación se los puede encontrar en los planos estructurales.

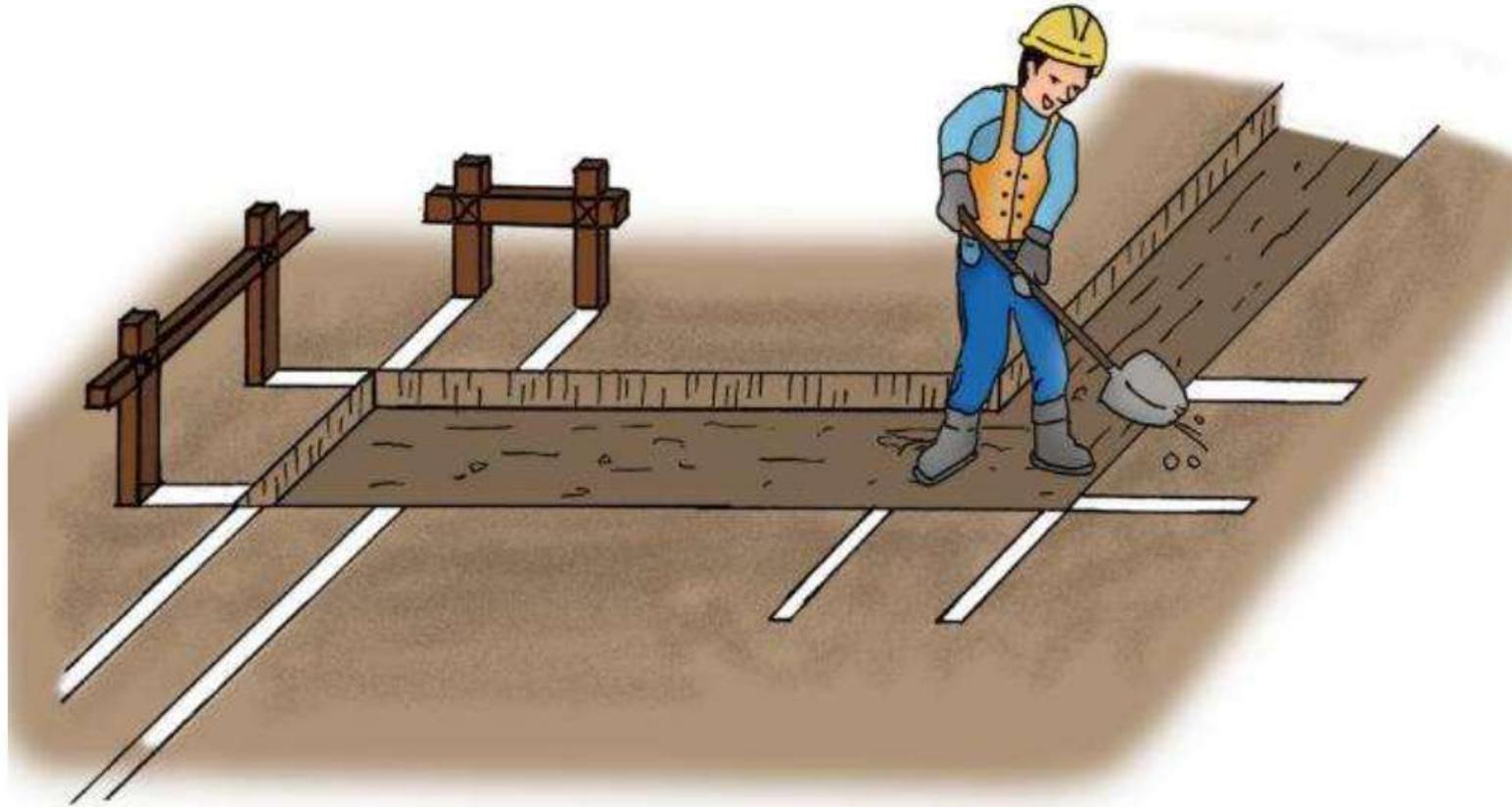


Figura 37: **Excavación a mano de plintos y cadenas**

Teniendo el fondo de excavación ya compactado, se procede a fundir un replantillo o loseta de hormigón pobre, por lo general de 5 a 8 cm de espesor. El replantillo permitirá tener una superficie nivelada, rugosa y compacta para proceder al armado de la “parrilla” de varillas (figura 40) de las zapatas y el pie de columna (ver figura 41).

4.3.2 Armadura para plintos aislados y pie de columna

Se procede a armar la “parrilla” de varillas de acero de cada una de las zapatas, formando una cuadrícula, como se puede observar en la figura 40. Los tamaños, tipo y ubicación de las varillas constan en los planos estructurales. Las varillas se mantienen juntas mediante alambre de amarre de acero, que impiden su movimiento durante la fundición de la zapata. Para evitar el contacto directo entre las varillas y el replantillo, se colocan galletas (de 7.5x7.5x7.5cm) o separadores de varillas que aseguran la posición exacta de la parrilla dentro de la zapata. Estos 7.5 cm son requerimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

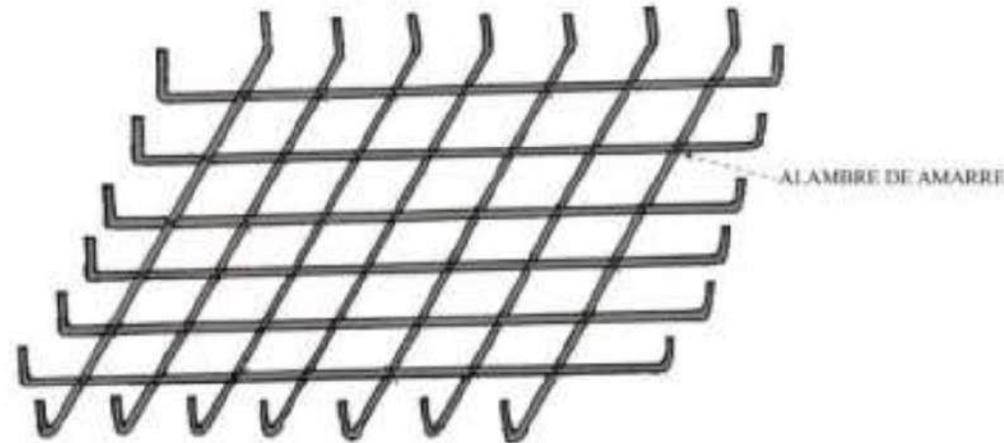


Figura 40: Armadura de zapatas aisladas.

Una vez colocada la armadura de las zapatas, se procede a armar el pie de la columna con sus respectivos estribos y se dejarán las varillas longitudinales de las columnas en toda su altura, mientras no se necesite realizar un traslape (ver la sección construcción de columnas), la cual irá sujeta a esta “parrilla”, por medio de apoyos (“patas”) formadas con las mismas varillas longitudinales de la columna pero dobladas en “L” como se muestra en la figura 41, y amarradas con alambre de acero.

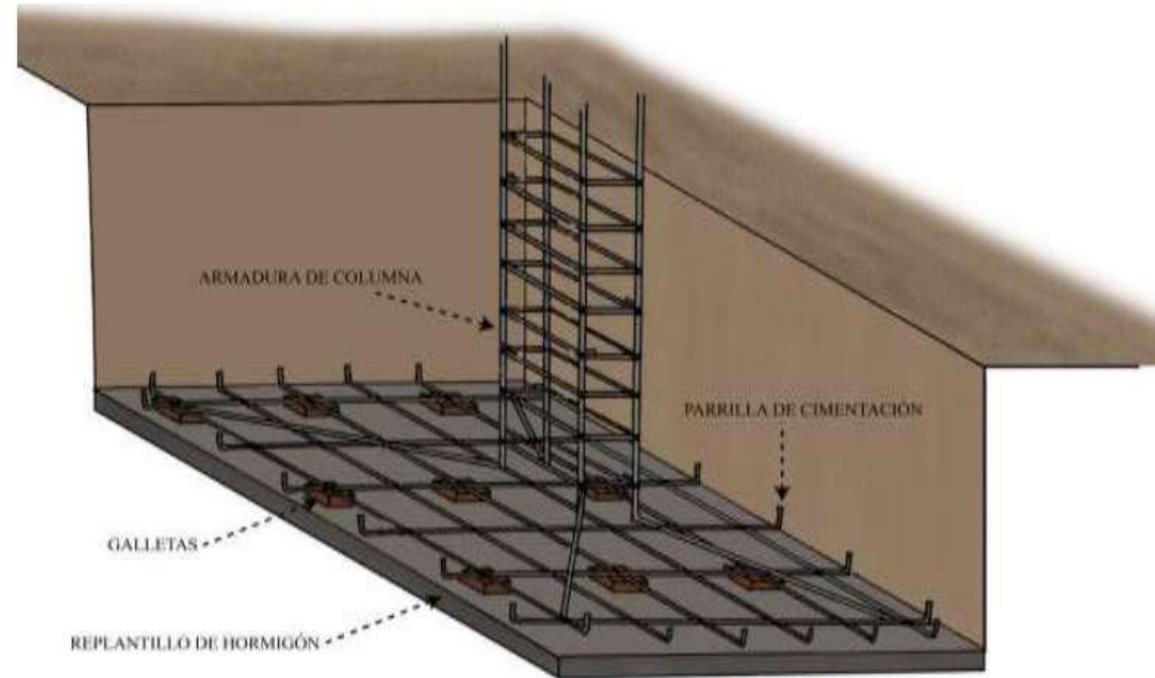


Figura 41: Armadura de columna (pie).

La longitud mínima de estos apoyos en “L” dependerá del diámetro de la varilla longitudinal de la columna; típicamente es igual a 12 veces el diámetro de la varilla.

De igual manera se deberán colocar los estribos, en este pie de columna, como se muestre en el plano estructural. El armado que especifica la Norma Ecuatoriana de la Construcción para columnas

4.3.4 Fundición de zapatas

Para comenzar a fundir las zapatas, es recomendable sujetar con alambre galvanizado la armadura del pie de columna para evitar que se mueva de su sitio. Además, se requiere humedecer las paredes y el fondo de la excavación para evitar que estos absorban el agua del hormigón que se utilizará. El espesor de la zapata se lo encontrará en los planos estructurales. Nunca se deja la fundición de una zapata incompleta.



Figura 42: **Fundición de plintos.**

4.3.5 Fundición de pie de columna

Revisada la posición de las columnas según los ejes de la vivienda, se procederá a encofrar el pie de columna, hasta un nivel inmediatamente inferior al nivel de cadena o, lo que es lo mismo, hasta el nivel superior de la cimentación de las cadenas. Para esto se pueden usar tableros de madera o metálicos. Se debe apuntalar bien este encofrado para soportar las presiones que ejerce el hormigón. Esto permitirá el posterior armado de las cadenas y riostras y su cimentación. Luego se funden los pies de las columnas con el hormigón de resistencia especificada en los planos.



Figura 43: **Encofrado y fundido de pie de columna.**

4.6.1 Armadura de columnas

Como se explicó en la sección cimentaciones, antes de fundir la zapata se deberá armar el pie de columna, el cual estará amarrado a la parrilla de la zapata, y se dejarán las varillas longitudinales de la columna en toda su altura, donde se procederá a colocar los estribos. Toda la armadura y detalles de columnas como son su tamaño, diámetros de varillas longitudinales, diámetro de estribos, espaciamiento de estribos, doblado de extremos de estribos, ubicación de varillas, etc. se encontrará en los planos estructurales.



Figura 74: Armado de varillas de acero de columnas

Los estribos deben terminar en ganchos con patas de 10cm medidas después del doblado y deben quedar inclinadas hacia adentro del estribo. Dichas patas se colocan de manera alternada en la altura de la columna, como se muestra en la figura 75. La misma figura 75 muestra los inconvenientes de no hacer ganchos o hacer ganchos mal doblados.

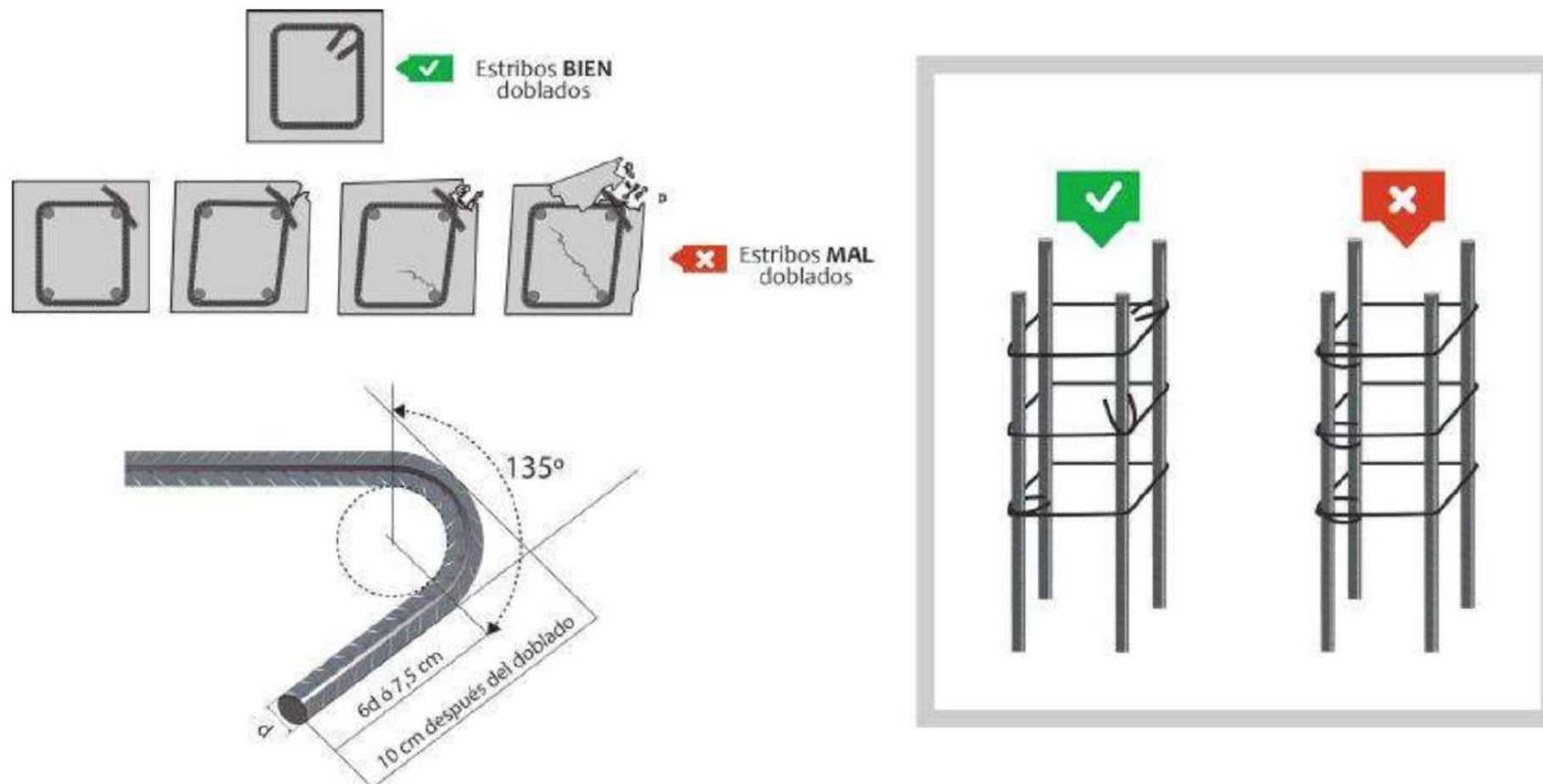


Figura 75: **Doblez de gancho para estribo de 8 milímetros y colocación alternada de estribos**

Para viviendas que tengan más de dos pisos y luces mayores a 5 metros de longitud, la Norma Ecuatoriana de la Construcción especifica lo siguiente:

- La sección transversal más pequeña de una columna será de 30 centímetros.
- El diámetro mínimo de estribos es de 10 milímetros.
- Respecto al espaciamiento de estribos y zona de traslape de acero longitudinal: se deben seguir los requisitos mostrados en la figura 76.

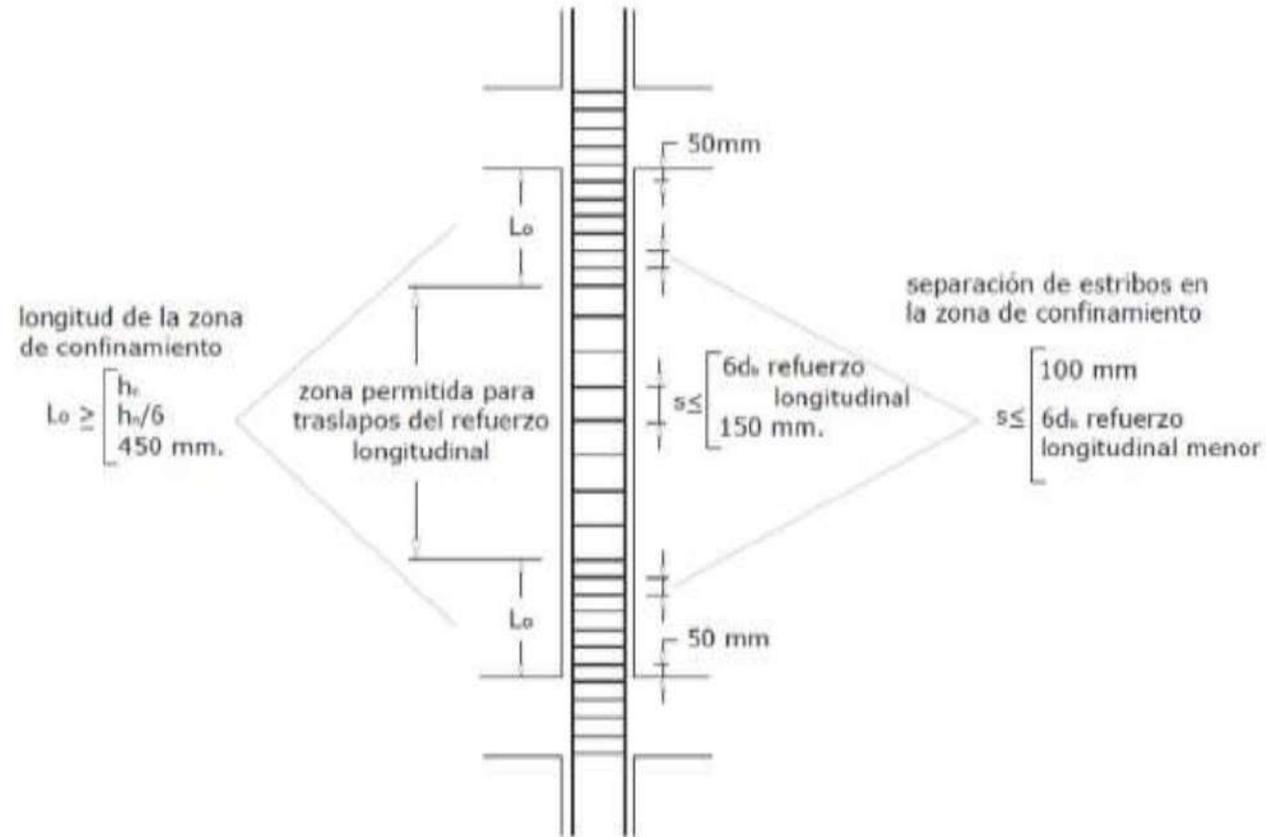


Figura 76: Separación de estribos en viviendas de más de 2 pisos o con luces mayores a 5m

4.6.2 Encofrado de columnas:

Antes de armar el encofrado de columnas es importante replantear los ejes de éstas para constatar su ubicación y tamaño.

Las columnas se podrán encofrar con tableros metálicos o de madera. A continuación se detalla como armar un encofrado de madera.

Los tableros de madera estarán unidos por abrazaderas cada 50 centímetros como máximo. Para armar estos tableros se utilizarán listones 5 x 10, 7.5 x 7.5 o de 7.5 x 10 centímetros; el largo depende de la columna. Para sujetar los tableros se puede usar alambre de amarre.

Estos tableros de encofrado deben estar asegurados hacia el piso por medio de puntales que pueden ser de 7.5 x 7.5 centímetros, apoyados con soportes de tabla, estacas u otro material, fijados al piso u otro elemento resistente. Terminado el encofrado se debe verificar que esté completamente vertical por medio de una plomada. Si la columna es esquinera se la debe replantear con escuadra.



Figura 77: Encofrado de columnas

4.6.3 Fundición de columnas:

Se recomienda fabricar el hormigón de las columnas utilizando una concreteira. La resistencia requerida del hormigón se podrá encontrar en los planos estructurales.

Si la fundición se realiza con una concreteira se debe procurar que el transporte del hormigón hacia la columna sea lo más rápido posible para evitar que la mezcla se separe, ya que las piedras tienden ir hacia el fondo. Mientras se funde una columna es importante ir compactando el hormigón por capas,

por medio de un vibrador, evitando así la formación de posibles vacíos que debilitarán la columna. La mayor parte de estos vacíos se producen en los pies de las columnas.

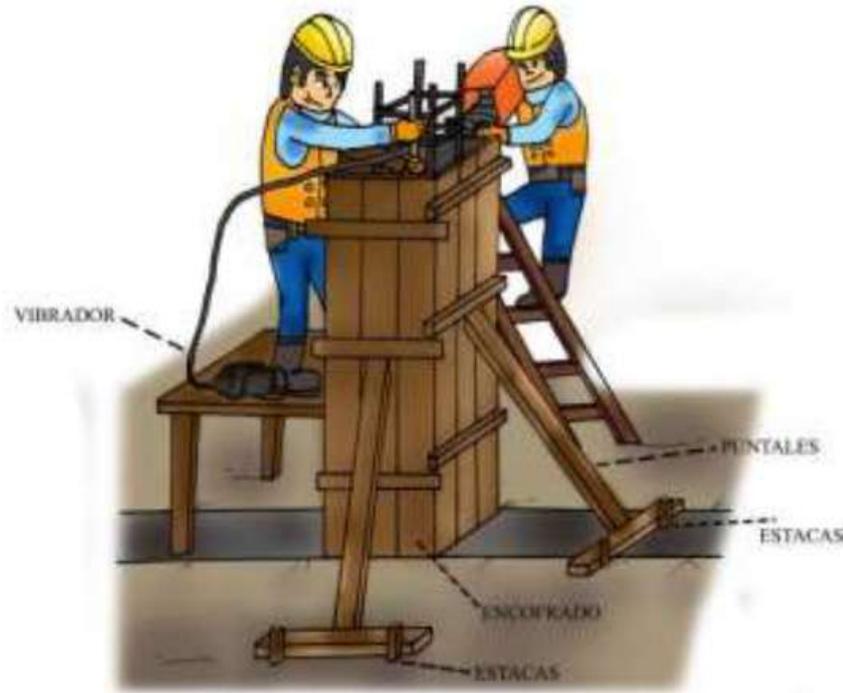
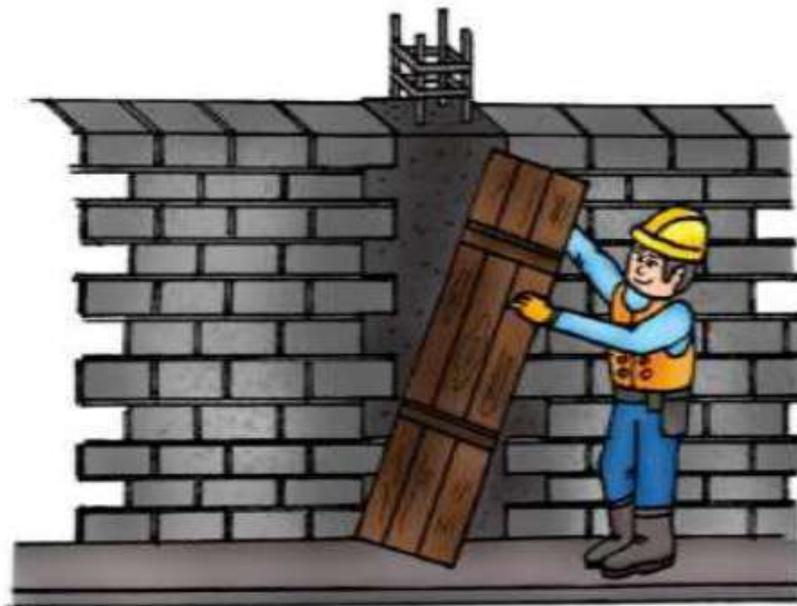


Figura 78: **Fundición de columnas**

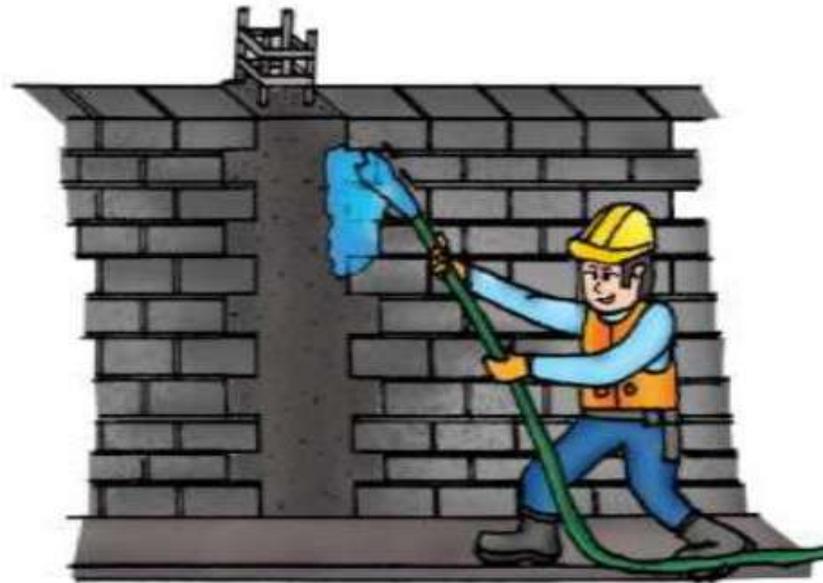
4.6.4 Desencofrado de columnas y curado

Se podrá desencofrar la columna 24 horas después de que se haya terminado de fundir. Se deberá verificar que no existan huecos o vacíos. Si los hay, se deben reparar inmediatamente con un mortero de reparación especial, según lo aconseje el profesional encargado de la obra. El encofrado retirado se podrá usar en las columnas de los pisos superiores si están en buenas condiciones.

El proceso de curado de la columna durará por lo menos 7-15 días, rociándola con agua al menos dos o tres veces al día.



DESENCOFRADO DE COLUMNA



CURADO DE COLUMNA CON MANGUERA

Figura 79: **Desencofrado y curado de columnas**

4.3.6 Fundición de cimentación de hormigón ciclópeo de cadenas o riostras

Antes de la fundición del cimiento de las cadenas, se deberán identificar los lugares por donde atravesaran las tuberías de desagüe que tendrá la vivienda. Comúnmente se coloca un pedazo de tubo del diámetro que se especifique en el plano hidrosanitario, tapado con bolsas de cemento, para evitar que se tape durante la fundición. De igual manera se debe verificar que la zanja esté libre de basura o escombros. Como siempre, es necesario humedecer al suelo para evitar que absorba agua del hormigón.

Una vez que las instalaciones sanitarias estén listas, con sus respectivas pendientes, comienza la fundición del cimiento de la cadena.

La cimentación de la cadena requiere únicamente hormigón ciclópeo, sin armadura de refuerzo y debe completarse hasta llegar al nivel inferior de cadena.



Figura 44: **Fundición del cimiento de la cadena.**

4.3.7 Cadenas

Las cadenas son pequeñas vigas que van encima del cimiento de hormigón ciclópeo. La función principal de estas es unir los pies de las columnas de la estructura para garantizar un trabajo conjunto. También se construyen cadenas inmediatamente debajo de las paredes divisorias de una vivienda, a manera de cimentación de pared. Por lo general, el ancho de esta cadena es de 20 centímetros, pero la altura y el ancho de esta cadena, se podrá encontrar en los planos estructurales.

El nivel de terminado de la cadena dependerá del nivel terminado del contrapiso. La cadena debe quedar por lo menos 10 centímetros debajo del nivel del contrapiso terminado y 10cm por encima del nivel de rasante, con el fin de que las paredes que se construyan sobre ellas no presenten humedad.

4.3.8 Armadura de la cadena

La armadura de la cadena por lo general consta de 4 varillas longitudinales con sus respectivos estribos sujetos a éstas mediante alambre de amarre. Los tamaños, tipo, ubicación y traslapes de las varillas se las podrá observar detalladamente en los planos estructurales. Las varillas longitudinales deben atravesar las columnas y deben mantenerse separadas del hormigón de la cimentación mediante galletas o separadores, a fin de proporcionarle el recubrimiento necesario y garantizar su correcta posición dentro de la cadena.

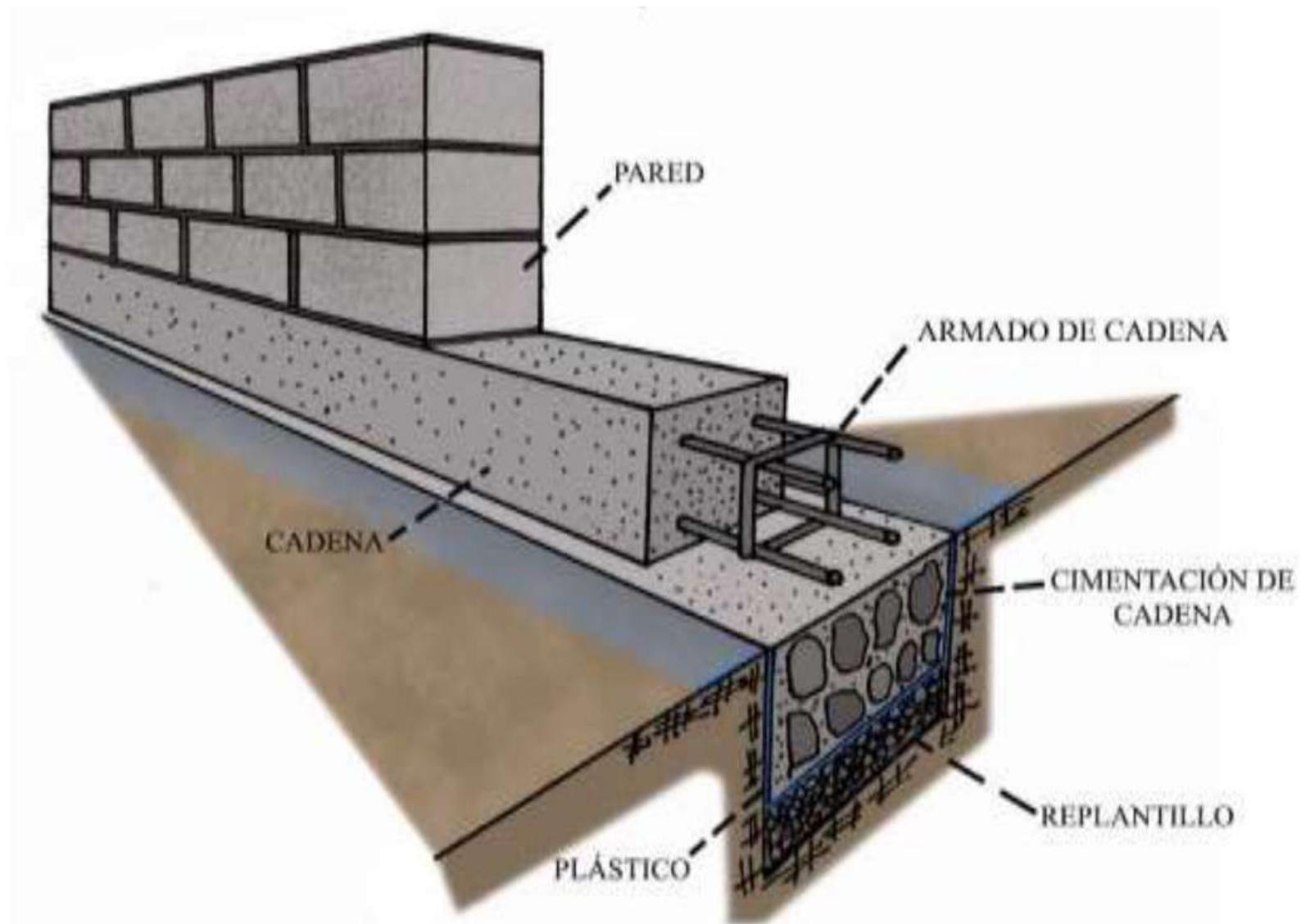


Figura 45: Armadura de la cadena.

4.3.9 Encofrado de la cadena

Colocada la armadura en su sitio, se procede a encofrar la cadena. Para ésto se utilizan tableros de madera. Una manera de construir estos tableros se detalla a continuación.

Estos tableros pueden estar formados por tablas de 2.5 centímetros de espesor y ancho de 20 centímetros, unidas entre sí por medio de puntales verticales que pueden ser de 5 x 7.5 centímetros, separados cada 60 centímetros. Con el fin de evitar que los tableros cedan al momento de la fundición, se colocan puntales inclinados de 5 x 7.5 centímetros soportando los puntales verticales, los cuales estarán asegurados al piso con estacas clavadas en el suelo como muestra la figura 47. También se usarán separadores cada 60 centímetros, para garantizar que al momento de fundir la cadena mantenga su dimensión.

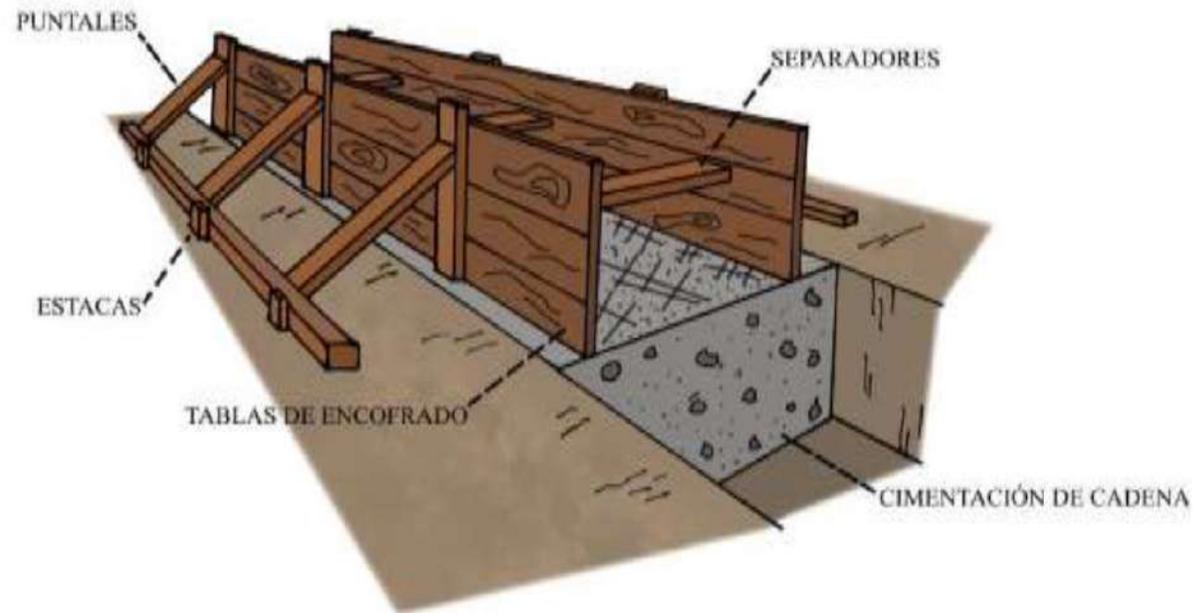


Figura 46: **Encofrado de cadenas**

4.3.10 Fundición de la cadena

Antes de fundir la cadena, se debe revisar que dentro del encofrado no se encuentren escombros y basura; además se debe humedecer la superficie de cemento de hormigón ciclópeo y las paredes del encofrado. Verificados los niveles del encofrado y su apuntalamiento, se procede a fundir las cadenas con la resistencia del hormigón especificada en los planos estructurales. Se debe tener en cuenta de no golpear el encofrado al transportar el hormigón por medio de carretillas.

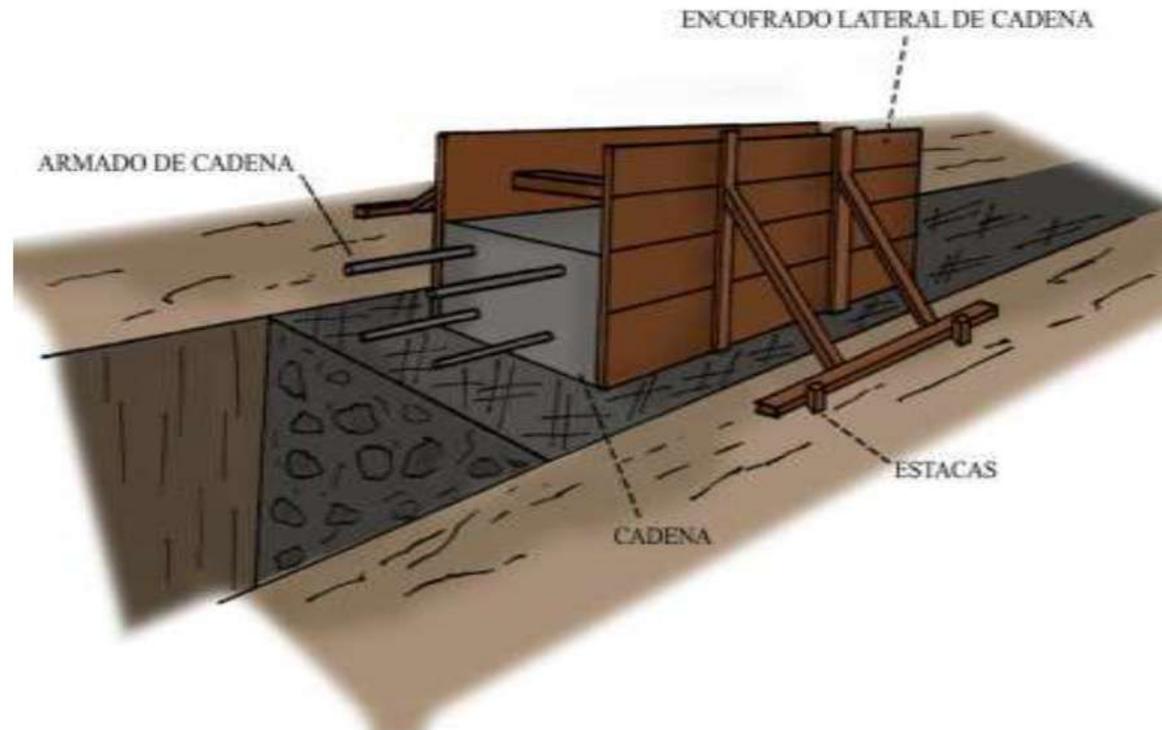


Figura 47: **Fundición de cadenas**

Al momento de fundir la cadena, es necesario compactar el hormigón por medio de un vibrador, para evitar cangrejas o vacíos en la cadena que debiliten su resistencia.

4.4 Contrapiso

Una vez realizada la cimentación de la vivienda, puede fabricarse el contrapiso, el cual, por lo general consta de las siguientes capas: suelo natural compactado, capa de piedra apisonada, Contrapiso (capa de hormigón con malla electrosoldada) y acabado (masillado y acabado final).



Figura 49: **Detalle de contrapiso**

4.4.1 Suelo natural compactado

Es importante compactar el suelo natural por medio de una máquina compactadora tipo sapo, plancha compactadora o de un pisón como se puede ver en la figura 51; si se necesitara rellenar para llegar a los niveles adecuados, se podrá utilizar tierra de excavación de la cimentación, y se lo realizará por capas, humedeciéndolo para que la compactación sea óptima y verificando los niveles finales del suelo compactado, previendo el espesor de la capa de piedra apisonada, el contrapiso, macillado y acabado.



Figura 50: **Suelo natural compactado**

4.4.3 Contrapiso

Antes de fundir el contrapiso, se verificará que todos los desagües y tuberías estén en su posición, como muestre el plano hidrosanitario y eléctrico.

El contrapiso es una losa de hormigón, con una malla electro-soldada en el medio, la cual evitará posibles rajaduras. La principal función de este contrapiso es soportar y repartir las cargas que actúen sobre él, hacia sus capas inferiores.

Por lo general se usa la malla denominada como 4-15, lo cual significa que el espaciamiento transversal y longitudinal de la rejilla que se forma (llamada “coco”) es de 15 centímetros y tendrá 4 milímetros de diámetro.

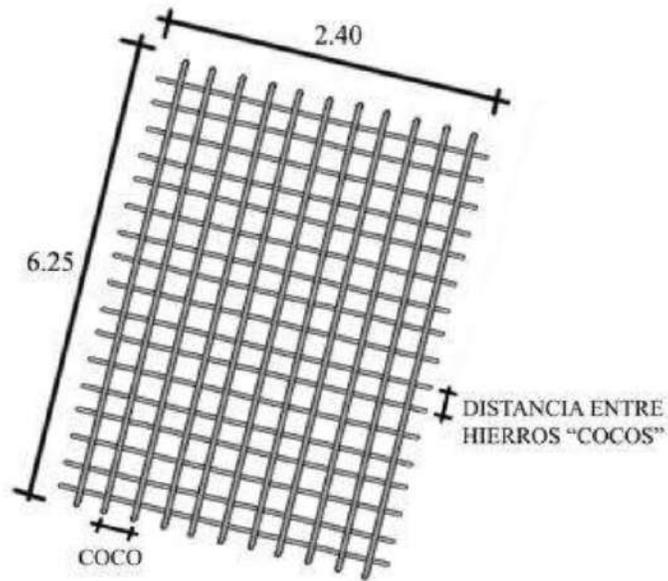


Figura 51: **Malla electro-soldada formando una cuadrícula o “cocos”**

4.5.1 Muros o paredes no estructurales:

Las paredes no estructurales, llamadas comúnmente paredes, se construyen sin refuerzo alguno y su función principal es dividir los ambientes de la vivienda. Estas paredes generalmente se construyen luego de haber construido las columnas y vigas de la vivienda, e incluso las losas.

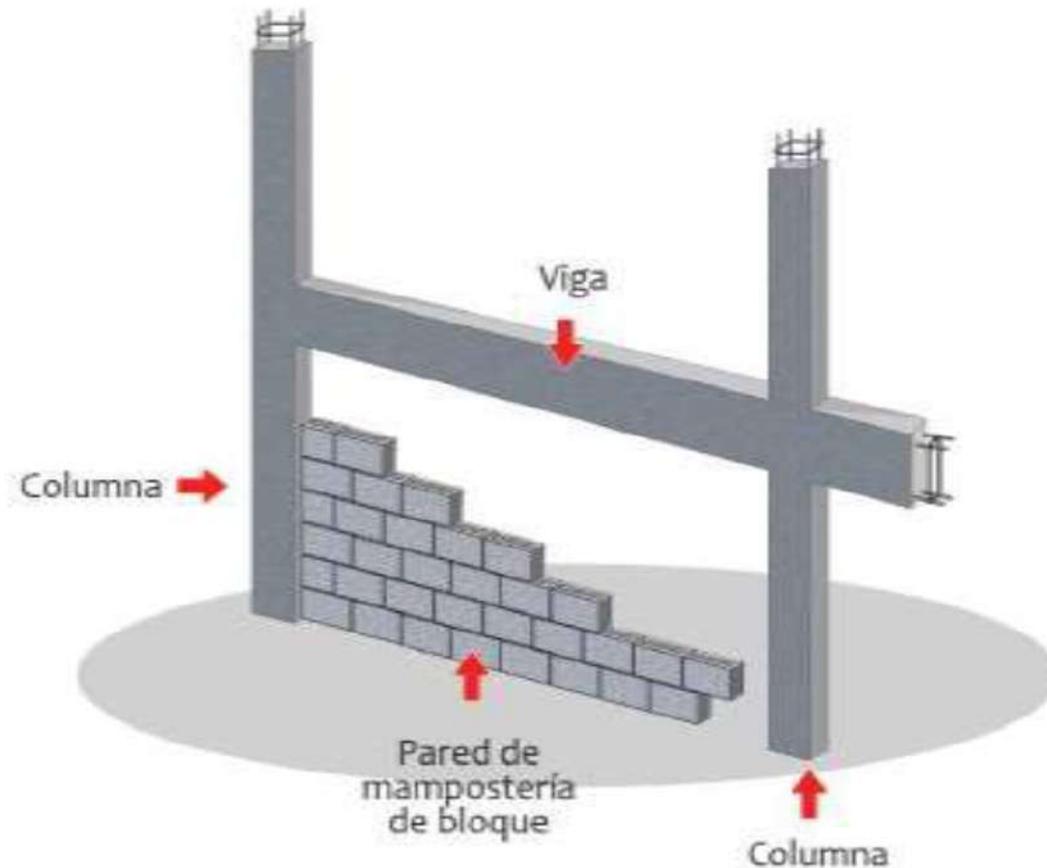


Figura 54: Muro no estructural: paredes de mampostería se construyen luego de columnas y vigas

4.5.2 Muros estructurales:

Mampostería armada: La Norma Ecuatoriana de la construcción define a la mampostería armada como un sistema estructural conformado por unidades de mampostería (bloques de hormigón) de perforación vertical, unidas por medio de mortero y reforzado internamente con varillas de acero horizontales y verticales, distribuidas a lo largo y alto del muro. Las celdas que contienen las varillas verticales se rellenan con hormigón. De esta manera se genera un muro de mampostería armada o reforzada con varillas de acero que puede recibir cargas y transmitir cargas estructuralmente.

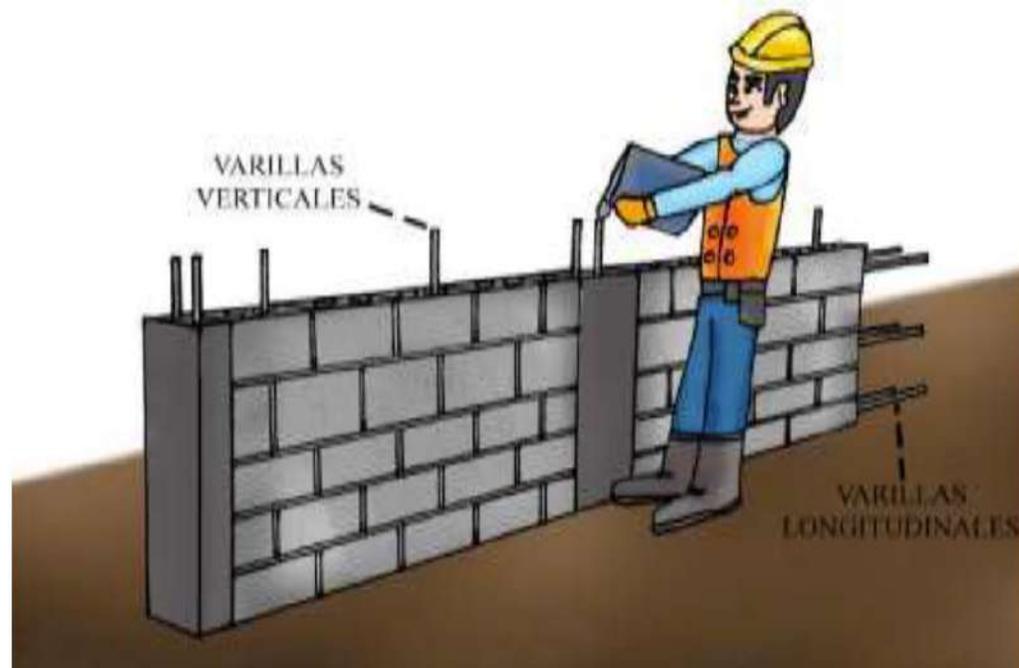


Figura 55: **Pared estructural de mampostería reforzada**

2. Primero se funde las columnas de confinamiento y se dejan chicotes (que son pedazos de varillas de diámetro mínimo de 8 milímetros) que se colocan horizontalmente cada tres hiladas de bloques y/o cada 60 centímetros, con un gancho de empotramiento al hormigón de la columna de 15 centímetros y al menos 50 centímetros hacia la pared.

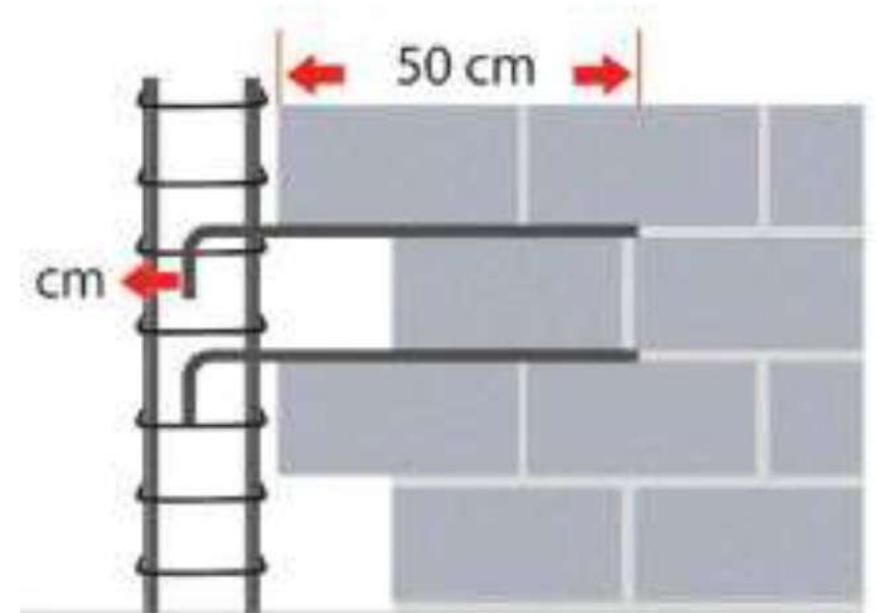
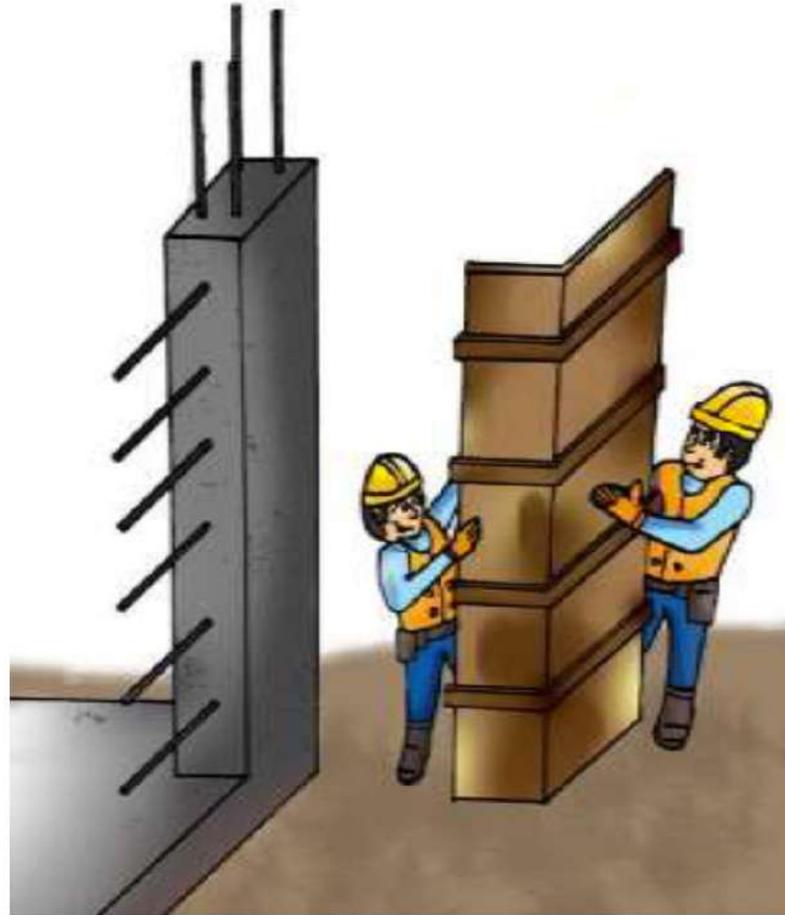


Figura 69: **Colocación de chicotes**

Figura 58: **Muro estructural de mampostería confinada, tipo 2 (se construyen las columnas, se dejan chicotes o varillas horizontales y luego se construyen los muros anclados a las columnas mediante los chicotes).**