

# **CBS**

## **Colegio Bautista Shalom**



## **Sistemas Constructivos**

### **Cuarto BADC**

### **Curso 2**

**Contenidos****CIMENTACIÓN**

- ✓ DETALLES DE CIMIENTO CORRIDO.
- ✓ DETALLES Y MEDIDAS DE BLOCKS.
- ✓ SOLERA HIDROFUGA.
- ✓ HACER ESTRIBOS Y ESLABONES.

**PISO**

- ✓ RELLENO.
- ✓ FALSO PISO.
- ✓ CONTRAPISO.
- ✓ OTROS TIPOS DE PISO.

**MUROS**

- ✓ PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES.
- ✓ CONSTRUCCIÓN DEL MURO.

**COLUMNAS**

- ✓ CONCRETO EN COLUMNAS.
- ✓ DESENCOFRADO DE COLUMNAS.

**ESCALERAS****TECHOS**

- ✓ PREPARACIÓN DE LA LOSA.
- ✓ VACIADO DE CONCRETO EN TECHO.

**NOTA:** conforme tu catedrático/a vaya avanzando con el contenido del presente curso, te indicará la actividad o ejercicio a realizar (como lo considere).

Las evaluaciones como autoevaluaciones, se realizaran conforme a las instrucciones de tu catedrático/a. La ponderación de las mismas está detallada, aunque puede quedar a criterio de tu catedrático/a.

## CIMENTACIÓN

Las cimentaciones son las bases que sirven de sustentación al edificio; se calculan y proyectan teniendo en consideración varios factores tales como la composición y resistencia del terreno, las cargas propias de la construcción y otras cargas que inciden, tales como el efecto del viento o el peso de las personas sobre las superficies expuestas a los mismos.

Todas las construcciones poseen un peso propio dado por:

- ✓ La estructura misma: hierro, concreto, pilares, vigas, paredes, techos, etc., y ha de tener la suficiente resistencia para soportar estos pesos.
- ✓ Elementos constructivos: paredes, techos, carpinterías...
- ✓ Todo aquello que se coloca al momento de habitarlo, es decir: mobiliario, electrodomésticos...
- ✓ Otras cargas: Del mismo modo, influyen en los edificios cargas importantes como el peso de las personas, la incidencia de los vientos en fachadas o sobre superficies expuestas a los mismos.

La construcción debe estar proyectada contemplándose estas variables para evitar agrietarse, hundirse, inclinarse o colapsar.

La estructura se sostiene y logra estabilidad a través de sus cimientos. Los cimientos pues, son las bases donde apoya y son los que transmiten y distribuyen las cargas de la construcción al terreno. Después de excavar y rellenar (movimientos de tierra en una obra) y de acarrear (transportar las tierras extraídas) se ejecuta la construcción de los cimientos sobre los que se asentará la edificación.

La finalidad de la cimentación es sustentar estructuras garantizando la estabilidad y evitando daños a los materiales estructurales y no estructurales.

Existen varios tipos de cimentación. Dos de los que se usan más son: la losa de cimentación y la cimiento corrido (concreto mixto).

### TIPOS DE CIMIENTOS

#### ✓ Por su profundidad

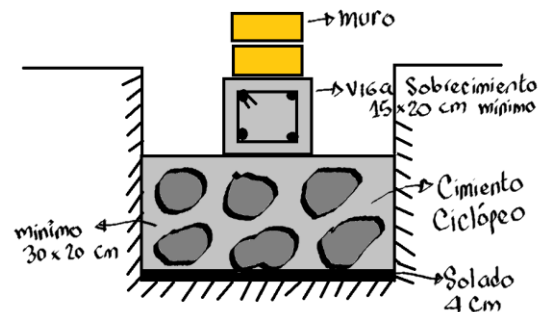
- **Superficiales.** Son aquellos que se apoyan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad portante (capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él) o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas. En este tipo de cimentación, la carga se reparte en un plano de apoyo horizontal.

Los superficiales pueden ser: ciclópeos, cimientos corridos, zapatas, vigas de cimentación y losas de cimentación.

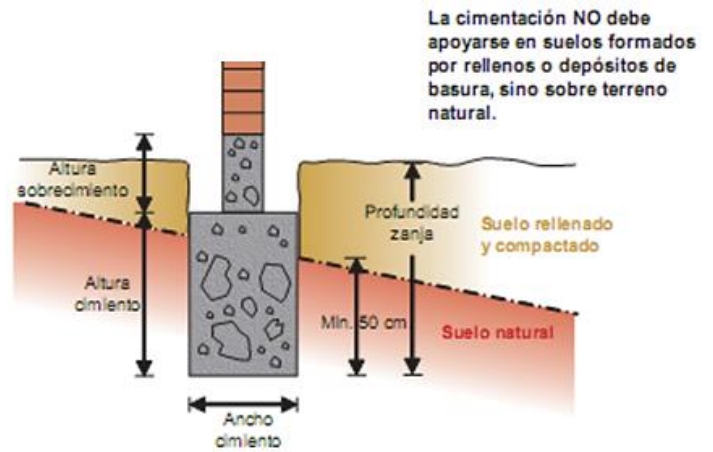
**Cimiento ciclópeo:** Para construir un cimiento ciclópeo se hace una excavación o zanjas en el cual una vez extraída la tierra se agrega en el zanja concreto ciclópeo, o sea piedra, cemento, arena y gravilla, y este concreto no contendrá hierro, es un concreto simple.

La excavación se debe hacer como se ha diseñado en los planos, (ancho, largo y profundidad) deben cumplir con los cálculos estructurales.

- En las paredes de la excavación hay que tener el cuidado de dejarlas plomadas (verticales en todo el zanja).
- La base de excavación debe estar nivelado.
- En la base de la cimentación colocar una capa de material selecto de 10cm (mínimo de 4cm) y la apisonamos para mejorar el terreno.
- Colocar 10cm de concreto simple sobre la capa de material selecto y después colocar las piedras.

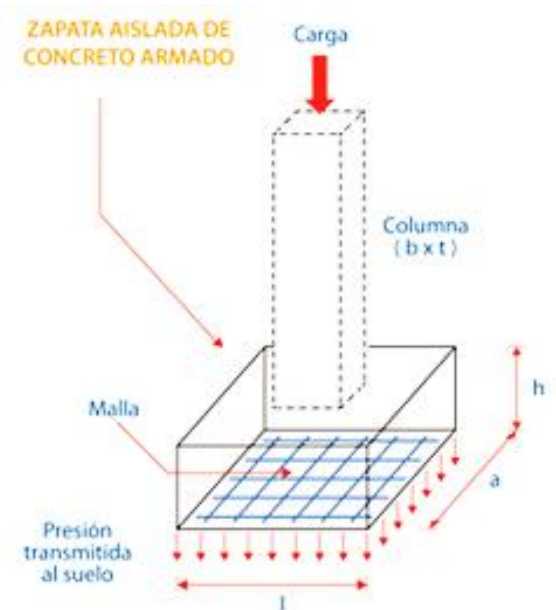
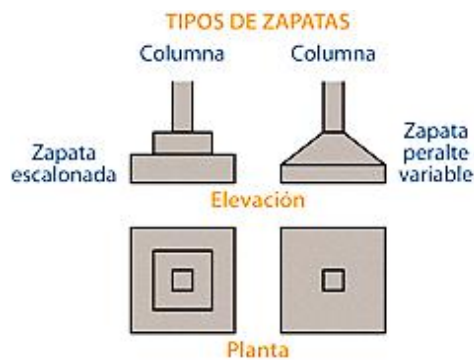


- Humedecer las paredes de la zanja, la base y las piedras para que no le quite humedad al concreto.
- Dejar espacios a las piedras para que el concreto pueda entrar perfectamente bien entre las piedras.
- Dejar 10cm entre las piedras y la pared de la zanja para dejarle una capa de recubrimiento de concreto.
- Se debe fundir por capas poco a poco, piedras y concreto, dejando espacios para vaciar el concreto adecuadamente, es muy aconsejable usar vibrador o una varilla de 1m para no dejar vacíos en el concreto.
- Al llegar a la superficie de la excavación se debe enrasar con una regla de madera, dejarla completamente horizontal.
- Arriba de la cimentación ciclópea irá una viga de amarre, para luego seguir con la pared.



**Cimiento corrido:** Es un elemento de concreto que no lleva ninguna estructura metálica. El hormigón o concreto es el material resultante de la mezcla de cemento con áridos (grava, arena y agua). Está formado por el cimiento y el sobrecimiento, tiene una función estructural porque recibe la carga de los muros y la transmite al suelo.

**Zapata:** Una zapata es un tipo de cimentación superficial (normalmente aislada), que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos. Elemento estructural de concreto armado cuya función es la de recibir las cargas provenientes de la columna (de menor área) y trasmitirlas al terreno portante por medio de la zapata (de área mayor) repartiendo así mejor las cargas a través de una mayor área.

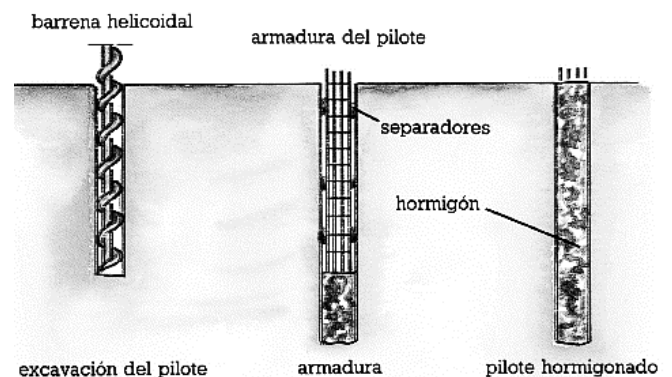


- **Cimientos profundos o pilotes:** Se denomina pilote a un elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo, cuando este se encuentra a una profundidad tal que hace inviable, técnica o económicamente.

Tiene forma de columna colocada en vertical en el interior del terreno sobre la que se apoya el elemento que le trasmite las cargas

✓ **Por su estructura**

- **Concreto simple:** cimiento corrido.
- **Concreto armado:** Se le da este nombre al concreto simple + acero de refuerzo;



Si se eligiera la losa de cimentación se haría semejante a la losa de una azotea (terrace) y de acuerdo al plano estructural; si se elige el cimiento corrido, se hará con hierro y concreto mixto.

Conociendo el tipo de terreno y la casa que se quiere construir se empezaran los cimientos; estos son muy importantes pues una vez hechos no se pueden corregir.

Los cimientos corridos pueden hacer a los largo y bajo los muros; si es esta la cimentación que se elige, se debe humedecer el fondo de la zanja que se hizo para el cimiento sin formar charcos. Normalmente una cimentación corrida a base de concreto se compone de un 40% de piedrín y un 60% de concreto.

Se colocan las varillas, según el plano de estructura, uniéndolos con alambre de amarre, en la parte de debajo de la estructura del cimiento corrido, se colocan TACOS estas son cubos de cemento que se utilizan para que el armado del cimiento quede a una altura de por lo menos 5cm del suelo, para que el concreto lo cubra por completo y el esfuerzo de carga sea mucho mejor.

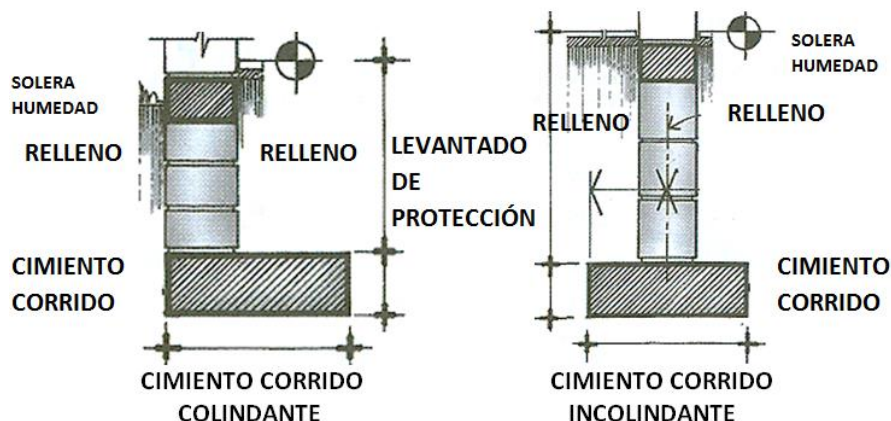
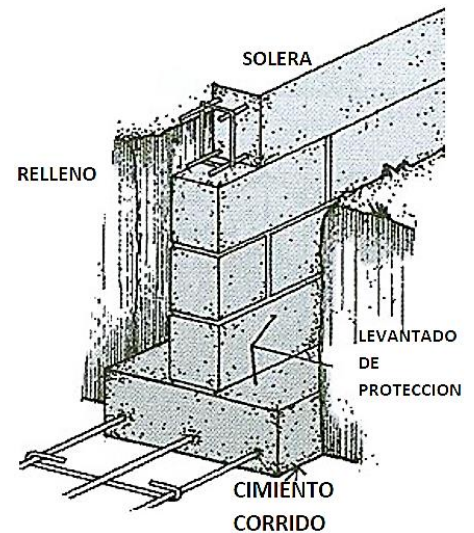
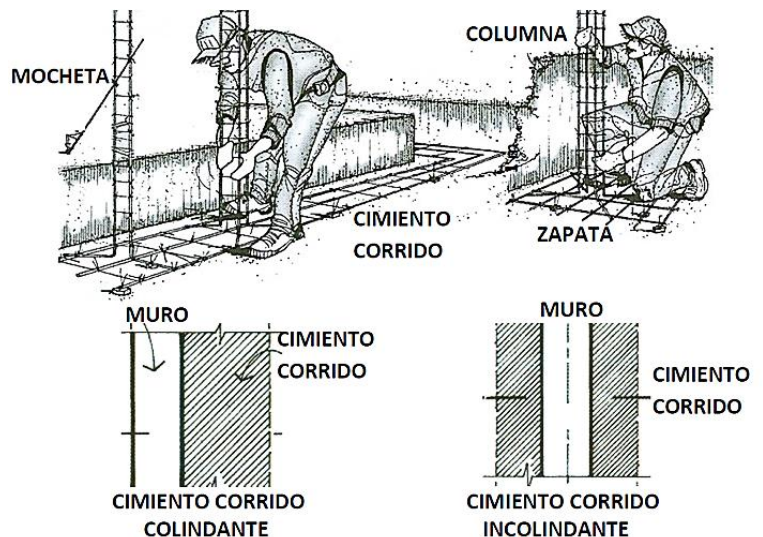
Así también las mochetas y columnas que deben llevar, esto para transmitir las cargas verticales. A las columnas y mochetas se deben colocar unas varillas inclinadas, estas para que no se doblen o inclinen y siempre queden verticales.

Una vez hecho esto, se prepara la mezcla de concreto para el cimiento, y se vierte en la zanja según sea las medidas del plano estructural.

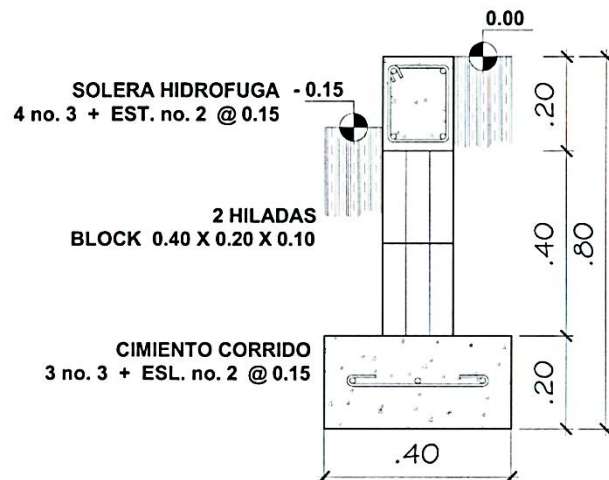
**Levantado de Protección:** Ya seco el concreto del cimiento, se empieza a hacer un levantado de protección y según sea el caso y planos estructurales. Esto es ya sea con block o ladrillos.

**Relleno:** El terreno deberá quedar completamente plano, para esto en ocasiones habrá necesidad de rellenar algunas áreas; esto se puede hacer con grava cementada o suelo-cemento.

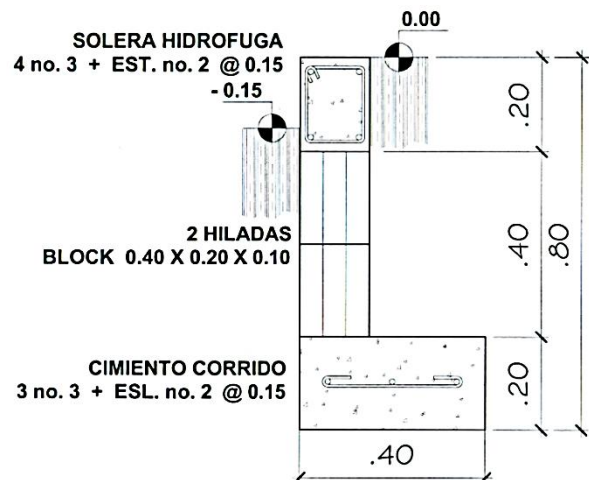
El terreno se deberá humedecer sin formar charcos para apisonarlo bien. Cuando hay necesidad de hacer rellenos y se requiere que estos estén consolidados, se ira haciendo por capas horizontales de 20 cm. de espesor, como máximo, y se irán apisonando perfectamente hasta que al rebotar el pisón se sienta que este no hace bajar la tierra.



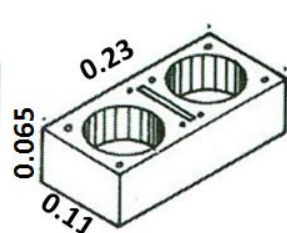
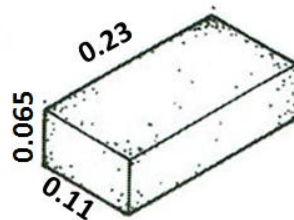
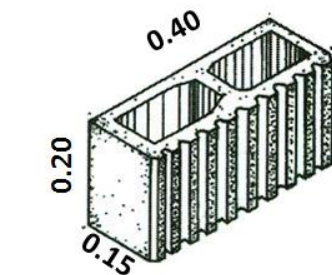
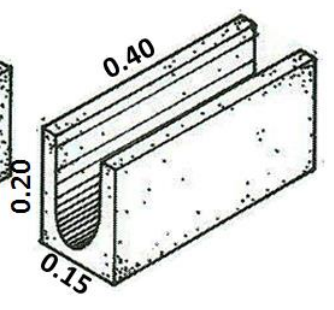
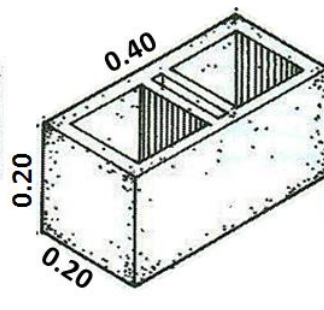
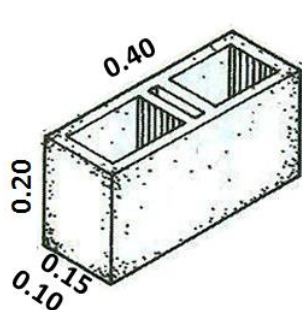
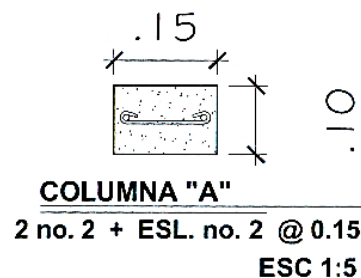
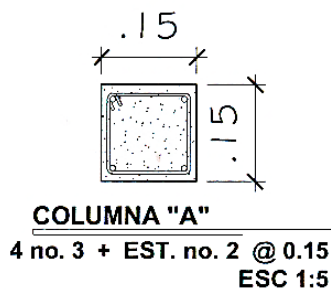


**DETALLES DE CIMIENTO CORRIDO****CIMIENTO CORRIDO**

ESC. 1:10

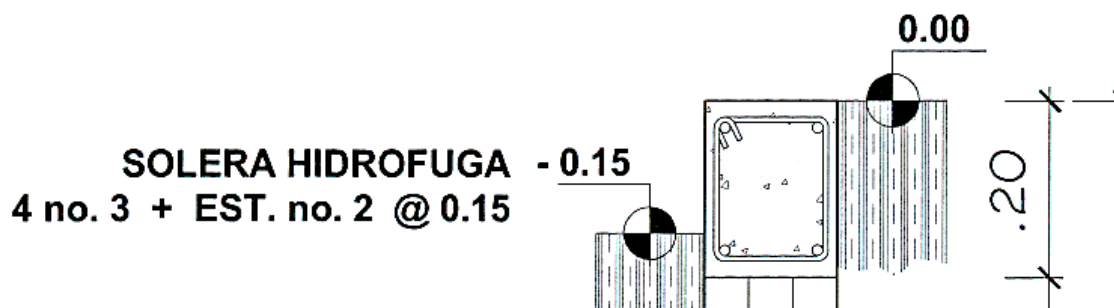
**CIMIENTO CORRIDO**

ESC. 1:10

**DETALLES Y MEDIDAS DE BLOCKS**

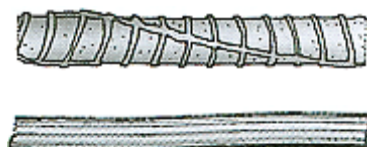
## SOLERA HIDROFUGA

Las soleras son fundamentales para el refuerzo de una casa, después del cimiento y el levantado de protección, la solera hidrófuga cargara todos los muros de la vivienda. Se harán tal y como lo especifiquen los planos.



**Instrucciones:** A continuación se te presenta una serie de materiales e instrumentos que debes presentar cuando el Docente te lo indique.

1. Hierro corrugado: 6 piezas de varillas de 3/8" y de 30 cm de largo.
2. Hierro liso: 4 piezas de varillas de 1/4" de 45 cm de largo.
3. Hierro liso: 4 piezas de varillas de 1/4" de 15 cm de largo.
4. 1 tenaza
5. Alambre de amarre



### EVALUACIÓN. 15 pts.

Descripción	Si Regular No	1.5 0.5 0
Escucha sin interrumpir		
Respeto a sus compañeros		
Tiene iniciativa al hacer sus tareas		
Trabaja en sus ejercicios		
Hace sus tareas		
Entrega sus tareas puntualmente		
Acude inmediatamente a las instrucciones y participa en las actividades del Colegio.		
Respeto al Docente		
Es puntual a la entrada y su asistencia		
Acude a su salón inmediatamente al toque del timbre en cambio de periodo y/o receso.		
Total		
Fecha de entrega		
Observaciones:		
Nota: Los puntos obtenidos en esta página son válidos únicamente si el encargado firma de enterado, de lo contrario no se tomara en cuenta en su cuadro de notas.		

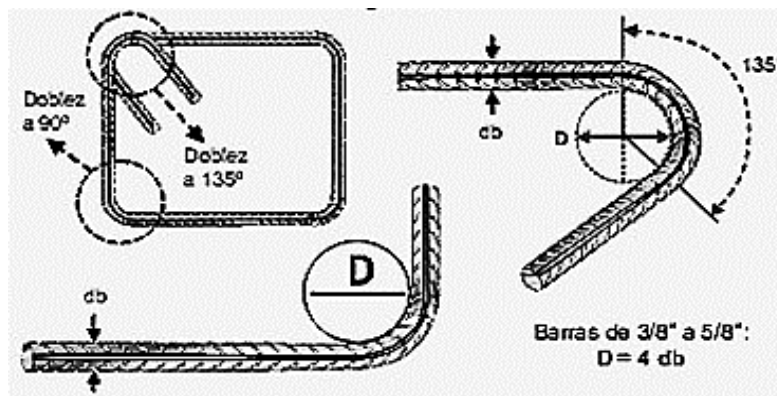
F. \_\_\_\_\_  
Profesor

F. \_\_\_\_\_  
Encargado

**HACER ESTRIBOS Y ESLABONES****Paso numero 1:**

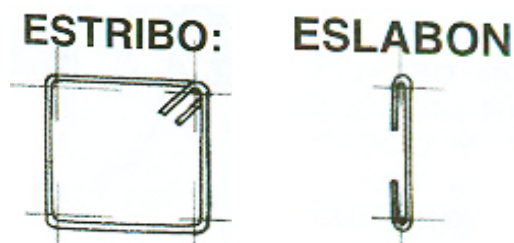
Con las varillas de 1/4" hierro liso hacer dobleces a 90° con la ayuda de un tubo.

El Docente le dará indicaciones al respecto.

**Paso numero 2:**

Unir varillas de 3/8" con estribos y eslabones:

1. Usar 4 varillas de hierro de 3/8"
2. Colocarlos en las esquinas de los estribos.
3. Con alambre amarrar las varillas de 3/8" junto con el estribo.

**EVALUACIÓN. 15 pts.**

Descripción	Si	1.5
	Regular	0.5
	No	0
Escucha sin interrumpir		
Respeto a sus compañeros		
Tiene iniciativa al hacer sus tareas		
Trabaja en sus ejercicios		
Hace sus tareas		
Entrega sus tareas puntualmente		
Acude inmediatamente a las instrucciones y participa en las actividades del Colegio.		
Respeto al Docente		
Es puntual a la entrada y su asistencia		
Acude a su salón inmediatamente al toque del timbre en cambio de periodo y/o receso.		
Total		
Fecha de entrega		
Observaciones:		
Nota: Los puntos obtenidos en esta página son válidos únicamente si el encargado firma de enterado, de lo contrario no se tomara en cuenta en su cuadro de notas.		

F. \_\_\_\_\_

Profesor

F. \_\_\_\_\_

Encargado



## PROCESO DE CIMENTACIÓN

### EXCAVACIÓN DE ZANJAS

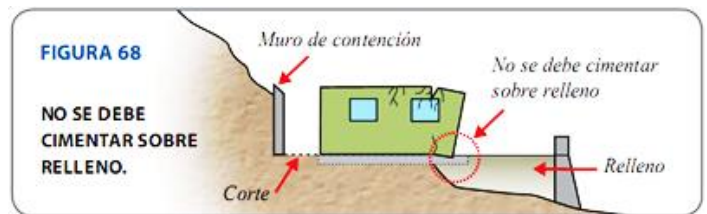
**Ubicación de agua y desagüe:** Para determinar el nivel base, se debe tener en cuenta la profundidad de la red pública de **desagües, vías, veredas** y otros, para que la **construcción** quede por encima de esos niveles.

**Excavación de zanjas:** La **excavación de las zanjas** se realiza de acuerdo al trazo, respetando los anchos y profundidades indicados en los planos. La **profundidad de excavación** nunca debe ser menor a 80 cm. Los anchos generalmente varían entre 40 y 50 cm en suelos duros y entre 50 y 60 cm en suelos sueltos o blandos (arenas sueltas o arcillas blandas).

Cuando se tiene un terreno ubicado en ladera, antes de la **construcción de la vivienda**, se efectúan los trabajos de corte y relleno para obtener una o más plataformas niveladas, las que son soportadas en sus bordes por **muros de contención**.

En estos casos es de suma importancia que el fondo de la **excavación** no se quede en las zonas de relleno, ya que con el tiempo o con un sismo, la parte de la casa ubicada sobre suelo relleno se asentará, produciendo graves rajaduras (ver figura 68).

Por este motivo, aun cuando sea muy trabajoso, hay que excavar traspasando todo el relleno hasta llegar a suelo natural y firme.



Las paredes de las zanjas, en todas las excavaciones, deben ser verticales y el fondo de la **zanja** debe quedar limpio y nivelado.

Si las paredes laterales de la **zanja** no fuesen verticales o presentaran inclinaciones pronunciadas debido a problemas de desmoronamiento, se debe utilizar encofrados laterales que evitarán el consumo en exceso del concreto.

**Apisonado:** El fondo de la **zanja** es el que soporta todo el peso de la edificación, por lo tanto hay que procurar que quede plano y compacto. Para esto, el fondo de la **zanja** debe ser humedecido y después compactado con la ayuda de un pisón.

Si existiera demasiado desnivel, se podrá nivelar con mezcla pobre (ver figura 69).



### ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

El material excavado se ubicará a una distancia mínima de 60 cm del borde de la zanja. De esta manera, no causamos presiones sobre las paredes, las cuales podrían causar derrumbamientos. Con ello, además, facilitamos la circulación de los trabajadores al momento de vaciar la **zanja**.

Luego de haber seleccionado el material útil para rellenos u otros usos dentro de la obra, se realizará la eliminación. Ésta se hará solo en lugares autorizados.

### Consideraciones:

- No se debe cimentar sobre **suelo** con excesiva materia orgánica (residuos de plantas o animales), desmonte o relleno, porque no soportará el peso de la edificación.
- Las zonas de relleno pueden servir para vaciar los **pisos**, pero nunca para apoyar los **cimientos**.
- Cuando se realicen las excavaciones con profundidades superiores a 1.5 m, hay que tomar precauciones para evitar accidentes por probables derrumbes de las paredes.

Una vez terminada la **excavación de las zanjas**, se procederá a establecer una capa de mezcla en el fondo de la zanja. Éstos nos permitirán contar con una superficie nivelada, rugosa y compacta para trazar y ubicar las columnas adecuadamente.

Los lugares donde se van a plantar las columnas se ubicarán según los **planos de obra** y se procederá a vaciar superficies de 5 cm de espesor con una **mezcla** pobre.

## ARMADURA DE ACERO

Los **planos de estructuras** especificarán las medidas de los cortes y de los doblados de las barras de acero. Todo refuerzo de acero deberá doblarse en frío, respetando el diámetro mínimo de doblado para no causar fisuras en la barra. Deberá cortarse con sierra o también con cizalla.

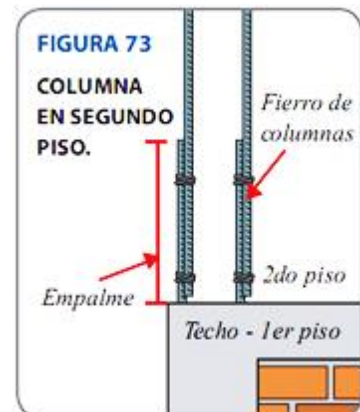
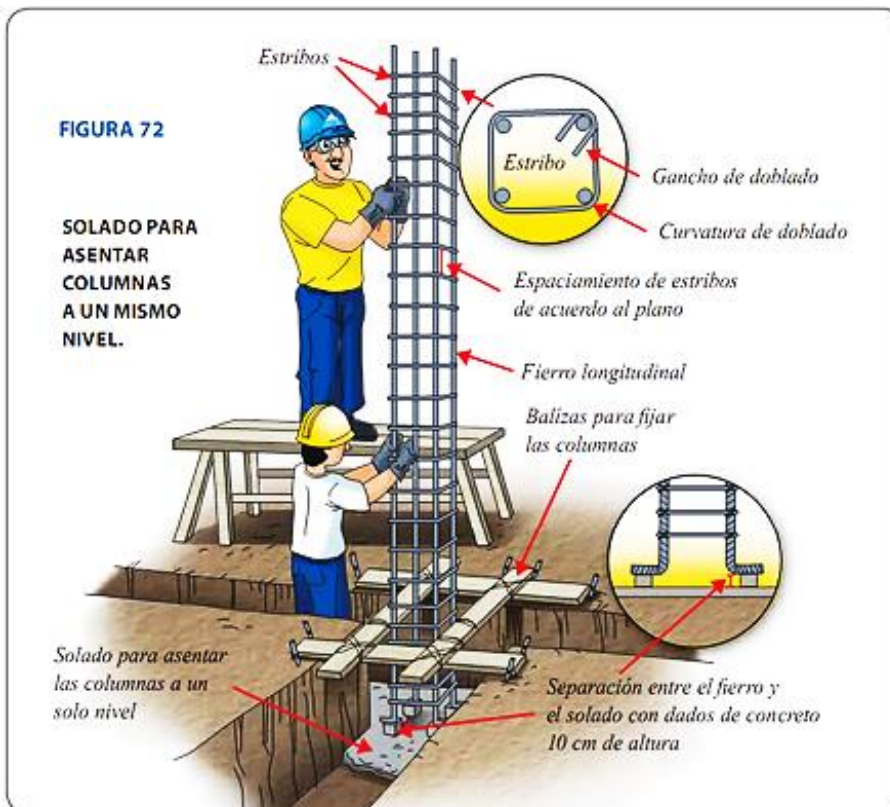
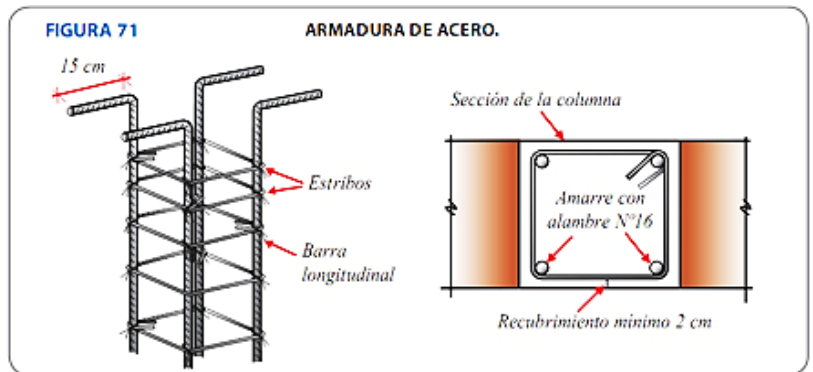
Luego de haber cortado y doblado las **barras de acero**, deberá verificarse que las medidas estén de acuerdo a las especificaciones que figuran en el **plano de estructuras**.

Las **barras longitudinales** de las columnas deberán ir amarradas con alambre N° 16 a los estribos, que generalmente para una casa son de 6 mm, y distanciados, de acuerdo a lo que se especifica en los planos. Estos espaciamientos deben verificarse antes de colocar la **columna armada** en la **zanja**, pues su cumplimiento nos garantizará el buen funcionamiento de la columna durante la ocurrencia de un sismo (ver figura 71).

En el caso de los estribos, la longitud del gancho garantiza que durante un sismo éstos no se abran, evitando así que el concreto falle.

**Colocación:** Se colocará la **columna armada** al interior de la **zanja**, apoyándola sobre unos dados de concreto. No deberá usarse piedras, desechos u otro material frágil en vez de estos dados, ya que al resbalarse o romperse la armadura, quedará desnivelada.

Para fijar la columna de forma vertical, se le amarrará unos **barrotes\*** de madera apoyados en el suelo (ver figura 72).



Si la columna se coloca en un segundo piso, las **barras longitudinales** continuarán a las del primer piso, con una determinada longitud de traslape entre barra y barra, amarrándolas con alambre N° 16 (ver figura 73).

Las longitudes de traslape dependen de los diámetros de las **varillas** y se indican en la sección 3.8, que trata sobre el **acero**.

### Consideraciones:

- En caso de construir sólo el primer piso, la prolongación de los hierros de las columnas para una futura ampliación deberá estar protegida con **concreto pobre**, esto evitará que se oxiden.
- Si las **varillas de hierro** se van a almacenar por algún tiempo, hay que guardarlas evitando el contacto con el suelo. También deben ser protegidas de la lluvia y de la humedad, cubriéndolas con una manta plástica. Esto evitará que se oxiden.
- Si al momento de usar las varillas, éstas presentan óxido en exceso de forma que afecte la adherencia con el concreto, se deben limpiar con escobilla de acero para asegurar una buena **adherencia** al concreto. Pero si la oxidación ha avanzado hasta deteriorar las corrugas o el diámetro de la barra, lamentablemente ya no deben ser usadas. Por eso es vital su buena protección.
- Al doblar el **hierro**, no olvidar el diámetro mínimo de doblado, de lo contrario, éste se puede fisurar.

### VACIADO DEL CONCRETO EN ZANJAS

**a. Preparación de la zanja:** Antes de iniciar el **vaciado del concreto**, se debe verificar que la zanja esté limpia. Si hay zonas con **encofrado**, deberá verificarse que estén debidamente apuntaladas; luego, se deberá humedecer las paredes y el fondo de la **zanja**. Esto evitará que el terreno seco absorba el agua de la **mezcla**. Asimismo, es necesario prever los lugares por donde van a pasar las tuberías de desagüe. En estos puntos, habrá que dejar los pases correspondientes. Generalmente se hace dejando papel de **bolsas de cemento**.

**b. Preparación de la mezcla de concreto para los cimientos:** Para la preparación del **concreto**, se deberá utilizar de preferencia una **mezcladora**, pudiéndolo hacer también a mano en una zona plana y limpia de desperdicios.

**c. Vaciado del concreto:** El **vaciado del concreto** se realizará por capas, es decir, se **vaciará una capa** de concreto, y luego, sobre ésta se colocarán las piedras y así sucesivamente hasta llegar a la altura deseada. Durante la colocación de las piedras de zanja, se deberá tener cuidado de espaciarlas adecuadamente, de tal manera que no quede ninguna piedra pegada contra otra. Todas deben quedar completamente cubiertas por la mezcla (ver figura 74).

**d. Compactación del concreto:** Durante la **colocación del concreto**, deberá **compactarse** de preferencia con una vibradora.

En caso de no contar con una, se hará con la ayuda de una **varilla de hierro** o **puntal de madera** (ver figura 75).

Al terminar el **vaciado**, la superficie de **concreto** deberá quedar nivelada. Es recomendable rayar la superficie sobre la cual se va a vaciar el sobrecimiento, esto mejorará la **adherencia** entre ambos **concretos**.

**e. Curado del concreto:** Se debe mojar constantemente el cemento durante los 7 primeros días después del vaciado. Esto nos asegurará que el **concreto** alcance la resistencia necesaria y disminuirá la aparición de grietas y rajaduras en la superficie (ver figura 76).





### Consideraciones:

- El tamaño máximo que debe tener la piedra de zanja es de 25 cm, tamaños mayores pueden originar discontinuidades en la masa de **concreto del cimiento**.
- Durante el **proceso de vaciado** hay que evitar que las piedras o las caretilas impacten con la armadura de las columnas, ya que esto puede variar la ubicación de los ejes.

### SOBRECIMENTOS

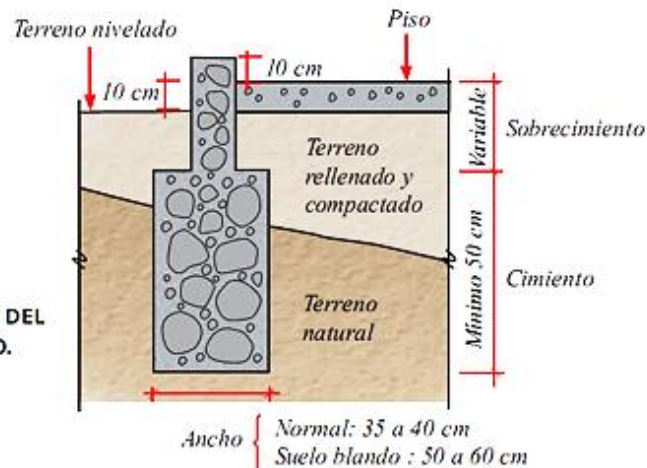
En la parte superior del cimiento se construirá el **sobrecimiento**. Éste tendrá el mismo ancho que el muro que soportará.

La altura de los **sobrecimientos** variará de acuerdo a las características del terreno. Esta altura depende de la diferencia entre el nivel de la **superficie del cimiento** y el nivel escogido para el piso, más unos 10 cm (**ver figura 77**).

Estos 10 cm de **sobrecimiento** por encima del piso terminado, nos sirven para proteger al ladrillo de las paredes de cualquier humedad que a futuro podría provenir del exterior de la casa o de su mismo interior.

FIGURA 77

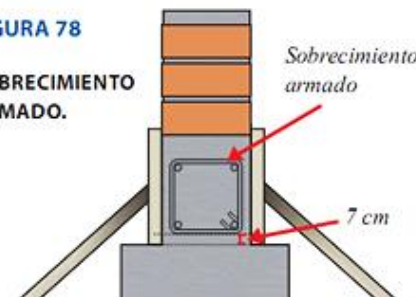
ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SOBRECIMIENTO.



Si la vivienda se encontrase en suelo arenoso o de arcillas blandas, los planos pueden especificar que este **sobrecimiento** sea armado o solera hidrófuga, indicando los diámetros y la distribución en forma de una viga. Si este fuera el caso, habrá que colocar, antes de encofrar, los **hierros de refuerzo**, los que deben quedar a una altura de 7 cm sobre el **cimiento** (**ver figura 78**). Esto se realizará de acuerdo a los planos.

FIGURA 78

SOBRECIMIENTO ARMADO.



### ENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS

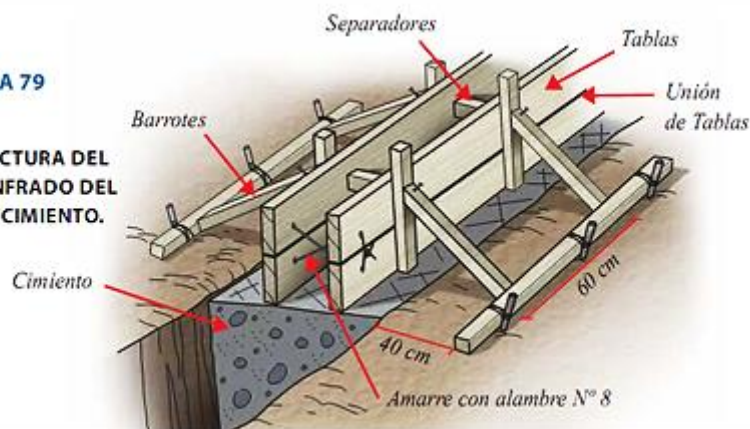
**a. Armado del encofrado:** Una vez que se empiece con la colocación del encofrado, se deberá verificar que las tablas a utilizar se encuentren en buen estado, limpias y no arqueadas.

Los costados de los encofrados están formados por tablas de 1" o 1½" de espesor y de anchos variables, de acuerdo a las alturas de los sobrecimientos.

Estas tablas, por su cara exterior, se unen a través de **barrotes** de madera de 2" x 3", separados cada uno por 60 cm. Para asegurar la verticalidad y estabilidad del encofrado, se usan otros **barrotes**, también de 2" x 3", los cuales se aseguran contra una **solera\*** fijada con estacas al suelo (**ver figura 79**).

FIGURA 79

ESTRUCTURA DEL ENCOFRADO DEL SOBRECIMIENTO.



Por su cara interior, las tablas no deberán presentar restos de concreto endurecido y deberán estar untadas con petróleo, lo que posteriormente facilitará el desencofrado.

**b. Recubrimiento y separación:** Al momento de colocar las tablas, se deberá tener en cuenta que los hierros de las columnas (y del sobrecimiento si lo hubiera), deben quedar exactamente en el medio de la distancia entre ambas caras del encofrado. Para esto se usan los dados de concreto, así se garantizará un adecuado recubrimiento de las barras de acero al momento de vaciar el concreto (ver figura 80).

Asimismo, para guardar el ancho del encofrado, se utilizarán separadores de madera o de tubos de PVC, en la parte superior e inferior del encofrado. Luego ambas caras del encofrado se fijarán con alambre N° 8, amarrando los **barrotes** verticales de un lado a otro.

#### Consideraciones:

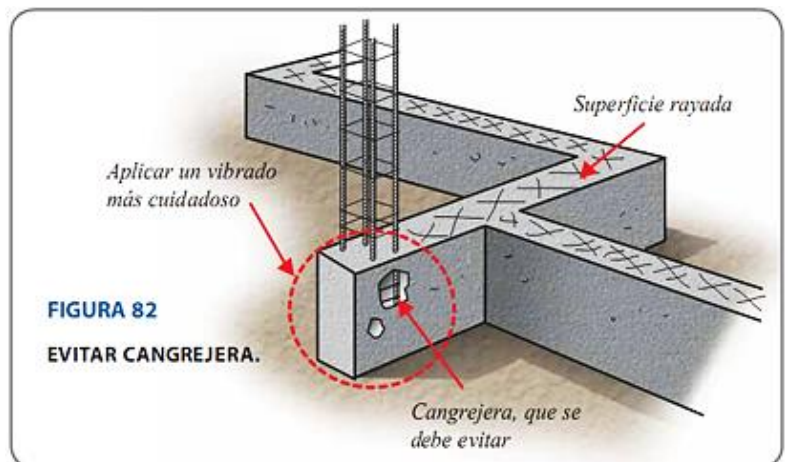
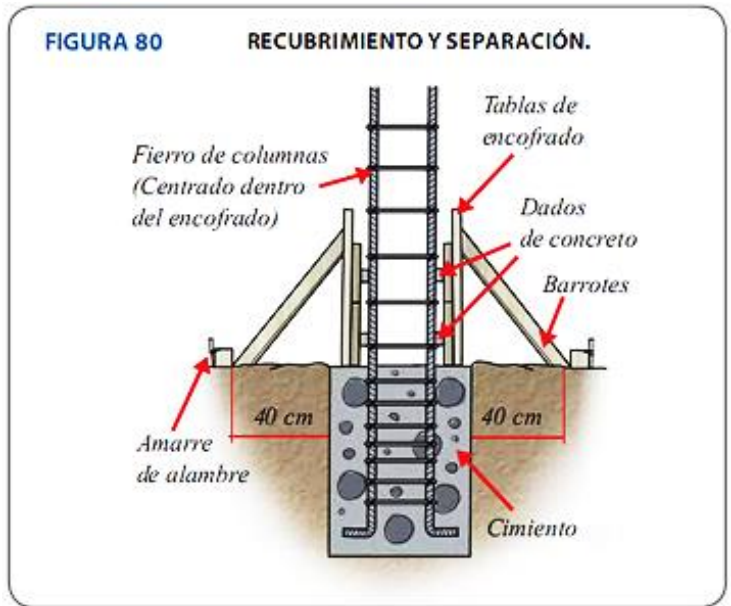
- Al terminar de armar todos los encofrados, se debe hacer una verificación de ejes y niveles, ya que una vez vaciado el concreto será muy complicado hacer las correcciones.
- Igualmente, se debe verificar la verticalidad de los encofrados con ayuda de una plomada.

**Desencofrado del sobrecimiento:** Al día siguiente del **vaciado**, el **encofrado** puede ser totalmente retirado. En ese momento, se debe inspeccionar que no exista ninguna **cangrejera** de consideración (ver figura 82). Si existiese alguna, habrá que proceder a repararla lo antes posible, pudiendo usar una mezcla de 1 volumen de **cemento** por 4 de arena gruesa.

Si se tratara de un **cimiento armado** y la profundidad de la **cangrejera** fuera tal que se viera el hierro de refuerzo, la mezcla de reparación debe ser más rica en **cemento**, pudiendo usar una proporción de 1 por 3.

#### Consideraciones:

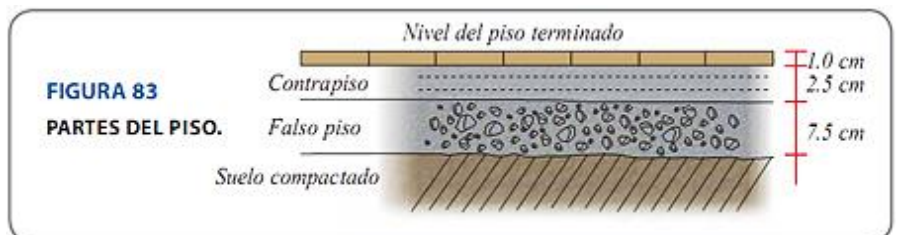
- Se debe poner especial cuidado en la compactación del **concreto** en las zonas donde van las **columnas**, debido a que a partir de este nivel hacia arriba, éstas recibirán un **concreto** de mayor resistencia correspondiente a las **columnas**.



## PISO

Frecuentemente, el falso piso se hace al final de todo el proceso constructivo; sin embargo, es mucho mejor construirlo después de los sobrecimientos. Esto nos permite trabajar en forma más limpia y ordenada, mejora el tránsito de la gente y de las carretillas, permite la recuperación de materiales que se caen al piso, como por ejemplo, la mezcla para asentar ladrillos y le da más estabilidad a los puntales y los andamios de trabajo.

El piso generalmente está compuesto por tres capas: el falso piso, el contrapiso y el piso terminado (ver figura 83). Cuando se trata de un segundo o tercer piso, éstos sólo constan del contrapiso y del piso terminado, que se colocan sobre la losa aligerada.





## RELLENO

**a. Material de relleno:** Lo más aconsejable es usar material de afirmado; sin embargo, debido a que este relleno sólo servirá de apoyo al falso piso, se podrá utilizar también el material extraído de las excavaciones de la cimentación, teniendo el cuidado de quitar las piedras con tamaños mayores a 5 cm y los materiales de desmonte, plásticos y basura, si los hubiere.

Este material debe ser humedecido por lo menos con un día de anticipación antes de ser usado. Esto permitirá que el agua penetre, de tal manera que cuando se le manipule hasta su lugar de colocación, esta humedad se uniformice en todo el material.

**b. Nivelación:** Se deben replantear los niveles respecto de la vereda y se deben colocar los puntos en el terreno. Comúnmente se usan ladrillos asentados con mezcla. Para calcular el nivel de estos puntos de control del relleno, se debe descontar al nivel del piso terminado, los espesores del piso terminado, del contrapiso y del falso piso, tal como lo indican los planos, lo que aproximadamente suma unos 11 cm. Los niveles y espesores de estas capas se indican en los planos de arquitectura.

**c. Compactación:** La compactación debe hacerse por capas, con un espesor máximo de 15 cm. Lo ideal es usar una plancha compactadora, pero si no se dispone de una, podremos hacerlo con la ayuda de un pisón (**ver figura 84**).

La última capa a compactar debe quedar nivelada a la altura necesaria para recibir el falso piso. Es importante realizar una buena compactación, ya que esto evitará futuros asentamientos de los pisos de la casa. Una vez realizado los trabajos de relleno, nivelación y compactación, se podrá hacer el vaciado del falso piso.

### Consideraciones:

- Durante el proceso de compactación, hay que tener cuidado de no mover los puntos de nivel, ya que de lo contrario se modificarían los niveles.
- Durante el apisonado hay que tener mucho cuidado al soltar el pisón, ya que podríamos impactar los dedos de los pies, causando un grave accidente.

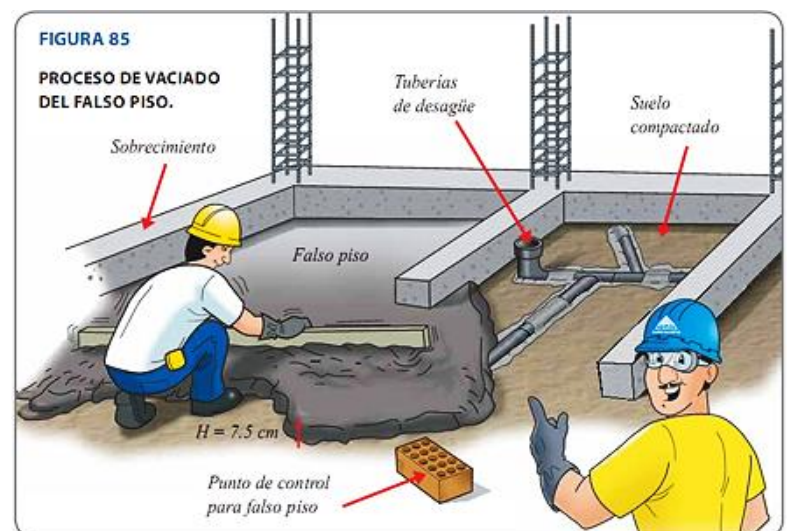
## FALSO PISO

El **falso piso** es una losa de concreto simple que se encarga de soportar y distribuir las cargas que se aplicarán sobre el **piso de la casa**.

**a. Instalación de las redes de desagüe:** Una vez compactado el relleno y antes de vaciar el concreto del **falso piso**, se debe terminar de instalar y probar la red de desagüe. Luego, se deben proteger las tuberías cubriéndolas con **concreto pobre**.

**b. Preparación del concreto:** La **preparación del concreto** se podrá realizar con la ayuda de una **mezcladora** o a mano en una superficie lisa y limpia.

**c. Vaciado:** Antes de iniciar el vaciado, se deben colocar puntos de referencia que nos permitan



controlar el nivel de acabado. Generalmente, el espesor del falso piso es de unos 3" ó 7.5 cm. Igualmente, debemos revisar que la superficie haya quedado libre de desperdicios o de cualquier otro material que pueda contaminar la **mezcla**.

Mientras se va vertiendo la **mezcla** sobre la superficie compactada, deberá repartirse rápidamente y de manera uniforme, utilizando una regla de madera que la empareje y apisone, y aprovechando su plasticidad antes de que comience a endurecerse (ver figura 85). La superficie resultante deberá ser plana, nivelada, algo rugosa y compacta.

**d. Curado:** Durante los 7 días siguientes al vaciado, deberá mojarse la superficie para contribuir a mejorar la resistencia del concreto y para evitar agrietamientos del falso piso.

#### Consideraciones:

- El recubrimiento de las tuberías con concreto es muy importante, ya que las protegen de futuros asentamientos. Hay que considerar que una filtración debajo de los falsos pisos no se puede detectar, y que a lo largo del tiempo puede humedecer el suelo de cimentación, disminuyendo su resistencia, sobre todo si el suelo tiene componentes arcillosos.

### CONTRAPISO

El **contrapiso** tiene por función dejar una **superficie** totalmente **lisa y nivelada**, lista para recibir el piso a utilizar. Por este motivo hay que ejecutarlo después de que hayamos acabado todo el **casco de la obra**, de lo contrario se maltratará. La **preparación del concreto** se podrá realizar con la ayuda de una **mezcladora** o a mano en una superficie lisa y limpia. El acabado dependerá del tipo de piso a utilizar. Igualmente, al vaciarlo debemos tomar en cuenta si existen sumideros de desagüe en los cuartos del baño, cocina y patios. En estos casos, se deberá dar al contrapiso una pendiente, que como mínimo deberá ser de 1% (desciende 1 cm cada metro).

#### Consideraciones:

- Es muy frecuente que después de algún tiempo, algunos **contrapisos** se despeguen del falso **piso**. Esto es lo que comúnmente se conoce como "cajoneo", nombre que se le da porque al golpearlos suenan como un cajón. Para evitar esto, es muy importante hacer una buena limpieza del polvo y de las rebabas de **concreto** que comúnmente quedan en el falso **piso**, así como el humedecimiento del mismo antes del vaciado del **contrapiso**.

### OTROS TIPOS DE PISO

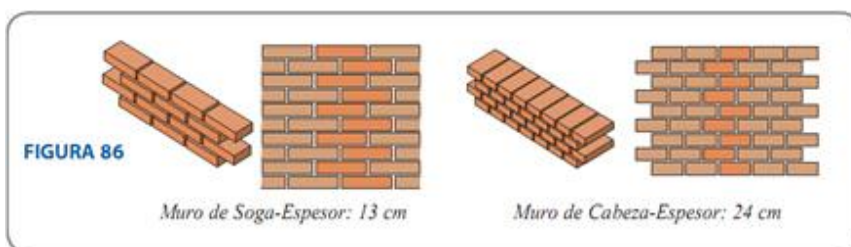
Existen diferentes tipos de piso, que no tienen la composición del falso piso ni del contrapiso o del piso terminado.

- Piso de tierra estabilizada:** Es el piso más simple. Se prepara compactando la superficie e impregnando el suelo con aceite quemado o petróleo. Este tratamiento permite una superficie lisa y poco permeable que evita su deterioro al contacto con el agua.
- Piso de suelo – cemento:** Proviene de la mezcla de cemento con tierra en una proporción de 1 volumen de cemento por 10 de tierra. La mezcla debe ser hecha añadiendo agua hasta encontrar una mezcla consistente, que luego será vaciada sobre el piso y compactada. Es conveniente que el espesor de este suelo sea de 5 cm por lo menos.

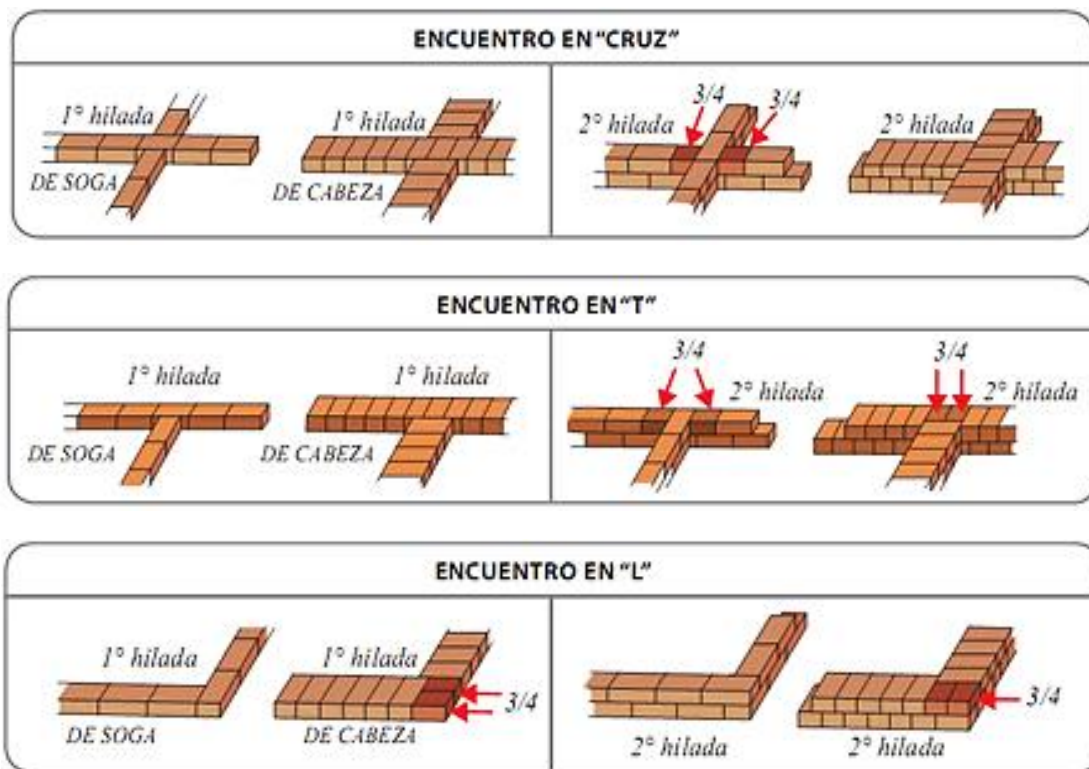
### MUROS

Existen dos tipos de **muros**: los **portantes o de carga y los tabiques**. Los primeros soportan el peso de la **estructura** y resisten la fuerza de los terremotos, a diferencia de los **tabiques** que se utilizan para separar ambientes. Los **planos** consideran la cantidad adecuada de **muros**.

**Clasificación según el tipo de colocación:** Los **muros de albañilería** se pueden **construir** colocando los **ladrillos** de varias formas. Las más utilizadas son: la de soga y la de cabeza (ver figura 86).



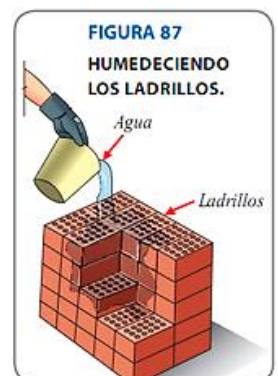
**Encuentros más frecuentes:** Los encuentros entre hiladas más frecuentes son en "L", en "T" y en "cruz". A continuación, se presentan estos encuentros para los amarres de sogas y cabeza:



## PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES

**a. Humedecido del ladrillo:** Los ladrillos deben humedecerse antes de su colocación en obra, con lo cual se reduce la capacidad de succión que tiene el material y se evita que el mortero pierda agua al ponerse en contacto con él. De esta manera, se logra una mayor adherencia entre el mortero y el ladrillo. A los ladrillos de arcilla es recomendable regarlos durante media hora, de ser posible el día anterior a la jornada de trabajo, antes de asentarlos (ver figura 87).

**b. Preparado del mortero de asentado:** La mezcla de cemento y arena debe hacerse en seco. Luego, esta mezcla se coloca en una batea donde se agrega agua suficiente hasta que sea trabajable.



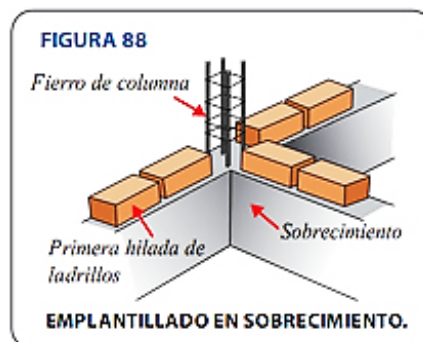
## CONSTRUCCIÓN DEL MURO

**a. Verificación y rectificación del trazo:** Cuando el muro se construye a partir del sobrecimiento, debe revisarse primero que la superficie de éste se encuentre limpia y nivelada. Cualquier imperfección deberá ser rellenada con mortero. Luego, se procede a replantear el diseño del sobrecimiento, revisando sus dimensiones y



marcando todas las referencias que delimitan la zona donde se va a levantar el muro, así como la posición de las puertas. Para ello es necesario contar con plomada, nivel y cordel.

Cuando el muro se construye a partir de una losa de techo, también se deben marcar los ejes donde se van a construir los muros ayudado de un tiralíneas.





**b. Emplantillado:** Se denomina emplantillado a la primera hilada de ladrillos colocados sobre la superficie. En el primer piso, el emplantillado se hace sobre el sobrecimiento (**ver figura 88**); en un piso superior, se hace sobre la losa (**ver figura 89**).

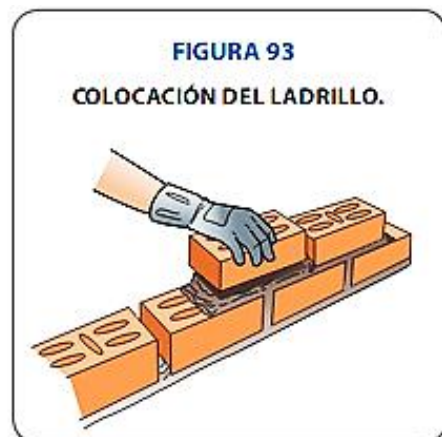
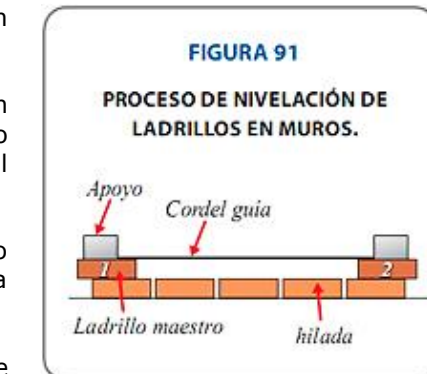
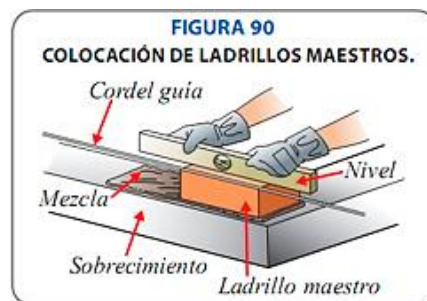
El **emplantillado** es muy importante porque garantiza que el **muro** se construya exactamente sobre los ejes que se especifican en los **planos**.

**c. Colocación de ladrillos maestros:** Se colocan ladrillos maestros en los extremos del muro a levantar. Éstos deben ser ubicados y asentados con toda perfección, es decir, **aplomados, nivelados** y con la altura de junta correspondiente (**ver figura 90**).

Posteriormente, se estira un cordel entre los **ladrillos maestros** para asentar cada hilada. Los ladrillos se colocarán haciendo coincidir su borde externo con el cordel, así garantizaremos que todos los ladrillos queden nivelados, alineados y aplomados (**ver figura 91**).

**d. Colocación del mortero horizontal:** Con la cuchara se toma una porción de **mezcla** de la batea y se coloca una capa uniforme en el sobrecimiento o hilada inferior de ladrillos, distribuyéndola en sentido longitudinal. Luego, el exceso de mezcla se limpia con la cuchara.

No es conveniente extender el **mortero** en una longitud mayor de 80 cm. De lo contrario, se endurecerá rápidamente, evitando una buena adherencia a la hilada superior.



La cantidad de **mortero** que se coloque debe ser tal que al apretar el ladrillo quede una junta de 1,0 a 1,5 cm de espesor. Espesores mayores pueden debilitar el muro.

**e. Colocación del ladrillo:** Se coloca el **ladrillo** en la posición correspondiente, se mueve ligeramente, y se presiona hacia abajo hasta lograr su correcto asentado, cuidando de dejar el espacio adecuado para formar la junta vertical (**ver figura 93**).



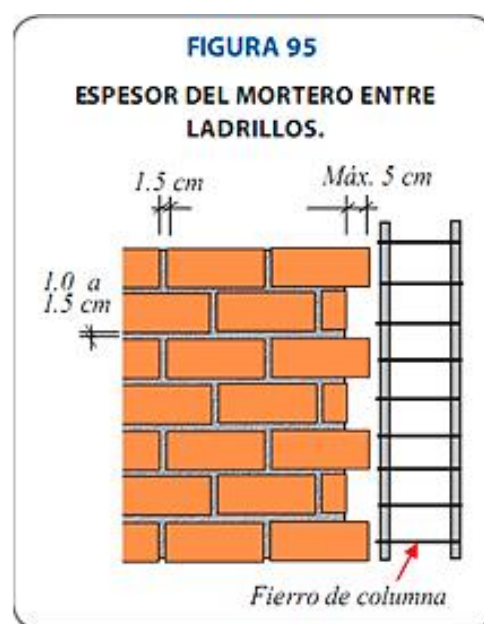
Para afinar el alineamiento y el nivelado del **ladrillo** con el cordel guía, se le da golpes suaves con el mango del **badilejo o cuchara** (**ver figura 94**).

Una vez terminada la hilada, se vuelve a colocar los ladrillos maestros, se levanta el cordel guía a la siguiente fila y se repiten nuevamente todos los pasos anteriores.

El espesor del **mortero** en las juntas verticales debe ser en promedio de 1.5 cm y en las juntas horizontales de 1.0 a 1.5 cm (**ver figura 95**).

Hay que tener presente que las juntas verticales deben quedar en medio del **ladrillo** de la fila inferior. Esto garantizará un buen amarre de los **ladrillos**.

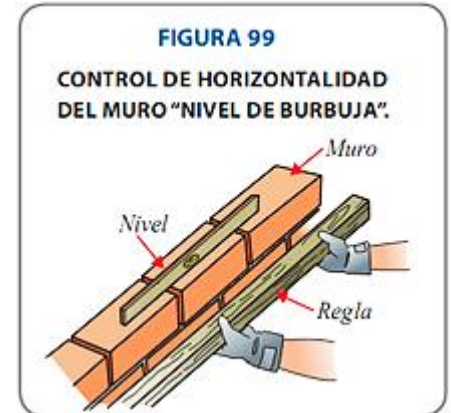
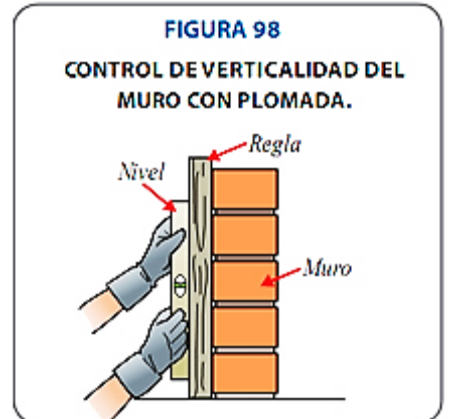
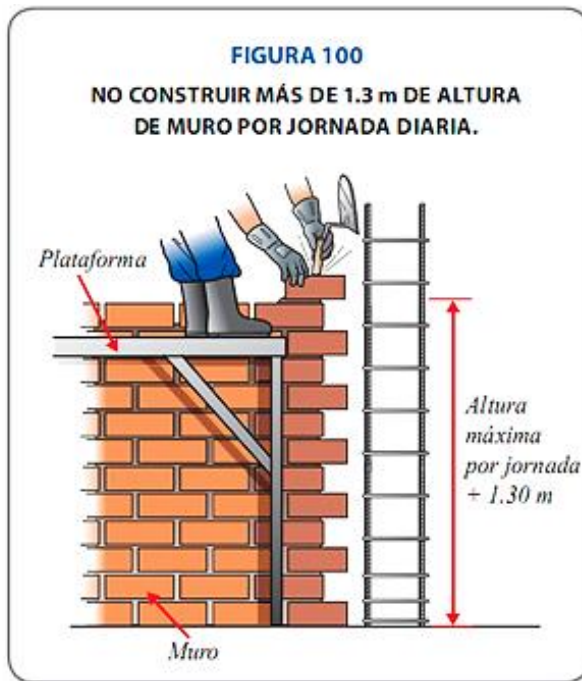
**f. Colocación del mortero vertical:** Una vez asentado los ladrillos, se procede a colocar el mortero vertical. Se toma una porción de mezcla y se introduce dentro de la junta vertical con la ayuda del badilejo y una pequeña paleta de madera que sirve para contener la mezcla y evitar que caiga al piso. De esta manera, la hilada se encuentra terminada y lista para recibir la siguiente (**ver figura 96**).



**h. Control y verificación:** Se controlará la verticalidad del muro mediante el uso de la plomada o de un nivel de mano en varios puntos del muro. No se permitirá un desplome\* mayor de 4 mm en toda la altura del muro. Se sugiere ir controlando la verticalidad cada 4 hiladas (**ver figura 98**).

Igualmente se deberá verificar que las hiladas queden horizontales, colocando una regla sobre la última hilada instalada, y sobre la regla, el nivel de burbuja (**ver figura 99**).

**i. Alturas máximas por jornada:** La altura máxima del muro en una jornada de trabajo debe ser de 1.3 m, equivalente a 12 ó 13 hiladas. El resto se completará al día siguiente, de lo contrario las hiladas superiores comprimirán a las inferiores adelgazando las juntas horizontales (**ver figura 100**).



Además, un muro con mortero fresco de más de 1.3 m de altura es muy inestable y peligroso.

En el asentado del ladrillo hasta 1.3 m, se debe dejar en la última hilada, las juntas verticales rellenas hasta la mitad, para que al día siguiente la otra mitad del muro engrape mejor.

#### Consideraciones:

- El asentado de ladrillo hasta 1.3 m, se hace parado en el suelo. Para continuar la construcción por encima de esa altura, se requiere de una plataforma de madera sobre caballetes, de modo que sobre ella se pueda colocar los materiales y permita pararse para completar el muro hasta la altura del techo.
- No se deberá picar los muros de albañilería para instalar tuberías de agua o luz.

### COLUMNAS

Según el tipo de estructura que se emplee en una edificación, las **columnas** cumplen diferentes funciones.

**Encofrado de columnas:** Una vez levantado el muro, se arman los **encofrados** de las **columnas**. Éstos servirán de molde durante el vaciado del concreto, dándole las formas y las dimensiones que se especifican en los planos.

Los **encofrados** son estructuras sujetas a diversos tipos de cargas que pueden tener magnitudes muy considerables.



Son tres las condiciones básicas a tenerse en cuenta en la **construcción de encofrados**:

- **Seguridad**
- **Precisión en las medidas**
- **Economía**

De estas tres exigencias, la más importante es la seguridad. Frecuentemente, ocurren accidentes en obra ocasionados por la falla de los **encofrados** y que son producidos principalmente por no considerar la real magnitud de las cargas, por el empleo de madera en mal estado, por secciones insuficientes y por procedimientos constructivos inadecuados.

La calidad de los **encofrados** también está relacionada con la precisión de las medidas, con los alineamientos y el aplomado, así como con el acabado de las superficies de concreto.

Finalmente, debe tenerse en cuenta el papel de los **encofrados** en el presupuesto final de la **construcción de la vivienda**. La correcta selección de la madera, el uso adecuado de la misma y su preservación en la obra, contribuyen notablemente a la reducción de los costos en obra.

**a. Habilitación del encofrado:** Lo primero que hay que hacer es verificar la existencia en cantidad y calidad de todos los insumos a utilizar, como tableros, barrotes, puntales, etc.

La madera y tablas que han de usarse para los **encofrados** deberán estar en buen estado, limpias de desperdicios y serán rechazadas si presentan arqueos o deformaciones que perjudiquen la forma final del elemento a vaciar.

Los costados de los **encofrados** de columnas están formados por tablas de 1" o de 1 1/2" de espesor y de anchos variables, de acuerdo a las dimensiones de las columnas (por lo general se utilizan anchos de 8").

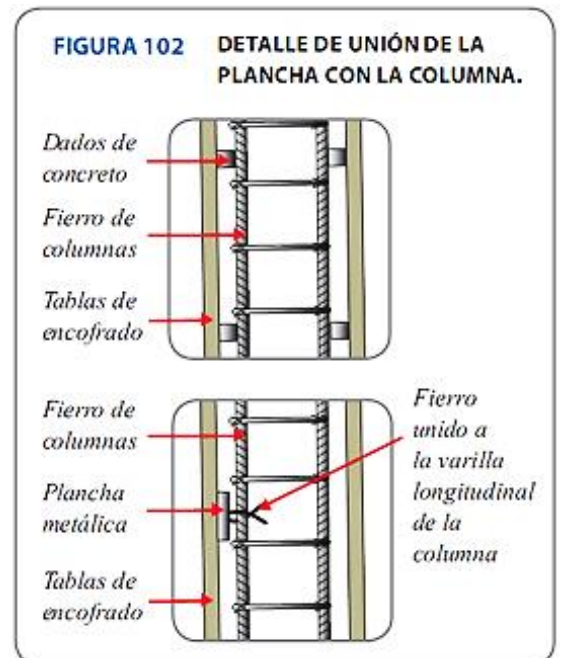
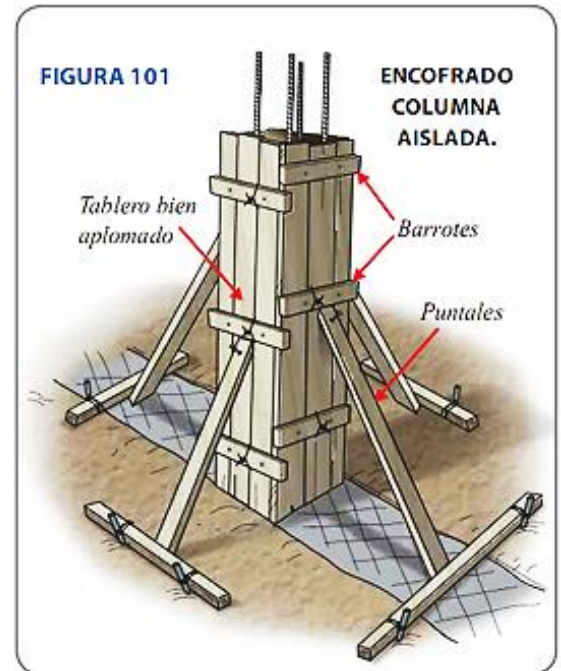
Los encofradores empezarán por habilitar la madera, es decir, cortarán y juntarán una pieza con otra, verificando su alineamiento y buen estado (ver figura 101).

Asimismo, las superficies de los **encofrados** que estarán en contacto con el concreto, serán bañadas de petróleo, con el fin de evitar que la madera se pegue con el concreto endurecido. Esto hará más fácil el desencofrado.

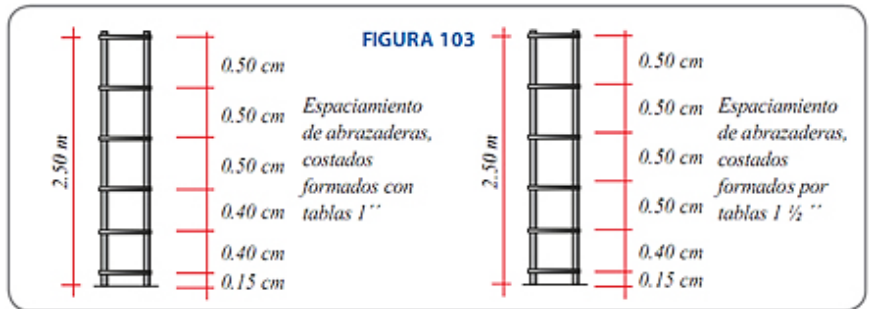
**b. Instalaciones empotradas y recubrimientos:** Si los planos especifican la ubicación de algunos puntos eléctricos empotrados en las columnas, como por ejemplo las cajas rectangulares para los interruptores y algunas tuberías, estos accesorios deben fijarse de manera adecuada al encofrado o al acero de refuerzo.

Así se garantizará su estabilidad durante el vaciado de concreto. Igualmente, antes de colocar los **encofrados**, es muy importante verificar que los hierros de las columnas tengan adheridos unos dados de concreto de 2 cm de espesor, que evitarán que se peguen al encofrado.

De esta manera, se garantizará que el acero de estas **columnas** tenga el adecuado recubrimiento que permita que en el futuro no se oxiden (ver figura 102).



Por lo general, a las **columnas** ubicadas en las puertas de ingreso metálicas, se les pican y suelda el refuerzo longitudinal de éstas a las rejas de metal. Esto no es conveniente, ya que las varillas de acero nunca se deben soldar. Lo que debe hacerse es colocar un anclaje, que consiste en una plancha metálica con dos varillas de acero. Esta plancha metálica se fija a la columna mediante el amarre de los dos hierros de la plancha a las varillas longitudinales de la columna, antes del vaciado.



Posteriormente, cuando se desencofre, se podrá soldar las rejas a la plancha de metal.

**c. Armado del encofrado:** Para armar el encofrado, debemos primero replantear el trazo de las columnas con sus correspondientes ejes y dimensiones.

Los tableros que sirven para encofrar la columna estarán unidos por abrazaderas o barrotes a cada 50 cm como máximo. Para ello se utilizarán listones de 2" x 4", 3" x 3" ó de 3" x 4", en largos que dependen de las dimensiones de las columnas y del sistema de sujeción de abrazaderas que se adopte.

Obsérvese que en los tramos inferiores, las separaciones son más reducidas, ya que la presión que el concreto fresco ejerce es mucho mayor a la de los tramos superiores (ver figura 103).

Se deberá instalar una plomada a un sitio fijo, para verificación de la verticalidad durante el proceso de vaciado.

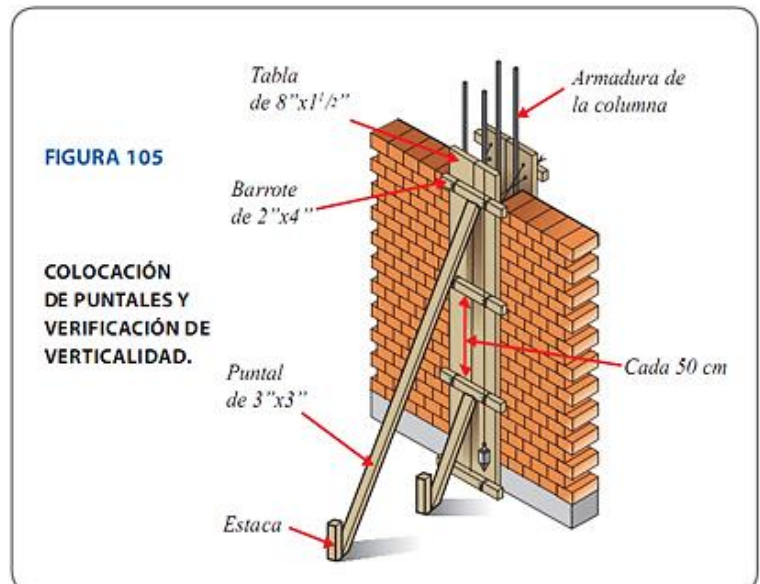
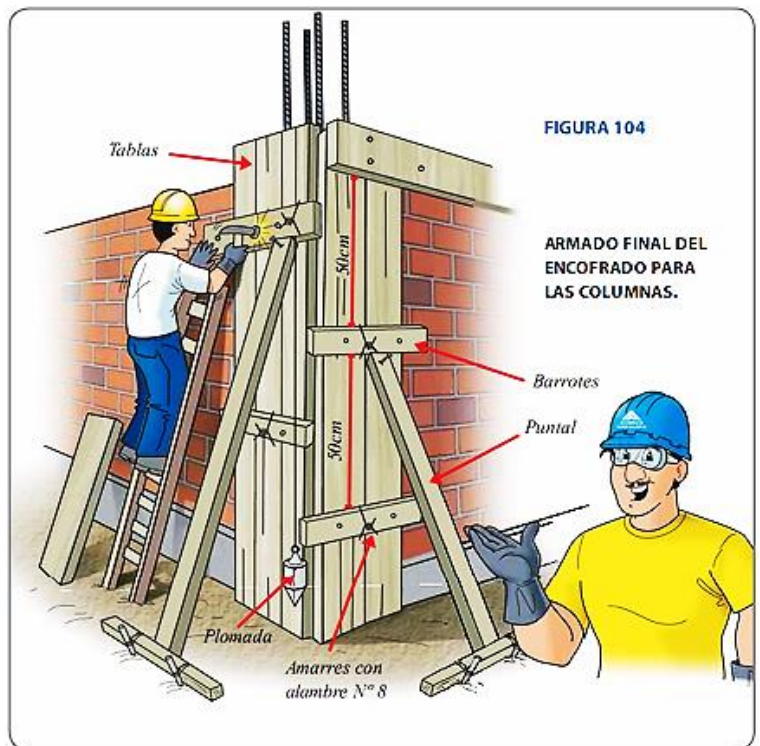
Para amarrar los tableros, usamos templadores de alambre negro N°8. No debe quedar espacios vacíos entre el muro y el encofrado por donde pueda escurrirse el concreto durante el vaciado (ver figura 104). Para sellar las juntas entre tablas, se puede utilizar las bolsas de cemento previamente humedecidas.

Cuando se trate de un encofrado en esquina, hay que verificar que sus caras estén perpendiculares con una escuadra.

**d. Colocación de puntales:** Luego, el encofrado será asegurado contra el piso por medio de unos puntales que pueden ser de 3" x 3", 2" x 4" ó 3" x 4", apoyados en soportes fijados en el suelo o en las correspondientes losas de los entrepisos (ver figura 105).

Al terminar el encofrado, es muy importante verificar que haya quedado totalmente vertical.

Esto se realiza con la ayuda de la plomada, y cuando se trate de un encofrado en esquina, se verificará que sus caras estén perpendiculares con una escuadra (ver figura 104).



Finalmente, se recomienda revisar la zona de trabajo durante el proceso de encofrado, pues es muy frecuente encontrar en el piso maderas con clavos que al pisarlos pueden ocasionar serios accidentes.

### Consideraciones:

- Es recomendable almacenar los encofrados en lugares secos y ventilados. No olvidar limpiarlos luego de haberlos utilizado, esto evitará que se arqueen.
- En el caso que se esté encofrando una columna que colinda con el muro de una propiedad vecina, deberá colocarse una plancha de duropor para conservar la separación entre las dos propiedades. Esta separación es de mucha importancia, pues permitirá que durante un sismo nuestra vivienda se mueva de forma independiente sin chocar con la vivienda vecina.

## CONCRETO EN COLUMNAS

Antes de efectuar el vaciado del concreto, se deberá humedecer la base de la columna con agua y las paredes del encofrado con petróleo.

**a. Preparación de la mezcla:** A diferencia de los otros tipos de concreto, éste debe hacerse de preferencia con una mezcladora, ya que hacerlo de manera manual produce mezclas que no son homogéneas, y que no aseguran una resistencia uniforme.

Para la preparación de la mezcla, se deberá consultar la resistencia que se especifica en los planos. Por lo general, para una casa de 2 ó 3 pisos, la resistencia es de 175 kg / cm<sup>2</sup>, esto quiere decir que sobre una superficie cuadrada de concreto de 1 cm de lado, se puede aplicar una carga de 175 kg antes de que se rompa.

Durante el proceso de mezclado, primero deberá ingresar una parte del agua en la mezcladora, antes que el cemento y los agregados. Luego, se echa el resto. Asimismo, el tiempo de mezclado, una vez que todos los materiales han ingresado, no será inferior a dos minutos.

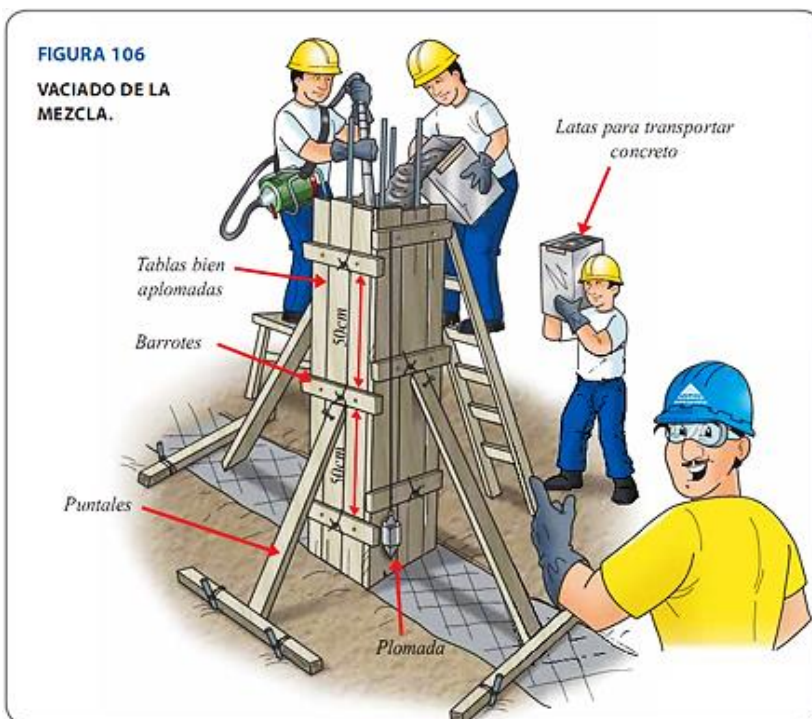
**b. Vaciado de la mezcla:** Una vez realizada la mezcla, se transportará cuidadosamente mediante caretilas o latas, que deberán estar totalmente limpias con el fin de que no contaminen la mezcla. Asimismo, se procurará realizar el transporte en el menor tiempo posible (ver figura 106). Si el transporte se prolonga demasiado y tiene mucho movimiento, puede ocasionar que la mezcla se separe, ya que las piedras tienden a asentarse hacia el fondo.

El concreto que ya ha comenzado a endurecerse, no deberá utilizarse. Tampoco debe agregarse agua adicional para remezclarlo.

**c. Compactación del concreto:** El vaciado del concreto debe hacerse de manera continua hasta acabar con la mezcla. Durante este proceso, el concreto debe compactarse adecuadamente. Para esto debe utilizarse una vibradora, si no se cuenta con este equipo, se puede hacer de manera manual, utilizando un hierro de construcción. Asimismo, se debe golpear el encofrado con el martillo. Todo esto ayudará a eliminar las burbujas de aire y los vacíos que producen cangrejas y reducen la resistencia del concreto.

### Consideraciones:

- Generalmente, en la parte inferior de las columnas, hay una mayor concentración de acero debido a que en esta zona hay más estribos y es donde se acostumbra ubicar los empalmes. Por eso, en esta zona hay que poner un especial cuidado en la vibración para evitar las cangrejas.





- Igualmente, para las columnas es recomendable usar la piedra menuda (tamaño máximo de 1/2"). Esto evitará que éstas se queden entre los ganchos de los estribos.

## DESENCOFRADO DE COLUMNAS

Una vez terminado el vaciado, se debe verificar que el encofrado se haya mantenido completamente vertical. Para esto debemos utilizar la plomada. Al día siguiente, se puede proceder al desencofrado de la columna e inspeccionar su superficie. Se debe verificar que no existan cangrejeras y si hubiera alguna, se deberá proceder a repararla inmediatamente. Antes de rellenarla, es necesario limpiarla con agua limpia, rellenarla con mortero de cemento – arena. Finalmente, se iniciará el curado, el cual se debería prolongar por lo menos durante 7 días. El proceso de curado consiste en regar con agua la columna, manteniéndola húmeda. Esto evitará que se formen grietas y fisuras y ayudará a que el concreto alcance la resistencia especificada.

### Consideraciones:

- Durante la operación de desencofrado, hay que tener cuidado de no aplicar esfuerzos excesivos, ya que se puede comprometer la resistencia del concreto que aún está fresco.
- Es recomendable verificar que los clavos, utilizados en los bordes de las tablas con el fin de unir los extremos y lograr mayor hermeticidad, no estén clavados a fondo. Ello facilitará el desencofrado y el cuidado de las piezas.

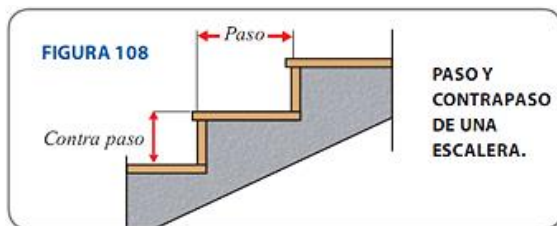
## ESCALERAS

La **escalera de concreto** es una **losa dentada** e inclinada, que nos permite subir o bajar de un nivel a otro.

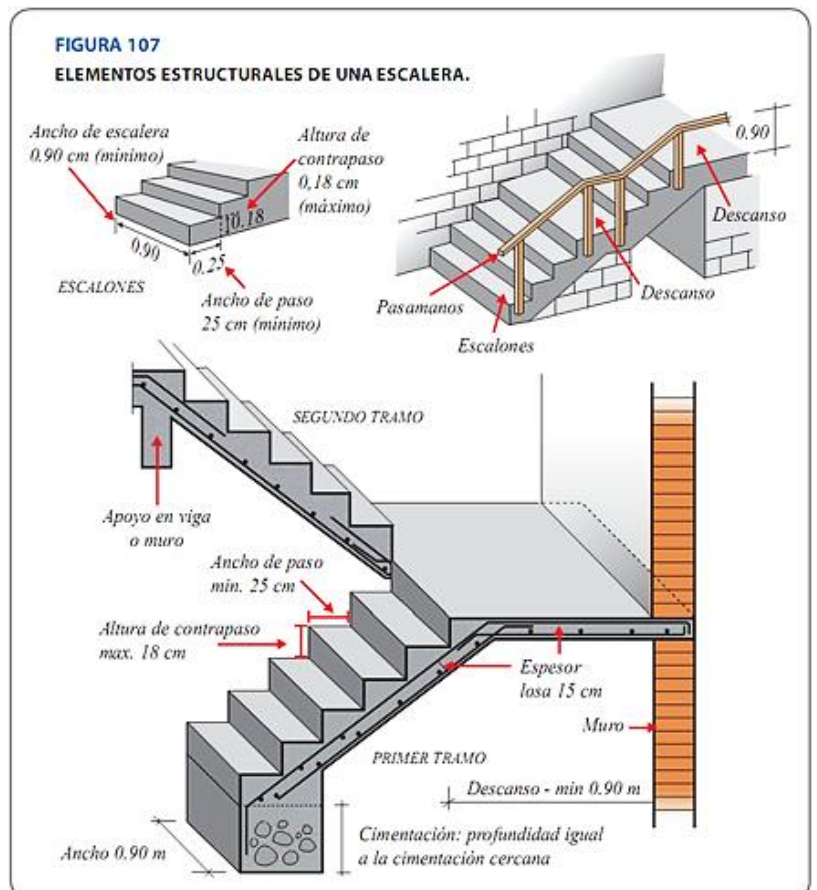
Una **escalera** está conformada por tramos, descansos y barandas. Los tramos están formados por **escalones**; y los **escalones**, por pasos y contrapasos (**ver figura 107**).

Las **escaleras** pueden ser construidas dentro o fuera de la **vivienda** y las condiciones que deberán cumplir son las siguientes:

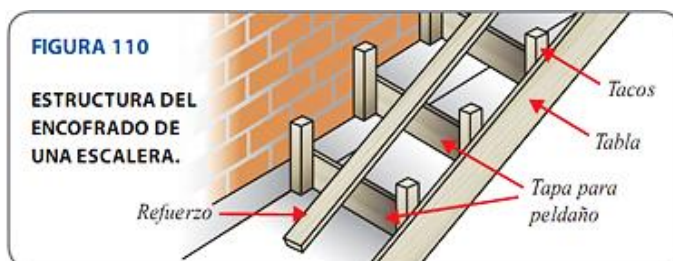
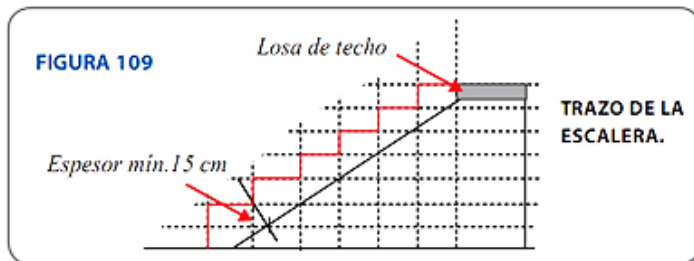
- Las **escaleras** contarán con un máximo de diecisiete pasos entre un piso y otro. Si el número es mayor, se deberá intercalar un descanso que tendrá como mínimo 0.90 m de longitud.
- En cada tramo de **escalera**, los pasos y los contrapasos serán uniformes, debiendo cumplir con un mínimo de 25 cm para los pasos y un máximo de 18 cm para los contrapasos (**ver figura 108**).



**Trazo de escalera:** Sobre la superficie del muro que se encuentra a un extremo de la escalera, se marca el inicio y el fin del tramo a trazar. A la distancia vertical, se le divide entre el número de contrapasos; y a la distancia horizontal, se le divide entre el número de pasos (**ver figura 109**).



Con estos puntos de referencia y la ayuda de un metro y un nivel, hacemos el trazo respectivo. Luego se traza el fondo de escalera, teniendo en cuenta que el espesor mínimo es de 15 cm o el que especifique los planos.



**Encofrado de escalera:** Siguiendo la línea que marca el fondo de la escalera, se arma la rampa que servirá de base para el encofrado. Luego, se encofran los contrapasos, usando tablas de 1 1/2" de espesor que tengan un largo igual al ancho de la escalera. Estas tablas se deben asegurar con tacos de madera en sus extremos, y además, se debe colocar un listón de refuerzo en el centro de las tablas para que no se curven por la presión del concreto fresco (**ver figura 110**).

## TECHOS

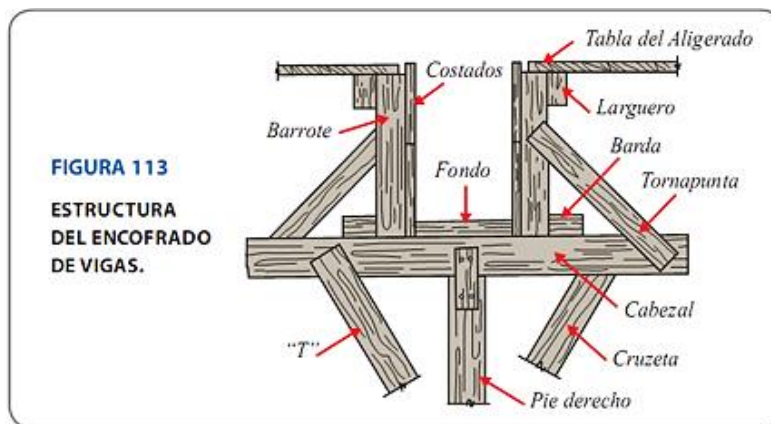
El techo es la parte culminante de la estructura de la vivienda. Se encarga de mantener unidas las columnas, las vigas y los muros, así como la de transmitir el peso de la estructura a éstos. Los techos están compuestos por vigas y losas.



Las vigas pueden ser de tres tipos: de confinamiento, que van apoyadas sobre los muros; peraltadas, cuyo espesor es mayor al de la losa de techo; y chatas, cuyo espesor es igual al del techo (**ver figura 112**).

En cuanto a las losas de techo, también hay varios tipos. Las más conocidas son las aligeradas, que además son las más usadas en la construcción de casas y están compuestas por viguetas, losa y algún tipo de material ligero. El más usado es el ladrillo hueco de arcilla.

**Encofrado de vigas:** Los elementos principales de los encofrados de vigas son: el fondo del encofrado, los tableros de los costados formados por tablas, **barrotes** y tornapuntas de soporte, y las "T", formada por los cabezales, los **pies derechos**\* y las crucetas.

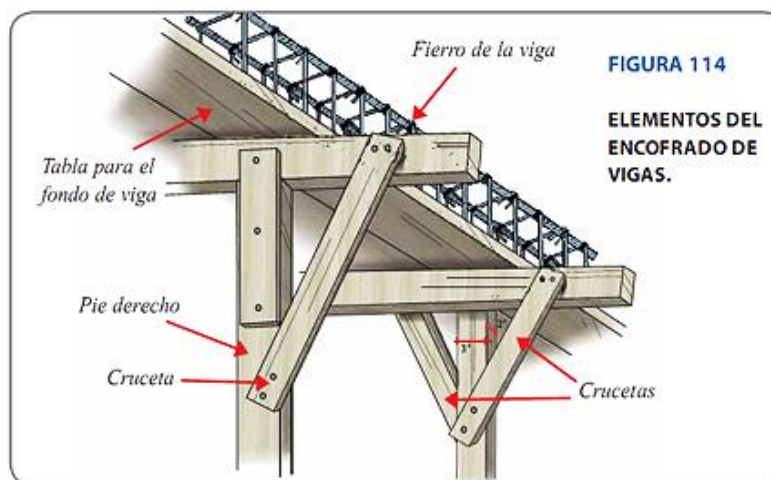


El fondo generalmente está formado por tablas o tableros de 1 1/2" de sección por el ancho que corresponde al ancho de las vigas.

En los tableros de los costados, se emplea tablas de 1" ó de 1 1/2" montadas sobre barrotes de 2" x 3" ó 2" x 4" de sección.

Las "T" de madera cumplen la función de soportar las cargas. Los **pies derechos** y cabezales deben tener secciones de 2" x 3" ó 2" x 4" y la altura requerida para alcanzar el nivel del vaciado (**ver figura 113**).

En primer lugar, se colocarán los **pies derechos** que soportarán el encofrado. Éstos se regulan al contacto con el suelo por medio de cuñas de madera. Por ningún motivo se debe

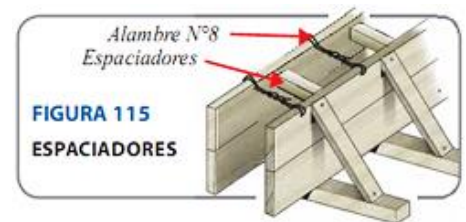




utilizar piedras, cartón o cualquier otro material débil, pues pueden fallar con el peso al que serán sometidos.

La distancia entre estos **pies derechos** deberá ser como máximo de 90 cm, de ser mayor se podrían producir hundimientos en el entablado (**ver figura 114**).

Los tablonos o tableros de los costados, que servirán para dar forma a la sección de viga, contarán con espaciadores de madera y pasadores de alambre N° 8 (**ver figura 115**). Con estos dos elementos se garantiza que el ancho de las vigas sea el que se especifica en los planos.



Los **barrotes**, que sirven de apoyo a los tablonos de los costados de la viga, serán soportados por elementos diagonales llamados tornapuntas, que los arriostran con los cabezales de las "T". Una vez armado el encofrado, debe verificarse que esté perfectamente horizontal. Para eso, contamos con la ayuda de un nivel de mano.

### Consideraciones

- Antes de empezar a encofrar, se deberá verificar que la superficie del suelo sobre la cual se apoyarán los puntales, esté bien compactada y tenga de preferencia falso piso. De esta manera, evitaremos que los puntales se hundan y desnivelen el encofrado.
- No es recomendable usar **parales** que estén conformados por piezas de madera empalmadas, ya que los empalmes podrían fallar durante el vaciado y producir hundimiento del encofrado y posibles accidentes.

**Hierro en vigas:** Los planos de estructuras especificarán las medidas de los cortes y de los doblados de las barras longitudinales y de los estribos de las vigas.

Durante la instalación de la armadura, debe verificarse que los diámetros de las varillas utilizadas concuerden con el plano de estructuras. También, debe comprobarse que el espaciamiento de los estribos sea el indicado, en especial en las zonas pegadas a las columnas, ya que allí siempre se especifica una mayor concentración.

Por ejemplo, si el plano dice:

2 @ 0.05, 4 @ 0.10 y resto @ 0.25 c/ext.

Esto significa que los estribos se deben de colocar de la siguiente manera (**ver figura 118**):

También se debe revisar que las armaduras de hierro no choquen en ningún punto con sus encofrados. Esto garantizará que después del vaciado, las piezas de hierro tengan el debido recubrimiento de concreto. Para esto, se deben usar dados de concreto que permitan los siguientes recubrimientos

(**ver figura 119**):

- En vigas de confinamiento, el recubrimiento debe tener 3 cm.
- Para las vigas peraltadas, este recubrimiento deberá ser de 4 cm.
- Para las vigas chatas, bastará con 2 cm.

Otro aspecto importante a revisar, es la ubicación y la longitud de empalme entre barras longitudinales. En cuanto a la ubicación, los empalmes de los hierros, que se encuentran en la parte superior de la viga, deberán hacerse en la zona central; mientras que el

FIGURA 118

ELEMENTOS DE ENCOFRADOS DE LOSAS ALIGERADAS.

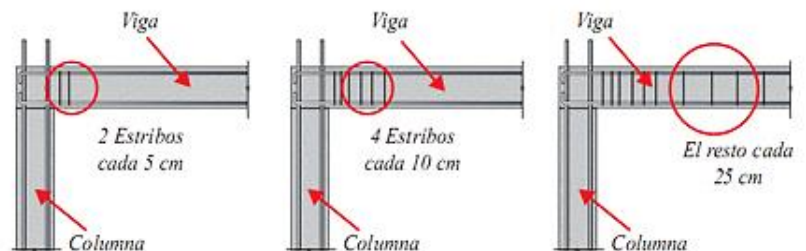
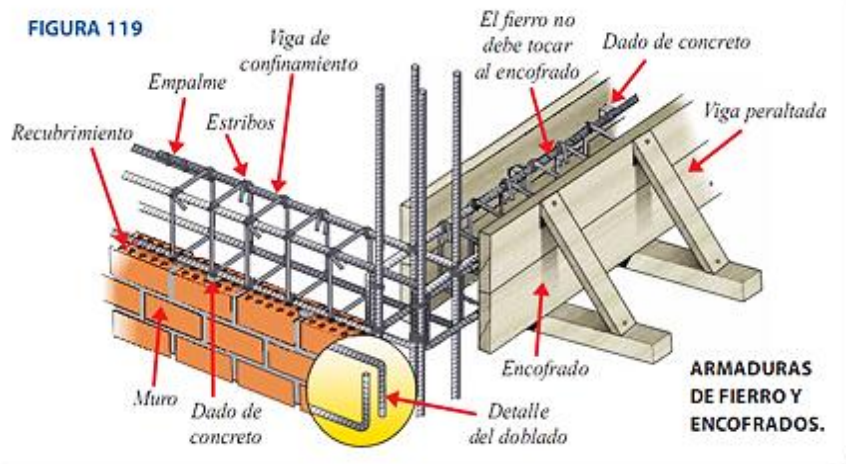


FIGURA 119

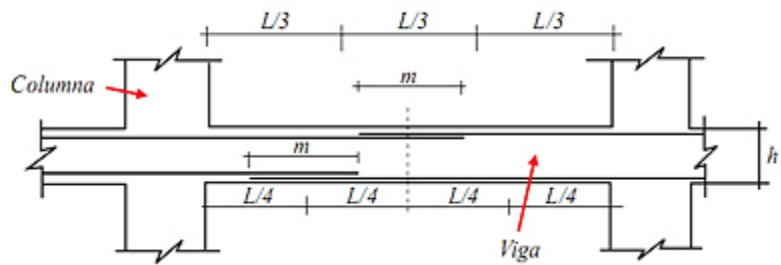


empalme de los hierros, que se encuentran en la parte inferior de la viga, deberá hacerse cerca de sus extremos (ver figura 120).

Las longitudes mínimas de traslape de las barras serán las indicadas en los planos de estructuras. Más información sobre estas longitudes en función de los diámetros de las barras, se puede encontrar en la sección 1.10 de este manual. Cuando dos vigas se encuentren en una esquina, deberán hacerse ganchos de doblado horizontales en ambas. La longitud de estos ganchos se especifica en los planos de estructuras (ver figura 121).

FIGURA 120

## ZONAS RECOMENDABLES PARA EMPALMES.



Todos los dobleces deberán hacerse en frío, respetando el diámetro mínimo de doblado para no causar fisuras en la barra, según se explica en la sección 3.8 "Trabajo en acero" de este manual.

### Consideraciones

- Se debe empalmar como máximo la mitad de las varillas que se encuentren en una misma sección.
- Se deben alternar los empalmes. Si no se puede, y sólo se van a colocar concentrados en una sección, habrá que aumentar su longitud por un factor que depende del diámetro de la varilla.
- Nunca se debe empalmar en cambios de sección.

### PREPARACIÓN DE LA LOSA

#### a. Colocación de los ladrillos de techo:

Una vez que el entablado del techo se ha terminado, y que el hierro de las vigas ya esté ubicado, se procederá a la colocación de los ladrillos y luego a la del hierro en las viguetas y la losa de techo (ver figura 122).

Cuando se coloquen los ladrillos de techo, éstos deberán estar alineados uno detrás de otro, sin que queden espacios vacíos entre ellos para evitar que se filtre el concreto durante el vaciado. Se deberá verificar que estos ladrillos no estén rajados ni partidos.

#### b. Instalaciones sanitarias y eléctricas:

Dentro de una losa aligerada de techo, quedan empotradas una serie de instalaciones, como las tuberías de la red de agua y desagüe y las tuberías de electricidad que alimentan a los puntos de luz. Por esta razón, es muy importante tomar precauciones (sobre todo con las tuberías de desagüe) para evitar que atraviesen las viguetas y corten su continuidad y resistencia. En el caso de las tuberías de luz, las cajas octogonales no deben colocarse sobre el encofrado de las viguetas sino en el lugar de los ladrillos.

Si en algunas zonas hubiese una concentración de estas tuberías de desagüe, sería recomendable convertir esta área de losa

FIGURA 122

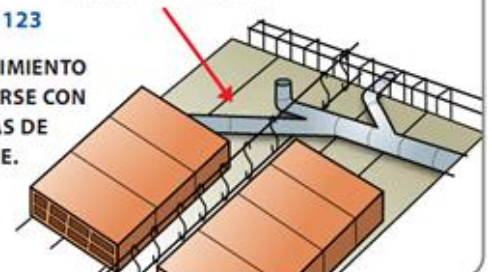
## PROCESO PARA COLOCAR LADRILLOS EN EL TECHO.



FIGURA 123

## PROCEDIMIENTO AL TOPARSE CON TUBERÍAS DE DESAGÜE.

Rellenar con concreto



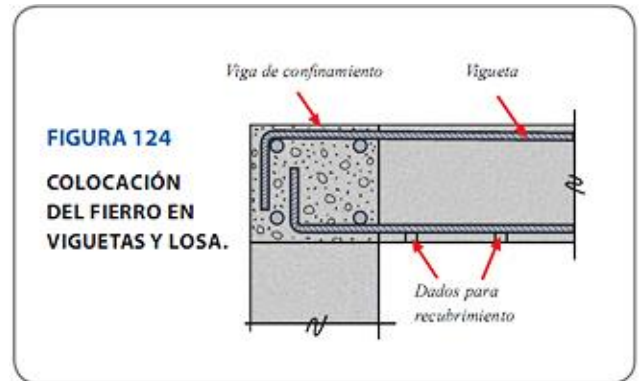
aligerada en losa maciza, es decir, retirar los ladrillos y vaciar toda el área en concreto con su respectivo refuerzo de hierro (**ver figura 123**).

Igualmente, a veces existen muchos cruces de tuberías de agua o luz dentro de la losa de concreto que va sobre los ladrillos. Como esta losa tiene solo 5 cm de espesor, estas tuberías pueden quedar expuestas o con muy poco recubrimiento. En estos casos, es necesario amarrarlas con alambre N°16 y tratar de pegarlas contra los ladrillos lo más que se pueda.

**c. Colocación del hierro en viguetas y losa:** El hierro de **viguetas** se coloca entre las filas de ladrillo de techo y se enganchan en el hierro de las vigas de confinamiento que van sobre los muros de ladrillo.

El hierro de la losa, llamado también hierro de temperatura, se coloca sobre los ladrillos y en sentido perpendicular a las **viguetas**, apoyados sobre dados de concreto de 2 cm. de espesor, que se colocan encima de los ladrillos de techo (**ver figura 124**).

El hierro de temperatura tiene como función evitar el agrietamiento de la losa. Generalmente, se utiliza varillas de 6 mm ó 4.7 mm. Estas varillas se amarran a los bastones de las viguetas y a las vigas de amarre cada 25 cm de distancia.



### Consideraciones

- Deberá verificarse que el acero inferior de las **viguetas** esté 2 cm por encima del encofrado, así se garantiza que el acero inferior tenga el adecuado recubrimiento de concreto.
- Durante todos estos trabajos, hay que tener mucho cuidado al pararse sobre los ladrillos de techo, ya que estos son muy frágiles. Por esta razón es recomendable poner tabloncillos para poder pisar sobre ellos y evitar posibles accidentes.

### VACIADO DE CONCRETO EN TECHO

Antes de colocar el **concreto** en la losa, se debe verificar que la ubicación de los **hierros**, de las **tuberías de electricidad**, de agua y de desagüe, se encuentre en buen estado y de acuerdo a lo establecido en los planos. Es decir, que consideren los alineamientos e inclinaciones de las tuberías preestablecidas y la ubicación exacta de los puntos de salida de accesorios de baño y cocina (inodoro, ducha, lavatorios, drenajes, etc.).

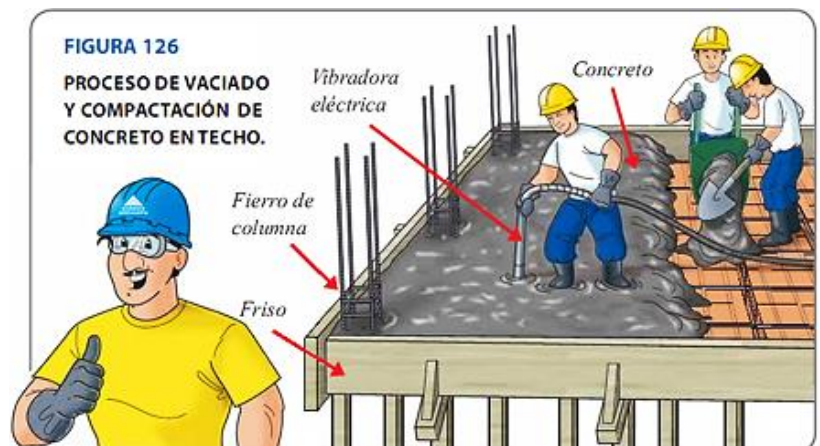
Por otro lado, se debe verificar también que el encofrado esté completamente horizontal y los **paraes** estables.

Posteriormente, se debe humedecer el **encofrado de las vigas** y los **ladrillos de techo**, para que no absorban el agua del concreto. Asimismo, se debe colocar tablas de madera para que las personas que trabajarán en el **vaciado de techo** no caminen directamente sobre el hierro porque pueden doblarlo y se debe modificar su ubicación y recubrimiento.

#### a. Proporción de la mezcla de concreto:

Para la preparación de la mezcla, se deberá consultar la resistencia indicada en los planos. Por lo general, al igual que en las **vigas y columnas**, para una casa de 2º a 3 pisos, esta resistencia a compresión del concreto es de 175 kg/cm<sup>2</sup>. Esto quiere decir, que sobre una superficie cuadrada de concreto de 1 m de lado, se puede aplicar una carga de 175 kg antes de que se rompa.

Este **concreto**, al igual que en las columnas y vigas, debe hacerse de preferencia usando una mezcladora, ya que hacerlo de manera manual produce mezclas que no son uniformes.





**b. Vaciado y compactado del concreto:** Durante el vaciado se debe llenar primero las vigas y **viguetas**, y luego la losa superior hasta cubrir una altura de 5 cm. Para una buena compactación del concreto, se debe usar un vibrador mecánico o **de manera manual** la mezcla con una barra de construcción. Hay que tener cuidado de no vibrar en exceso, porque de lo contrario, los componentes del **concreto** se pueden separar (**ver figura 126**).

Es importante tener en cuenta que el **proceso de vaciado** es continuo. Eso quiere decir, que no se debe postergar el trabajo cuando ya se inició. La única posibilidad de parar para descansar es después de **vaciar el concreto** en todas las vigas y **viguetas**, tiempo en el cual se dejará asentar la mezcla. Luego de los minutos de descanso, se procederá a vaciar la losa de **concreto** con el espesor antes indicado.

**c. Nivelación:** Finalmente, la losa de techo debe quedar lo más nivelada posible. Esta operación se hace pasando una regla de madera o de aluminio sobre la superficie (**ver figura 127**).

El acabado de la losa debe ser rugoso, para permitir la adherencia al contrapiso.

**d. Curado:** Debido a la gran superficie expuesta al aire, una **losa de concreto** es muy susceptible a fisurarse, debido a la contracción por temperatura en estado todavía fresco.

La mejor manera de evitar este problema, es mediante el mojado con agua. Éste se debe iniciar unas horas después del vaciado y debe prolongarse los 7 días posteriores. Esto evitará las rajaduras y hará que el **concreto** alcance su resistencia definitiva.

Para evitar que el agua se escurra por los bordes de la superficie, se recomienda colocar arena fina en estos bordes, a manera de una barrera. A este procedimiento se le conoce con el nombre de curado con arroceras\* (**ver figura 128**).



### Consideraciones

- Después de 7 días de haberse realizado el **vaciado**, se procederá al desencofrado de las vigas. Las **losas aligeradas** se podrán desencofrar antes, pero previendo de dejar puntales cada ciertos tramos.