



AutoConstrucción

Sismorresistente

Marianela Lafuente / Carlos Genatios

Cartilla de
AUTOCONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE

Marianela Lafuente y Carlos Genatios

(RESUMEN PARA WWW.CITECI.COM)

Mayo 2007

El material que se presenta a continuación es un resumen de algunos capítulos de la Cartilla de Autoconstrucción sismorresistente.

Este resumen ha sido preparado para su inclusión en la página web de CITECI (www.citeci.com)

ÍNDICE

Introducción

1. PARTES DE LA ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA

- Muros
- Machones
- Vigas de corona
- Losa
- Losa de piso
- Losa de entrepiso
- Losa de techo
- Fundaciones
- Lecho de Fundaciones
- Aberturas: Ventanas y puertas
- Dinteles
- Vigas de bajo acoplamiento

2. ACCIONES ACCIDENTALES EXTREMAS SOBRE LA VIVIENDA: TERREMOTOS.

- Zonificación sísmica
- Daños por terremotos

3. COMPROMISO ESTRUCTURAL DEL CONJUNTO Y FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

- Concepto global del comportamiento estructural
- Transmisión de las cargas verticales
- Transmisión de las cargas sísmicas
- Función de las paredes
- Función losa de techo
- Función de la losa de entrepiso
- Función de la losa de piso
- Función de los machones
- Función de la viga de corona
- Función de los dinteles
- Función de las fundaciones

4. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES BÁSICOS

- Agua
- Cemento
- Arena
- Piedra
- Bloque de arcilla
- Bloque de concreto
- Tabelones
- Acero: Cabillas y perfiles

- Madera
- Comentarios sobre la selección de los materiales

5. MATERIALES COMBINADOS

- Lecho de fundación
- Concreto para fundación
- Concreto para machones, vigas y dinteles
- Losa de piso
- Losa de entrepiso
- Losa de techo
- Mortero

6. RECOMENDACIONES PARA EL ARMADO DE LOS ELEMENTOS

- Conceptos generales:
 - Acero longitudinal
 - Acero transversal
 - Zonas de confinamiento
 - Longitudes de solape
 - Ganchos
 - Acero de distribución
- Armado de la fundación
- Armado de los machones

- Armado de las vigas de corona
- Armado de las losas:
 - Losa de concreto
 - Losa de tabelones
 - Techo liviano
- Armado de dinteles
- Armado de elementos de bajo acoplamiento

7. RECOMENDACIONES PARA MEJORA DE LOS MÉTODOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES

- Adecuación del terreno. Ubicaciones indeseables
- Alerta con drenajes, cauces de quebradas
- Pendientes
- Fundaciones
- Levantamiento de los muros
- Encofrado de machones
- Vaciado de elementos de concreto armado
- Importancia del vibrado y del curado
- Importancia del detallado en los elementos de conexión
- Colocación de instalaciones empotradas en los muros
- Ejemplos de daños ocasionados por sismos debido a mal detallado o vicios en la construcción.

8. RECOMENDACIONES SOBRE LA ESTRUCTURACIÓN DE LA VIVIENDA

- Configuración en planta
- Distribución de líneas resistentes
- Configuración vertical
- Limitaciones en la altura de la vivienda

- Limitaciones en la longitud de los muros
- Aberturas en los muros

Listados de figuras y fotos

Bibliografía

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta publicación es aportar recomendaciones para construir viviendas sencillas de mampostería confinada, aplicando consideraciones sismorresistentes (resistencia a los sismos), de manera que puedan ofrecer, a quienes las habitan, una mayor seguridad en caso de terremotos.

¿Podemos controlar los terremotos?

Lo primero que debemos entender es que el hombre no puede controlar las causas que originan los terremotos y por lo tanto nada podemos hacer para evitarlos. Sin embargo, podemos tomar muchas acciones que permitan disminuir sus efectos destructores. Las recomendaciones que presentamos en este documento, permiten construir viviendas con gran seguridad. ¡A seguir las recomendaciones!

¿Cómo afecta un terremoto a una vivienda?

Cuando se produce un terremoto, como su nombre lo indica, se mueve la tierra. Este movimiento se produce mediante ondas sísmicas que se transmiten a la vivienda por los movimientos del suelo y de las fundaciones. Luego, la casa comienza a moverse y se generan fuerzas internas en la estructura de la vivienda que pueden hacer que se agriete, y si es muy fuerte el sismo, puede derrumbarse una parte o la totalidad de la

vivienda. Para imaginar el efecto del sismo, suponga que usted está parado sobre una pequeña alfombra y dos personas comienzan a halarla de un lado a otro, de manera repentina, repetida y violenta, hasta que usted se cae.

¿Podemos controlar sus consecuencias?

Podemos prevenir los desastres de un sismo. Para ello debemos escoger bien la zona donde vivir, buscar terrenos que sean adecuados y construir siguiendo recomendaciones técnicas. En particular, si construimos una vivienda de bloques de ladrillo o de concreto, debemos seguir las recomendaciones de esta guía, y así tendremos una casa segura.

¿Cómo podemos construir viviendas sismorresistentes?

Aprendiendo a conocer cuales son las partes que forman la estructura de una vivienda, cuáles son las funciones que cumple cada una de ellas, de qué materiales están hechas y cómo construirlas para que su comportamiento más seguro y no se derrumbe.

En esta cartilla expondremos conceptos, consideraciones y recomendaciones para que el lector pueda construir viviendas sismorresistentes de mampostería confinada.

1. PARTES DE LA ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA

La vivienda tiene elementos que permiten su estabilidad o sostén. Estas partes actúan como un esqueleto que preserva su estabilidad en el tiempo, y se conocen como "partes estructurales" de la vivienda. Generalmente en Venezuela, y en especial en los asentamientos urbanos informales, se resuelve el problema de la parte estructural de la vivienda a partir del uso de un sistema de muros de mampostería.

¿Qué son muros de mampostería?

Los muros de mampostería son paredes constituidas por bloques de arcilla o concreto unidos con mortero y dispuestos en hiladas superpuestas (Fig. 1). Estas paredes son portantes, porque mantienen la estabilidad de la estructura bajo diversos tipos de acciones o fuerzas (peso propio o gravedad, viento, sismo, etc.). Estas estructuras se diferencian de otras, comúnmente utilizadas en Venezuela, en las que el concreto armado y el acero están encargados de esta función resistente.

En el caso de paredes portantes de mampostería (es decir, que transmiten las fuerzas o cargas), existen los muros de mampostería reforzados internamente con cabillas de acero (mampostería armada) y **los muros enmarcados con elementos de concreto reforzado (mampostería confinada)** (Fig. 2).

La segunda solución es la más utilizada en Venezuela en los asentamientos urbanos informales, o sectores populares. En este documento se describe exclusivamente el uso de muros de mampostería confinada para la adecuada construcción de viviendas.

¿Cuáles son los componentes de las estructuras de mampostería confinada?

A continuación se describen los componentes de este sistema estructural (Fig. 3):

Muros: Son paredes de mampostería que pueden cumplir funciones portantes o no. Pueden ser externas o internas, pudiendo servir para separar ambientes de la vivienda. En algunos casos, pueden tener aberturas (puertas y ventanas).

Machones: Son elementos verticales de concreto armado que cumplen la función de confinar los muros portantes de mampostería. Son similares a las columnas en una estructura cuyos elementos portantes son de concreto armado.

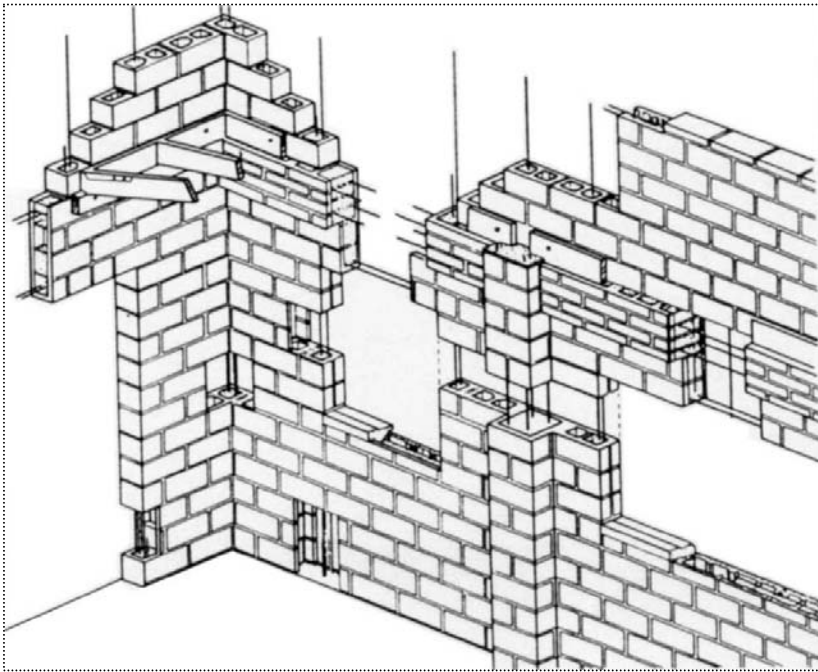


Fig. 1: Muros de mampostería

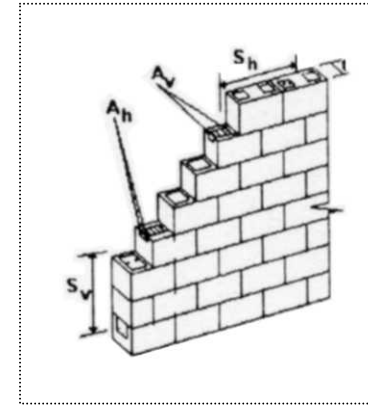


Fig. 2a: Mampostería reforzada
(Muros reforzados internamente con cabillas de acero)

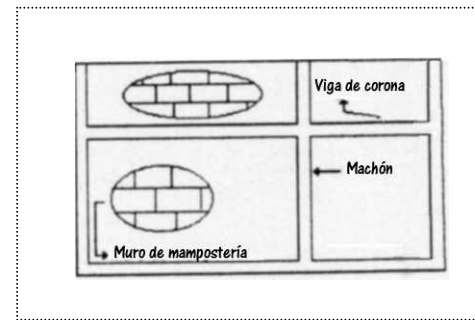
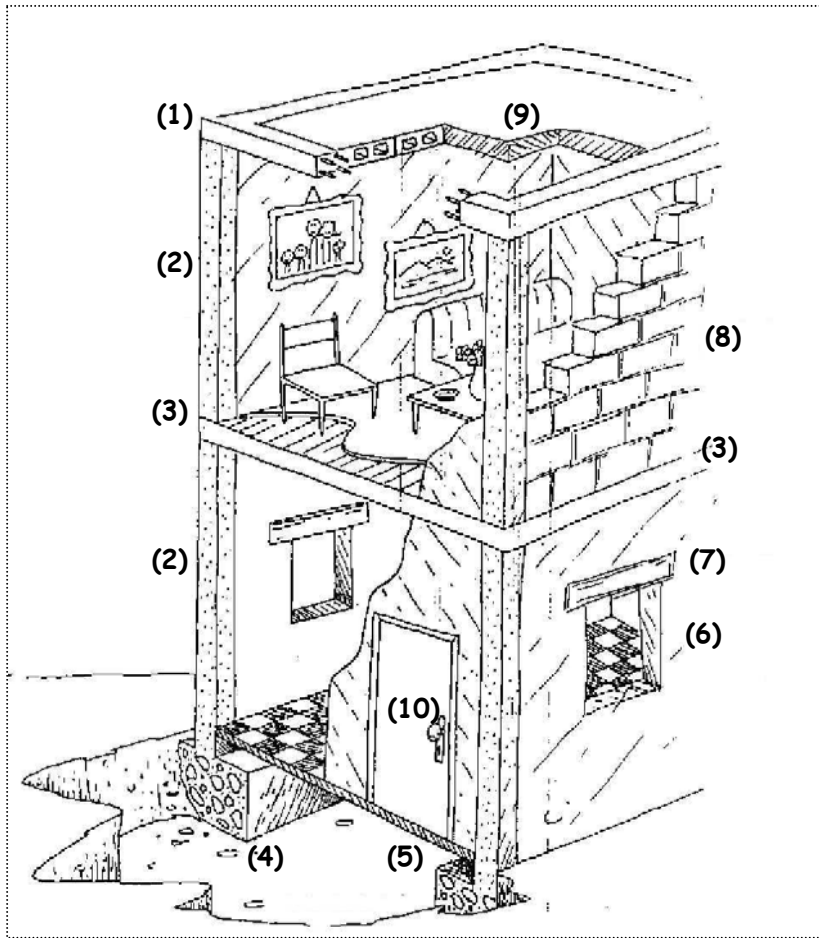


Fig. 2b: Mampostería confinada
(Muros enmarcados con elementos de concreto armado, tales como vigas y machones)



- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| (1) Vigas de corona | (2) Columnas |
| (3) Losa de entrepiso | (4) Viga corrida de fundación |
| (5) Losa de piso | (6) Ventana |
| (7) Dintel | (8) Pared de mampostería |
| (9) Losa de techo | (10) Puerta |

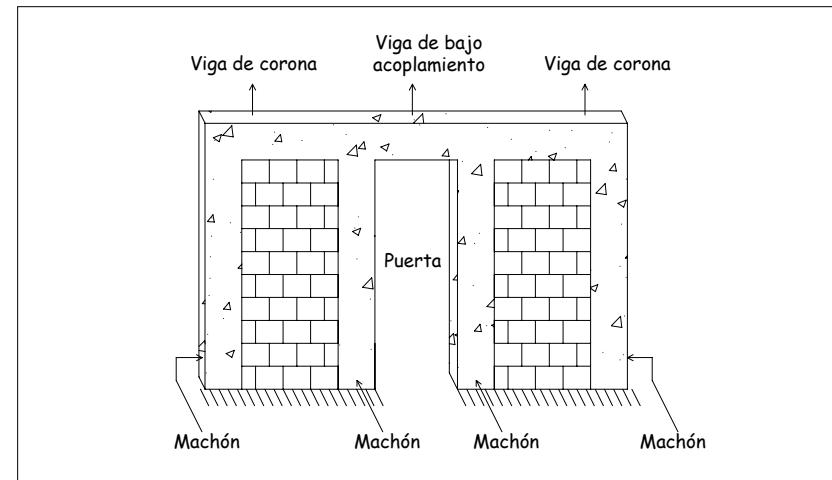


Fig. 3: Partes de la vivienda

Vigas de corona: Son elementos horizontales de concreto armado que cumplen la función de confinar los muros portantes de mampostería y de integrar todos los elementos de la estructura.

Losa: Superficie plana estructural, generalmente horizontal, que define los distintos niveles de la edificación.

Losa de piso: Es la losa correspondiente al nivel de piso.

Losa de entrepiso: Es la losa que define los niveles de la estructura y que cumple la función estructural de servir de apoyo a las personas, muebles y tabiques.

Losa de techo: Es la losa ubicada en el último nivel de la estructura. Cumple la función, de proteger la vivienda del medio ambiente (lluvia, sol, etc.)

Fundaciones: Son elementos de concreto armado, que cumplen la función de transmitir las cargas de la estructura al terreno.

Lecho de fundaciones: Es un material de relleno compactado (en general grava) que se coloca antes y debajo de las fundaciones y de la losa de piso y que cumple la función de uniformizar el terreno en la zona de apoyo de la estructura.

Aberturas: Ventanas y puertas: Son aberturas de ubicadas en las paredes exteriores o interiores.

Dinteles: Son elementos de refuerzo, ubicados sobre las aberturas, y que cumplen la función de permitir la transmisión de cargas en la pared.

Vigas de bajo acoplamiento: Son elementos horizontales que cumplen la función de vincular paredes portantes. A diferencia de las vigas de corona, no enmarcan paredes.

2. ACCIONES ACCIDENTALES EXTREMAS SOBRE LA VIVIENDA: TERREMOTOS.

¿Qué es un terremoto?

Se llama terremoto al proceso de transmisión de ondas en la superficie de la tierra, producido por rupturas bruscas de la corteza terrestre. Las ondas transmitidas pueden llegar a ser muy intensas y adquirir características destructivas que producen graves daños y atentan contra la vida y los bienes. Estas graves consecuencias pueden también ser empeoradas como producto de la intervención del hombre al generar cambios en el medio ambiente como la modificación del relieve y la construcción de edificaciones.

¿Cuáles son las zonas sísmicas en el mundo?

El mapa de la figura 4 muestra los puntos de ocurrencia de terremotos en el mundo durante el siglo XX. Como se observa, la actividad sísmica se concentra en algunas zonas bien definidas, especialmente en la cercanía de formaciones montañosas. Desafortunadamente, Venezuela tiene buena parte de su territorio ubicado en esas zonas.



Fig. 4: Actividad sísmica en el mundo

¿Cuáles son las zonas sísmicas en Venezuela?

La figura 5 ilustra el mapa de zonificación sísmica según la norma COVENIN 1756-98 (1998). Las zonas en la parte superior de la tabla se corresponden con las regiones del país donde el riesgo de ocurrencia de sismos catastróficos es la mayor. La figura 6 muestra la distribución de la población en el territorio nacional para el año 1971. Al comparar las figuras 5 y 6 se observa que las zonas más pobladas del país coinciden con las zonas de mayor amenaza sísmica.

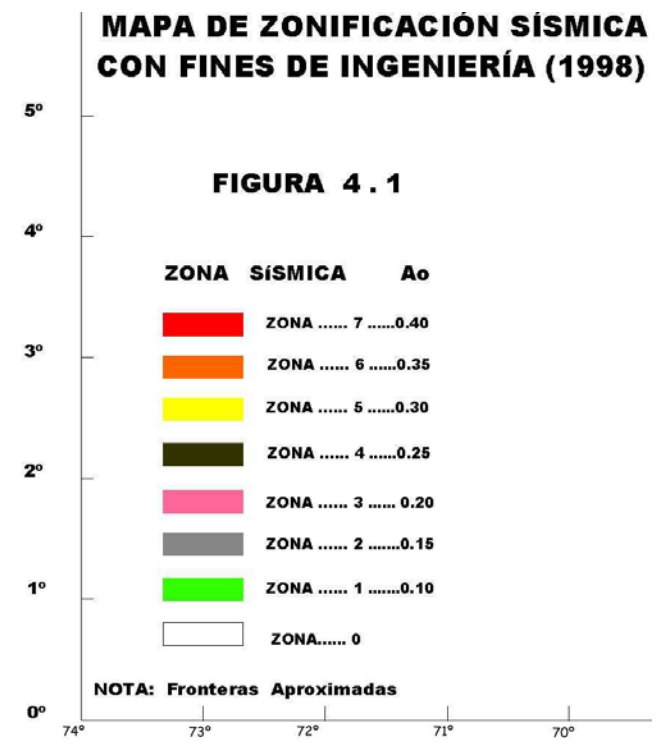
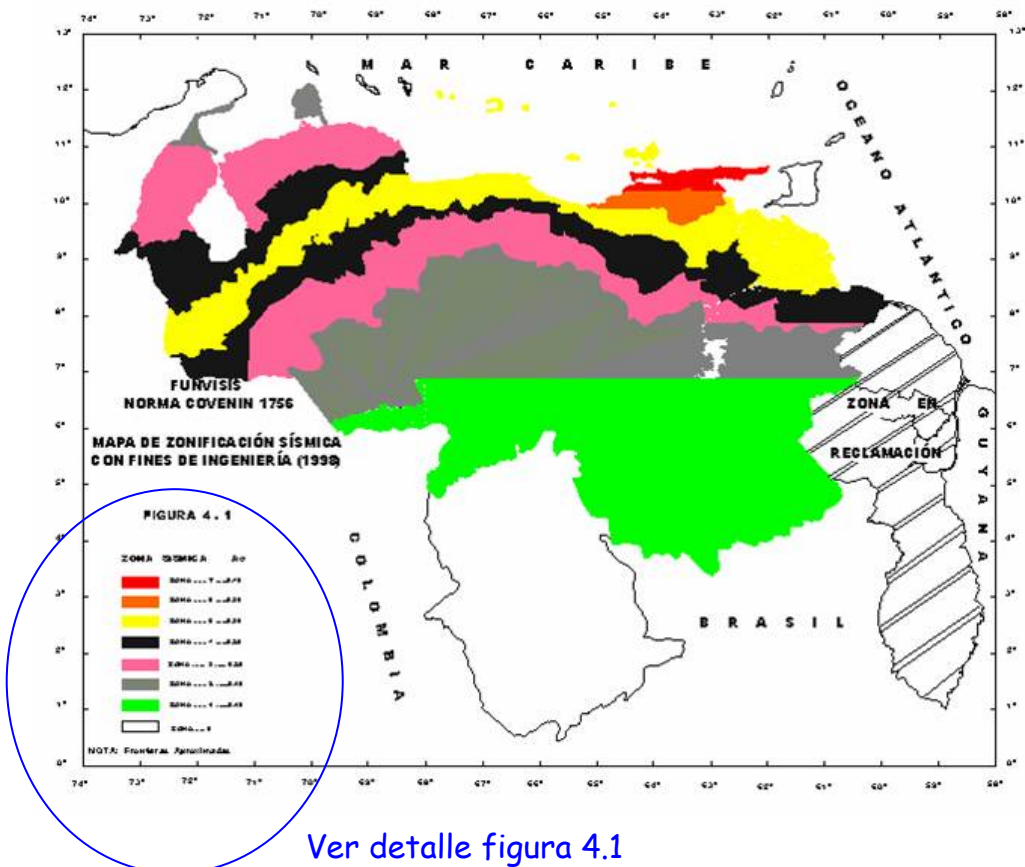


Fig. 5: Mapa de zonificación sísmica (Cortesía de FUNVISIS)

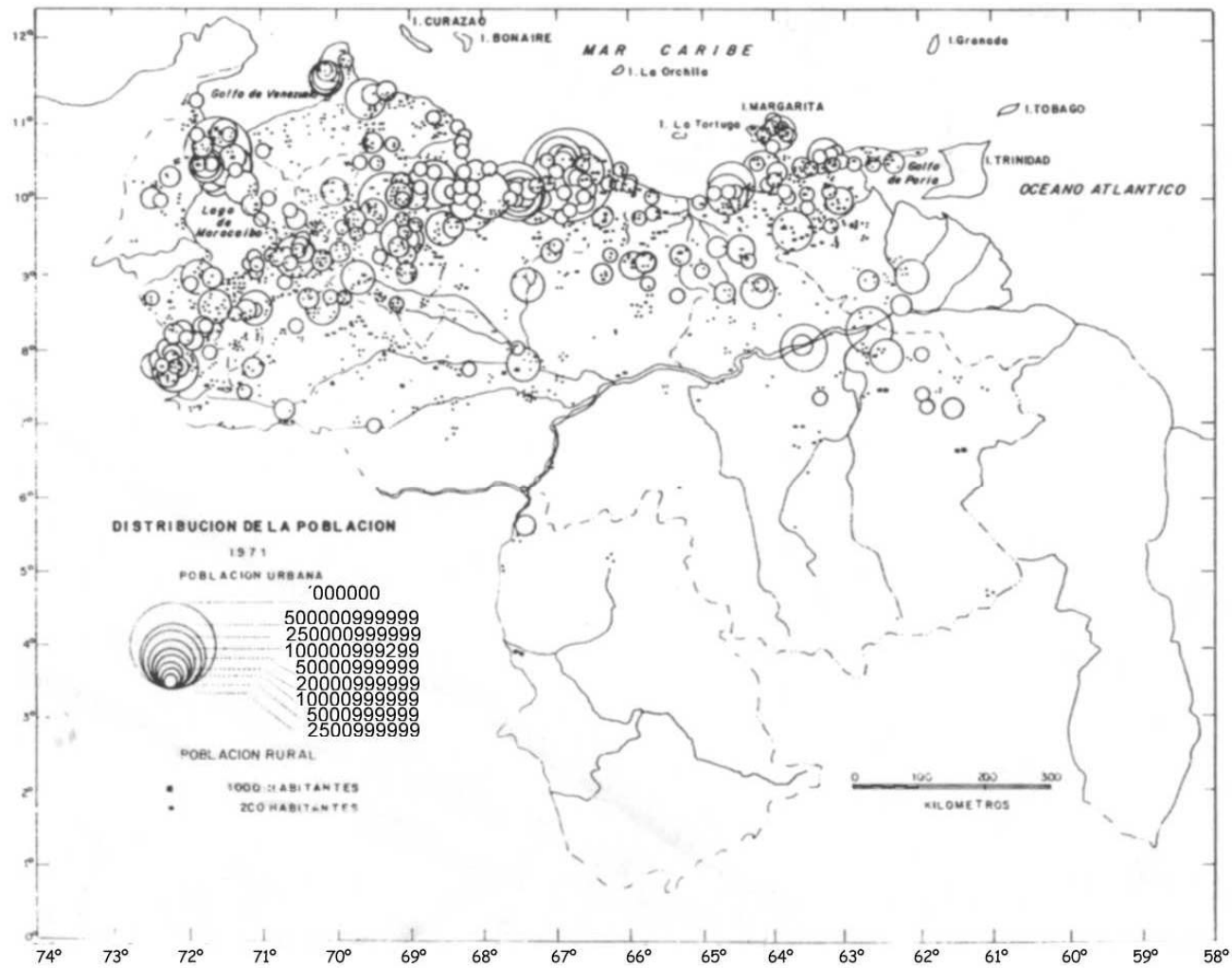


Fig. 6: Distribución de la población en el territorio Nacional

¿Cómo influye la estructura de la construcción ante la acción de un sismo?

Las fotografías 1 a 3 evidencian daños que se pueden ocasionar en construcciones mal dispuestas para resistir la amenaza sísmica. En cambio, la fotografía 4 presenta una estructura con buen comportamiento estructural frente a sismos.

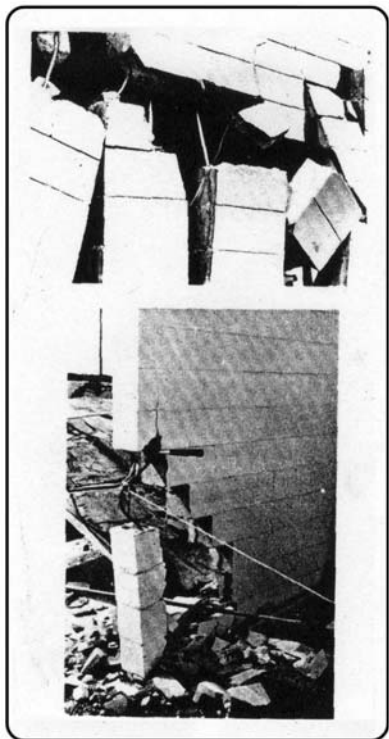


Foto 1



Foto 2



Foto 3



Iglesia de Nuestra Señora La Reina de Los Ángeles, una iglesia construida en Adobe en la plaza de La Puebla, al centro de la actual ciudad de Los Ángeles

Foto 4: Buen comportamiento estructural ante acciones sísmicas

3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL CONJUNTO Y FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Concepto global del comportamiento estructural.

En el capítulo 2 se mencionó que al producirse un sismo se genera una serie de ondas superficiales en la corteza terrestre que produce el movimiento repetido de las fundaciones de las estructuras ubicadas sobre la misma. Este movimiento de las fundaciones causa la aparición de fuerzas en el resto de la edificación. Son estas fuerzas las que representan realmente la acción sísmica que debe soportar la estructura.

Estas fuerzas de origen sísmico, son poco frecuentes pero han demostrado ser críticas para la estabilidad de la estructura. Este no es el caso de otros tipos de cargas importantes más conocidas y controlables por los usuarios: peso propio de la edificación, peso de muebles y habitantes, por ejemplo.

¿Cuál es el comportamiento ideal de una edificación ante fuerzas de origen sísmico?

La figura 7 muestra de una manera simplificada el esquema ideal que representa el modo en que una edificación debería comportarse ante la aparición de fuerzas de origen sísmico. Esta figura 7 ilustra la

transmisión de fuerzas sísmicas del terreno a través de las paredes y elementos verticales. Para que esto ocurra, las losas de techo y de piso deben ser elementos rígidos capaces de distribuir estas fuerzas sobre los elementos verticales. Evidentemente, cualquier debilidad que presenten estas losas y sus uniones con las paredes irá en contra del funcionamiento ideal supuesto en la figura.

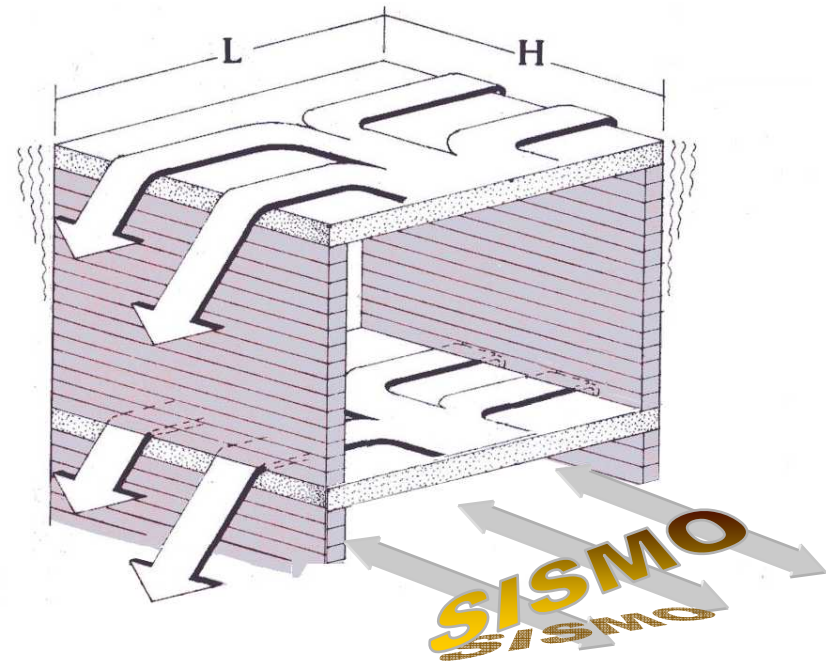


Fig. 7: Transmisión de Fuerzas sísmicas en una vivienda

¿Qué prácticas constructivas negativas deben evitarse?

Debe evitarse el uso de losas de taberones hechas con taberones trabados con perfiles simplemente apoyados sobre las paredes, sin que exista amarre entre las losas y las paredes (los taberones son bloques de arcilla que se utilizan para la construcción de losas de entrepiso). Tampoco deben utilizarse techos de zinc, porque no son suficientemente rígidos. Estos sistemas no son recomendables en zonas de alto riesgo sísmico. Posteriormente, en el capítulo 6 se dan recomendaciones para el adecuado detallado y construcción de estos elementos.

Las cargas críticas de origen sísmico inciden en cualquier dirección de la construcción. En el capítulo 8 se dan recomendaciones para lograr una adecuada configuración de la estructura, para garantizar su buen comportamiento y la adecuada transmisión de las fuerzas horizontales al terreno. Por ejemplo, no es recomendable el uso de plantas irregulares o de cambios bruscos en altura. En el mencionado capítulo 8 se ilustrará por qué las plantas de tipo regular como la de la figura 8a tienen un mejor comportamiento que las plantas de tipo irregular, como las mostradas en la figura 8b.

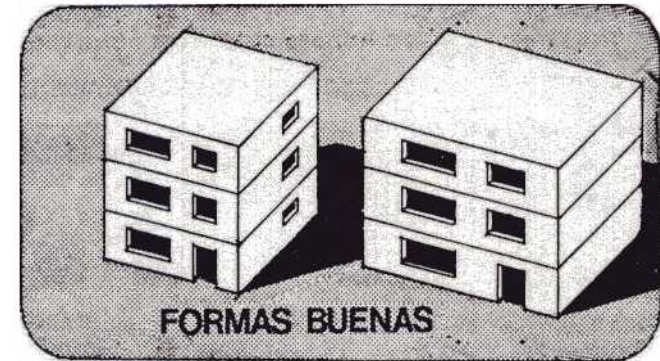


Fig. 8a: Plantas regulares



Fig. 8b: Plantas irregulares

¿Cómo se transmiten las cargas en la estructura de cualquier edificación?

Las paredes y elementos verticales transmiten las cargas horizontales y también transmiten al terreno las verticales como peso propio de la edificación, mobiliario, personas, etc. (Fig. 9a y 9b).

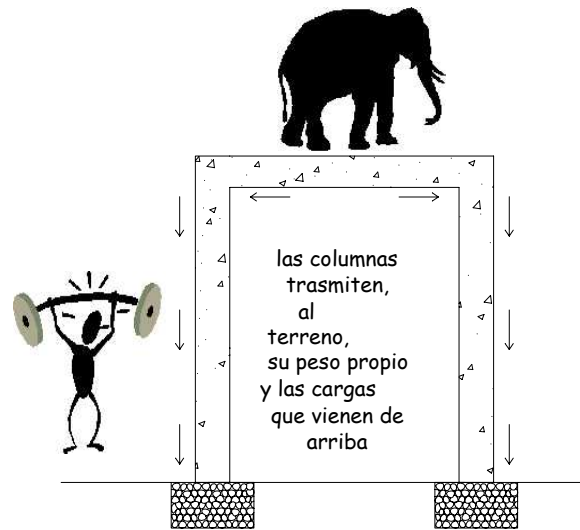


Fig. 9a

Comúnmente se cree que la función de resistencia en la estructura la cumplen únicamente los elementos de concreto armado (vigas de corona y machones). Esta es una confusión, producto de considerar que las estructuras de paredes de mampostería se comportan como las estructuras de edificios de concreto armado. En

este caso de edificios típicos, se considera que las paredes de mampostería funcionan exclusivamente como relleno.

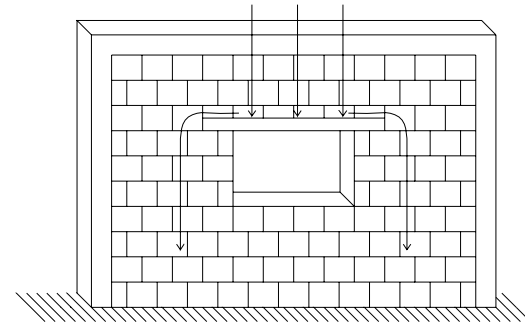
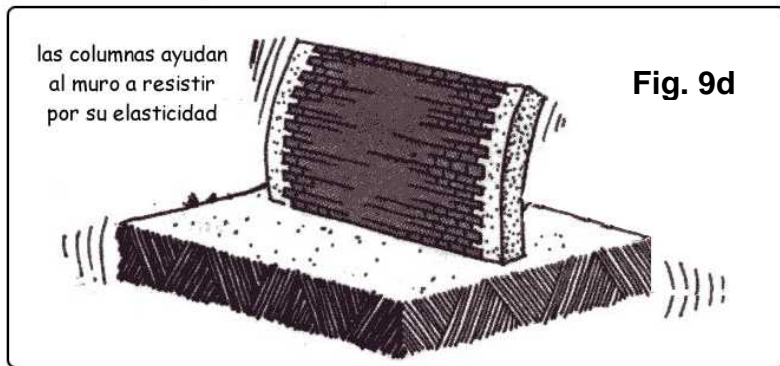


Fig. 9b

¿Cómo se transmiten las cargas en la estructura de una edificación de mampostería confinada?

En las estructuras como la mostrada en la figura. 7, y de las cuales se ocupa este documento, las paredes transmiten las cargas al terreno. **Los elementos de concreto armado (vigas de corona y machones) mejoran el comportamiento de las paredes. Como estos elementos alrededor de la pared forman un marco que confina los bloques, se le conoce como mampostería confinada.**



La experiencia de terremotos pasados, ha mostrado la mayor eficiencia de estructuras de muros confinados, frente a estructuras que carecen de machones y vigas de corona. Por eso hay que confinar todas las paredes que cumplan una función estructural. Las figuras 9c, 9d, 9e y 9f ilustran el efecto.

¿Cuál es la función de los elementos estructurales de una edificación de mampostería confinada?

Ahora detallaremos la función de cada elemento estructural descrito en el capítulo 1, y su aporte en el comportamiento de una edificación de mampostería confinada.

Función de las paredes: Transmitir las cargas horizontales y verticales de un piso a otro hasta las fundaciones.

Función de la losa de techo: Transmitir las cargas del techo a los elementos verticales del último piso de la estructura. Debe ser rígida para cumplir la función ilustrada en la figura 7.

Función de la losa de entrepiso: Transmitir las cargas del techo a los elementos verticales en niveles intermedios. También deben ser rígidos.

Función de la losa de piso: Transmitir las cargas de la planta baja a las fundaciones y al terreno.

Función de los machones: Confinar las paredes de mampostería y evitar el volcamiento de la estructura por cargas horizontales.

Función de las vigas de corona: Confinar las paredes de bloques y garantizar, conjuntamente con las losas, la

rigidez requerida, según se ilustra en la Fig. 7. Las vigas de corona ayudan a garantizar que todos los elementos de un nivel estén debidamente integrados.

Función de los dinteles: Permitir la transmisión de cargas en la pared, sobre las aberturas (ventanas y puertas).

Función de las vigas de bajo acoplamiento: Vincular paredes portantes. En caso de grandes terremotos es preferible que el daño se concentre en estos elementos, por ser, más fácilmente reparables. Para ello deben tener un armado especial, que presentaremos en el capítulo 6.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES BÁSICOS

Ahora se describirán los materiales necesarios para construir la estructura de una edificación de muros de mampostería. Se incluyen recomendaciones prácticas.

Agua



Se recomienda utilizar agua potable. Si no se tiene agua potable, debe usarse agua limpia y libre de impurezas. El agua es fundamental para la elaboración del concreto y del mortero de pega.

Cemento



En Venezuela se utiliza principalmente el cemento "Portland" tipo I para el concreto y mortero de pega. Se distribuye en sacos de 42.5 Kg.

Es recomendable almacenar los sacos en forma apilada y en sitios secos, para evitar la humedad, la cual endurece el cemento. Deben cubrirse las pilas con plásticos y separarlas del suelo para evitar la humedad, la cual es dañina para el cemento. El cemento debe ser de reciente fabricación y se debe evitar el almacenamiento en pilas de altura excesiva para impedir la formación de grumos y el endurecimiento del cemento en los sacos inferiores.

Piedra



La piedra se utiliza en la preparación de la mezcla de concreto para los machones y vigas de corona, para las fundaciones, para las losas y, en algunos casos, para el lecho de la losa de piso. Se vende por metro cúbico y se identifica por el tamaño máximo de la piedra (1/2", 3/4", 1").

Consideraciones con el uso de la piedra:

- Para elementos confinantes, (vigas de corona y machones) se recomienda la piedra número cero, llamada también "arrocillo". Ésta facilita el vaciado de los elementos.
- Para las losas y fundaciones se pueden utilizar piedras de mayor tamaño.
- En el lecho de las fundaciones se utiliza una capa de grava de 10 a 20 cm. de espesor, uniformemente distribuida bajo la construcción.
- La piedra debe también estar libre de impurezas de tipo orgánico.
- Si la piedra contiene arena o materiales finos, debe lavarse con agua antes de utilizarla.
- Se recomienda la utilización de piedra picada, o piedra angulosa de canteras.

Arena



La arena se utiliza para elaborar las mezclas del concreto y del mortero de pega. La arena no debe tener residuos orgánicos ni tierra. No debe ser salada. Puede provenir de canteras o de lechos de ríos.

La arena debe incluir granos finos y granos gruesos. COVENIN recomienda los rangos de distribución de granos que pueden ser utilizados en mezclas de concreto y en mezclas de mortero. La arena se almacena en montones y debe evitarse que se moje antes de ser utilizada.

Bloques de arcilla



Es la unidad fundamental para el levantamiento de los muros. Los tipos existentes en el mercado venezolano para uso estructural son los siguientes: (Fig. 10)

- Ladrillos macizos de dimensiones en centímetros: 6 x 12 x 25 ("Tolete") (peso aproximado de 3 Kg.).
- Ladrillos perforados de dimensiones en centímetros 6 x 12 x 25 (peso aproximado de 2 Kg.)

- Bloque hueco de 15 celdas de dimensiones en cm.: 15 x 25 x 30 (peso aproximado de 6 Kg.)
- Bloque hueco de 12 celdas de dimensiones en cm. 15 x 20 x 30 (peso aproximado de 5 Kg.)
- Bloque hueco de 10 celdas de dimensiones en cm.: 12 x 25 x 30 (peso aproximado de 5 Kg.)
- Bloque hueco de 10 celdas de dimensiones en cm.: 10 x 25 x 30 (peso aproximado de 4 Kg.)

Los bloques huecos ilustrados en la figura 10 no se utilizan con fines estructurales en otros países. Sin embargo, en Venezuela son los más utilizados en la construcción informal de viviendas. **Por su fragilidad, no se recomienda su uso en viviendas de más de dos pisos.** En estos casos, es preferible el uso de bloques huecos de concreto, o de bloques macizos de arcilla.

Consideraciones en el uso de ladrillos y bloques de arcilla:

- La calidad de los ladrillos y bloques de arcilla varía mucho según su proceso de fabricación.
- Este proceso puede ser artesanal o industrial, con o sin la maquinaria adecuada y control de calidad apropiado.
- El bloque o ladrillo de fabricación artesanal no debe ser utilizado con fines estructurales.
- Se debe, por el contrario, seleccionar piezas que presenten dimensiones y

- acabados uniformes, sin defectos aparentes, sin fisuras, con superficies planas, aristas perfiladas.
- Deben también ser uniformes en su color y en su textura, porque esto demuestra la homogeneidad del proceso de fabricación.
- No se deben utilizar ladrillos muy quemados o poco cocidos (ni muy oscuros ni muy claros).
- También las piezas de arcilla fisuradas de alta porosidad, con presencia de otros materiales (como paja o piedra) deben ser rechazadas para su uso en las paredes.
- Cuando se observa en una pila de piezas una gran cantidad de bloques o ladrillos rotos, esto es indicativo de la excesiva fragilidad del conjunto.

Las piezas de arcilla aceptadas con fines estructurales deben tener una resistencia mínima a compresión de 100 Kg./cm² (área neta).

Bloques de concreto



Como el bloque de arcilla, es el elemento constituyente básico de los muros de mampostería. Los bloques disponibles en el mercado venezolano son los siguientes: (Fig.11)

- Bloques de dimensiones en cm.: de 10 x 20 x 40 (de 2 y 3 celdas):

- Bloques de dimensiones en cm.: 15 x 20 x 40 (de 2 y 3 celdas)
- Bloques de dimensiones en cm.: 20 x 20 x 40 (de 2 y 3 celdas)

El peso aproximado de estos bloques es de 10 Kg.

Consideraciones en el uso de bloques de concreto:

- Al igual que para las piezas de arcilla, la calidad de los bloques de concreto depende del proceso de fabricación.
- Para el uso estructural, se deben rechazar los bloques que no sean de origen industrial.
- Los bloques de buena calidad presentan características de homogeneidad en las dimensiones, superficies planas, espesor de las celdas constante, acabado y color uniforme.
- No deben presentar fisuras ni defectos aparentes.
- Un bloque de buena calidad no se escara fácilmente y presenta un color gris característico (indicando la adecuada dosificación del cemento).
- Se deben rechazar los bloques que no presenten estas características.

- Los bloques aceptados para fines estructurales deben tener una resistencia mínima a compresión de 100 Kg./cm² (área neta).

Tabelones



Son piezas huecas de arcilla o de concreto utilizadas generalmente en la construcción de losas de entrepiso o de techos. Las dimensiones usuales de los tabelones vendidos en el mercado venezolano son de 8 x 20 x 80, de 6 x 20 x 80, de 8 x 20 x 60 o de 6 x 20 x 60 (dimensiones en cm.). Ver Fig. 12. El peso de cada pieza varía entre los 4 y los 8 Kg. Generalmente, los patrones de escogencia de estas piezas responden a los mismos criterios expuestos en los puntos anteriores para bloques de arcilla y concreto.

Acero, cabillas y perfiles (Ver Fig. 13)



Las cabillas son barras de acero corrugado que se utilizan en los elementos estructurales de concreto armado. En Venezuela, en zonas sísmicas se prohíbe definitivamente el uso de barras lisas.

Los perfiles de acero se utilizan generalmente en la construcción de losas de entrepiso o de techos, conjuntamente con los tabelones. Los tipos usualmente empleados son el IPN80 e IPN100.

Consideraciones en el uso de cabillas:

- Las cabillas se venden usualmente en el mercado con longitudes de 6m, 9m y 12m.
- En edificaciones de mampostería, los diámetros de 3/8" y 1/2" resultan suficientes para el armado de los machones, las vigas de corona y las fundaciones, aunque se consiguen diámetros superiores para estructuras de concreto armado.
- En aquellas losas donde se vacía una capa de concreto de 5 cm. (usualmente sobre un trabado de tabelones y perfiles), se debe colocar una malla de acero (electro soldada) de repartición. Esta malla es comúnmente comprada por rollos o láminas en las ferreterías.
- Es aconsejable almacenar los elementos de acero protegiéndolos de la lluvia y aislados de la humedad del suelo, ya que, sin protección, se oxidan.
- Cuando los elementos (cabillas o perfiles) están ligeramente oxidados, no es necesario limpiarlos antes de su uso.
- Si la oxidación está en estado avanzado, deben limpiarse con cepillos de cerdas de acero.
- Debe eliminarse de su superficie cualquier traza de aceite, pintura o mortero existente.
- Para el doblado de las cabillas se utilizan piezas mecánicas llamadas mandriles (ver

Fig.14). El diámetro de los mandriles utilizados para cabillas de 3/8" y 1/2" es de 6 cm. y 8cm respectivamente.

Madera (Ver Fig. 14a)



Se utiliza para el encofrado de elementos de concreto armado.

Hay dos tipos de madera: la estructural y la que se utiliza para muebles. Para encofrados debe utilizarse la madera estructural que, usualmente, es de veta larga. Se aconseja el uso de saqui-saqui.

Consideraciones en el uso de la madera:

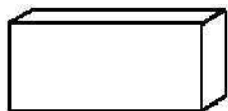
- La madera debe protegerse del agua, ya que con la humedad se hincha y se ablanda.
- Al comprarse, debe garantizarse que la madera esté seca, para evitar que se generen deformaciones por torsión, debidos a esfuerzos residuales.
- En lo posible, sería conveniente protegerla con algún producto (por ejemplo, kerosén o pintura).
- La madera se vende en tablas de espesores diferentes (especificados en octavos de pulgadas) al costo por metro cuadrado.

- En estructuras de mampostería se recomienda, para el encofrado de machones y vigas de corona, el uso de tablas de madera de 1/2" (4/8").
- Cuando se hace necesario el encofrado de fundaciones, se utilizan tablas de 3/4" (6/8").

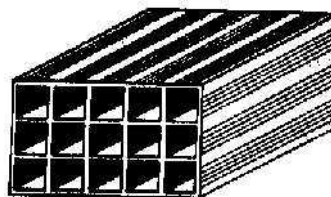
Comentarios sobre la selección de los materiales

Experiencias anteriores en sismos, han demostrado que el comportamiento de la estructura depende de una buena escogencia de los materiales en el momento de la construcción. Además de cumplir con los requerimientos de calidad mencionados anteriormente, es conveniente garantizar una cierta homogeneidad de los materiales utilizados en la estructura, de forma de obtener una estructura que no sea más débil o más fuerte en unos sectores que en otros. Por ejemplo, es conveniente utilizar un solo tipo de concreto en todos los elementos. También homogeneizar los diámetros de las cabillas y la calidad del mortero.

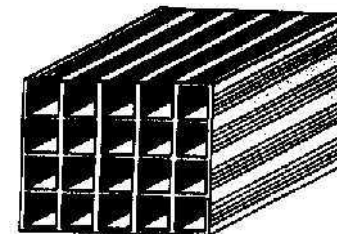
No es recomendable utilizar combinaciones de tipos de bloques diferentes, es decir, no usar bloques de concreto con bloques de arcilla, ni bloques de tamaños diferentes o con distinto número de celdas.



LADRILLO MACIZO
6x12x25
56 PIEZAS POR M²
PESO: 3 KG



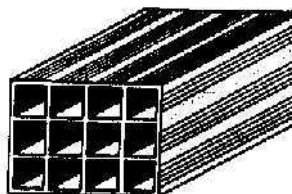
15x25x30
14 PIEZAS POR M²
PESO: 6 KG



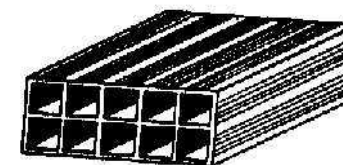
20x25x30
14 PIEZAS POR M²
PESO: 8 KG



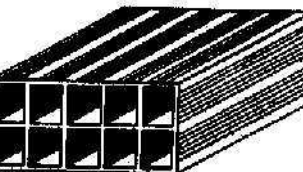
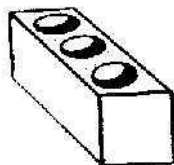
LADRILLO PERFORADO
6x12x25
56 PIEZAS POR M²
PESO: 2 KG



15x20x30
18 PIEZAS POR M²
PESO: 5 KG

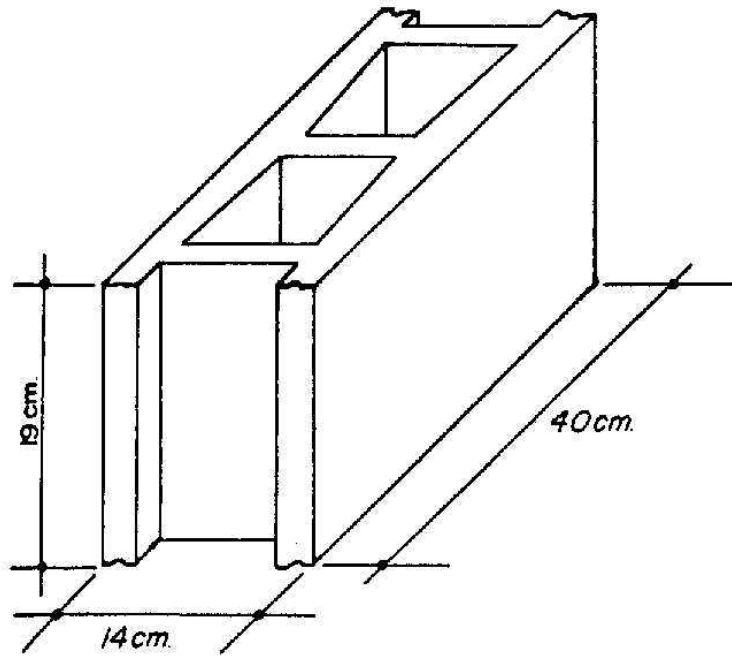


10x25x30
14 PIEZAS POR M²
PESO: 4 KG



12x25x30
14 PIEZAS POR M²
PESO: 5 KG

Fig. 10: Bloques de arcilla más comunes en el mercado venezolano



AREA BRUTA MEDIA: 569 CM²

AREA NETA MEDIA: 359 CM²

PESO APROXIMADO: 7,5 KG

RESISTENCIA MEDIA A LA COMPRESIÓN:

$$d = 57,30 \text{ Kg. / cm}^2$$

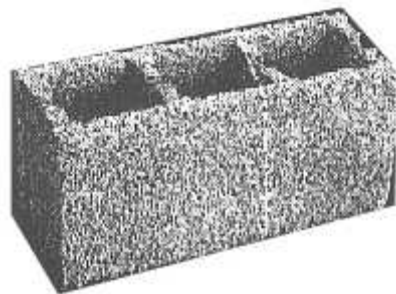


Fig. 11: Bloques de concreto más comunes en el mercado venezolano



TABELONES PLACA O. L.
6X20X80
7 PIEZAS POR M²
PESO: 6 KG

TABELONES PLACA O. L.
8X20X80
7 PIEZAS POR M²
PESO: 8 KG



TABELONES PLACA O. L.
6X20X60
9 PIEZAS POR M²
PESO: 4 KG

TABELONES PLACA O. L.
8X20X60
9 PIEZAS POR M²
PESO: 6 KG

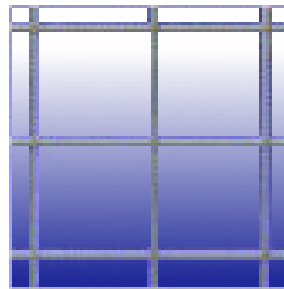
Fig. 12: Tabelones



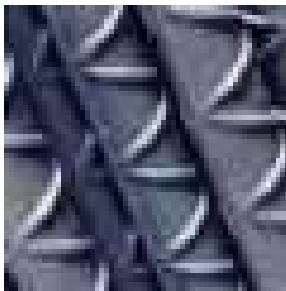
Atados de cabillas estriadas tal como se almacenan en los depósitos



Detalle de armado de una viga, en la cual se observan los diferentes diámetros de cabilla utilizados en el acero longitudinal y los estribos



Detalle de malla electro-soldada



Detalle de las estrías en las cabillas (estas estrías ayudan a una mayor adherencia del concreto)



Perfiles tipo IPN y tipo U

Fig. 13 Acero y cabillas

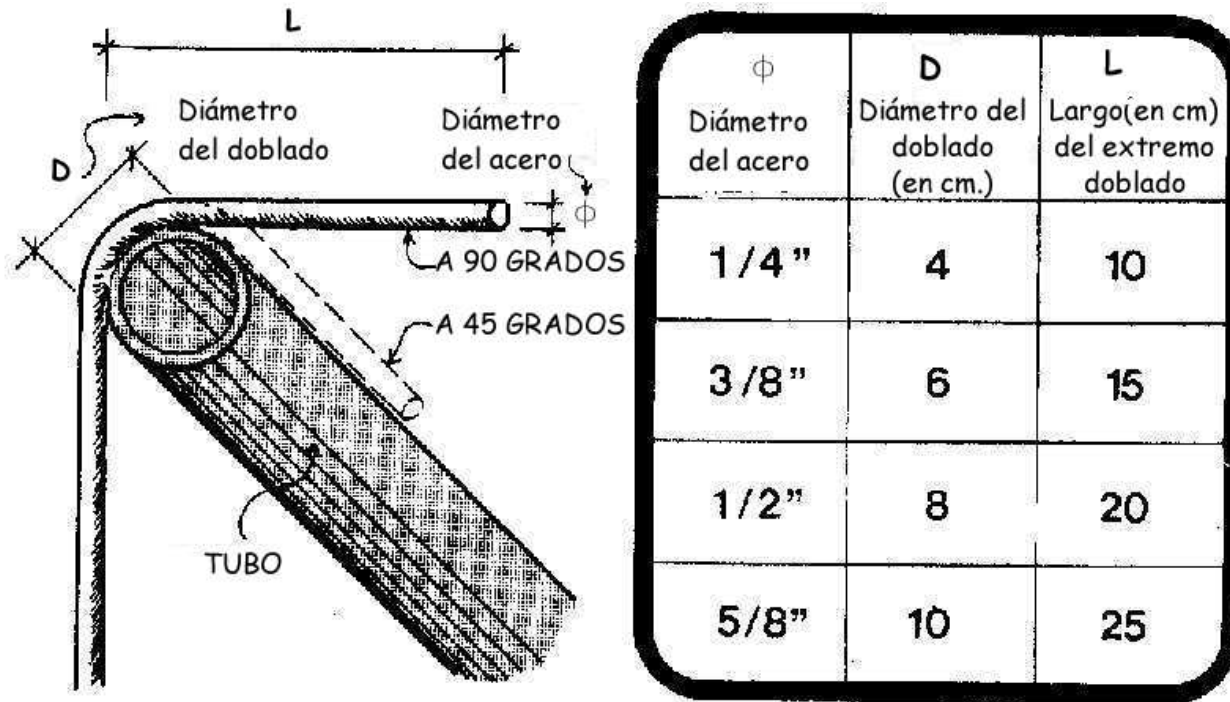


Fig. 14: Mandriles para el doblado del acero

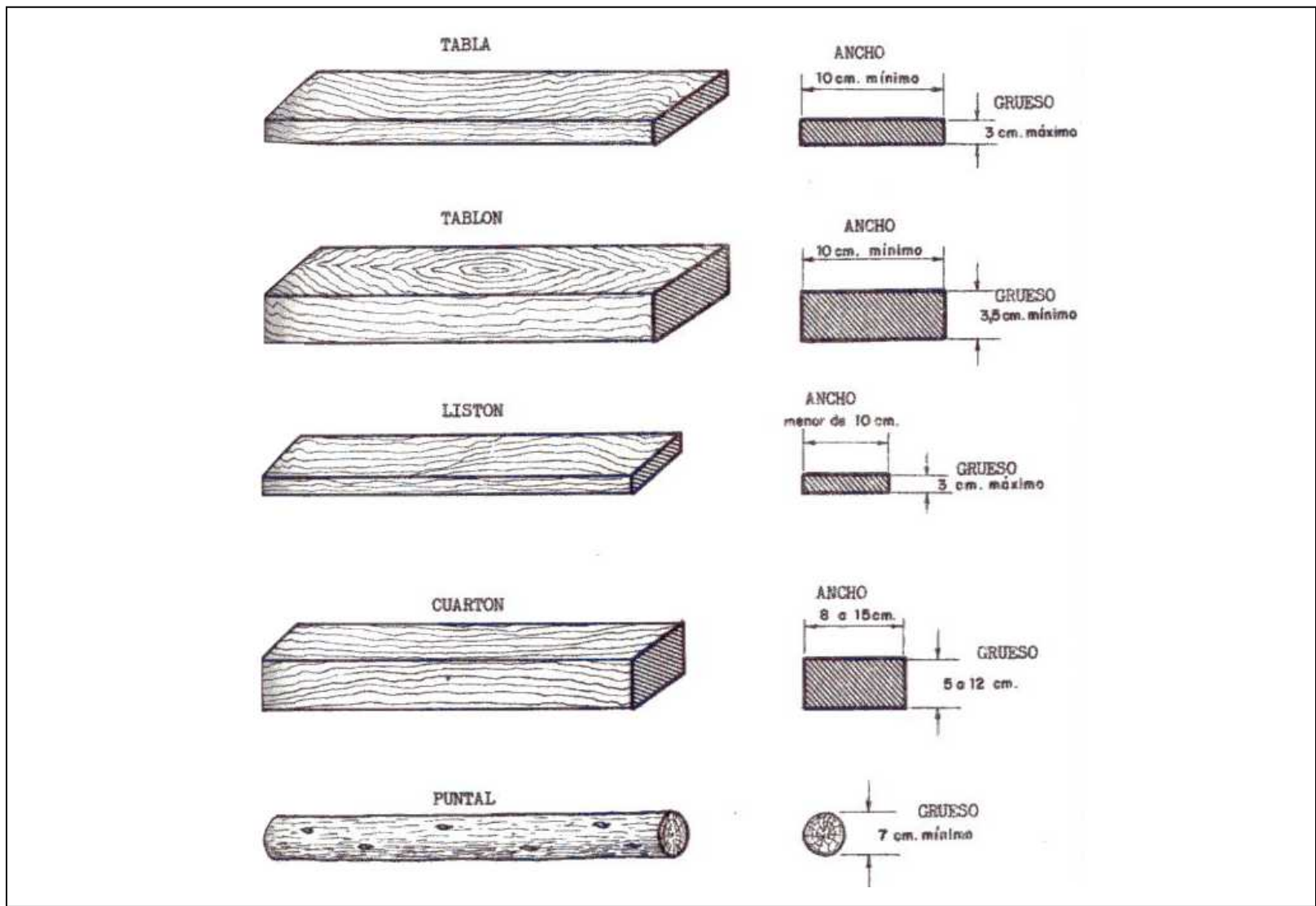


FIG. 14a: Tipos de madera para construcción

5. MATERIALES COMBINADOS

Lecho de fundación

Para lograr una adecuada distribución de las cargas generadas por la vivienda y transmitirlas al subsuelo, se recomienda la colocación de un lecho de fundación. Para ello se coloca grava con un espesor de 15 a 20 cm. debajo de fundaciones y losas de piso. Esta capa de grava mejora el aislamiento entre el sistema de fundación y suelos saturados, previniendo problemas de humedad.

Concreto para fundación y losa de piso.

Para la elaboración del concreto se deben utilizar las siguientes proporciones, en volumen:

3 partes de piedra



1 parte de arena



1 parte de cemento



La piedra debe tener predominantemente un tamaño grande, de alrededor de 1". Se debe añadir agua hasta conseguir la trabajabilidad adecuada, es decir, de asentamiento igual a 4" (ver Fig. 15a), aproximadamente.

Concreto para machones, vigas y dinteles.

La proporción es la misma que se especificó para la fundación. En volumen:

3 partes de piedra

1 parte de arena

1 parte de cemento

La piedra debe tener un tamaño pequeño, es decir, grado cero "o arrocillo". Se debe añadir agua hasta conseguir un concreto bastante fluido, llamado: lechada. La trabajabilidad debe presentar un asentamiento aproximado de 6" (15 cm.).

Losa de entrepiso

Los posibles sistemas de losa de entrepiso son:

- "Platabanda"
- Losa maciza de concreto armado

Platabanda

El sistema de losa de "platabanda" está constituido por perfiles de acero apoyados sobre las vigas de corona y bloques tipo tabelón que se insertan en estos perfiles. Sobre el conjunto se vacía una loseta de concreto de aproximadamente 5 cm. de

espesor, colocándose una malla de acero de 10 cm. x 10 cm. o de 15 cm. x 15 cm. (Fig. 15).

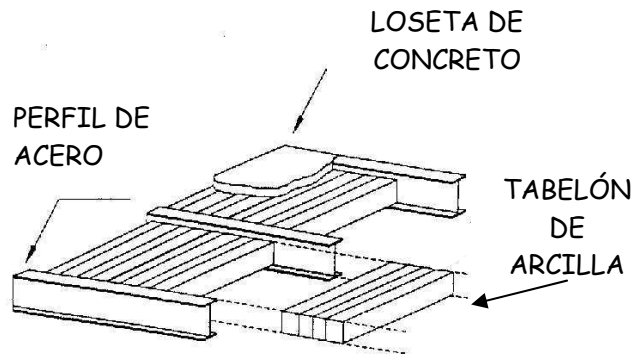


Fig. 15:
Losa de platabanda

Consideraciones para el uso de platabandas:

- Los perfiles utilizados actúan como correas donde son trabados los tabelones.
- Por ello, la altura del alma interior de los perfiles debe ser, como mínimo, la dimensión del espesor del tabelón.
- Para los tabelones de 6 y 8 cm., los perfiles IPN80 e IPN100 resultan, respectivamente, los más ventajosos.
- Las correas se colocan, dependiendo del tabelón utilizado, cada 60 cm. o cada 80 cm.

- No debe permitirse que queden espacios entre los tabelones trabados en las correas.
- Una vez armados los perfiles y tabelones, la superficie superior servirá como encofrado para la colocación de la malla de acero y posterior vaciado de la loseta.
- El concreto de la loseta debe tener la siguiente dosificación en volumen:
 - 3 partes de piedra
 - 1 parte de cemento
 - 1 parte de arena
- La piedra utilizada debe ser piedra picada de 1/2" a 3/4".
- Se debe agregar agua hasta conseguir la trabajabilidad adecuada, con un asentamiento de 4" (10 cm.) aproximadamente.

Para que las losas transmitan adecuadamente las cargas al resto de la estructura, debe garantizarse una buena conexión entre la platabanda y las vigas. Las correas no deben estar simplemente apoyadas sobre las vigas. En el capítulo 6 se ilustra un detalle de cómo debe realizarse la conexión. Este tipo de losa de entresuelo sólo puede ser utilizada para viviendas. Por ejemplo, las cargas derivadas de almacenamiento de productos, bibliotecas,

etc., tienen una alta probabilidad de exceder la capacidad de carga de la platabanda.

Losa maciza de concreto armado

El proceso constructivo de estas losas es similar al que se utiliza en estructuras convencionales de concreto armado. El espesor de las mismas oscila entre 10 y 15 cm., para las luces usualmente empleadas en viviendas de mampostería.

Por las razones comentadas en la sección 3, se debe garantizar un correcto amarre de las losas al resto de la estructura. El detalle se muestra en el capítulo 6.

Consideraciones al uso de losas macizas:

- La dosificación del concreto en volumen es igual al recomendado para la losa de piso (3:1:1), es decir:

3 partes de piedra
1 parte de arena
1 parte de cemento

- La piedra debe tener predominantemente un tamaño grande, de alrededor de 1".
- Se debe añadir agua hasta conseguir la trabajabilidad adecuada, es decir,

de asentamiento igual a 4" (10 cm.), aproximadamente.

- Es muy importante la colocación de mallas de acero en las partes superior e inferior de la losa (a 2.5 cm. de las caras inferiores y superiores de la losa). Ver Fig. 16.

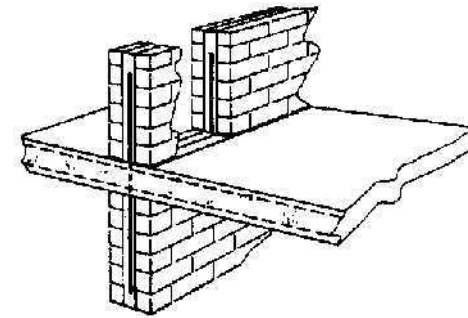


Fig. 16:
Losa maciza de concreto armado

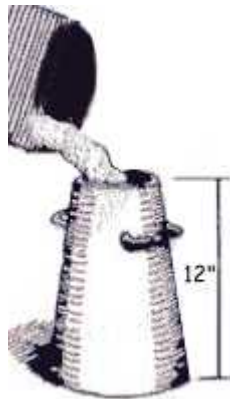
Como en el caso de la platabanda, las losas aquí descritas sólo pueden utilizarse en viviendas, por las limitaciones de su capacidad de carga.

(1)



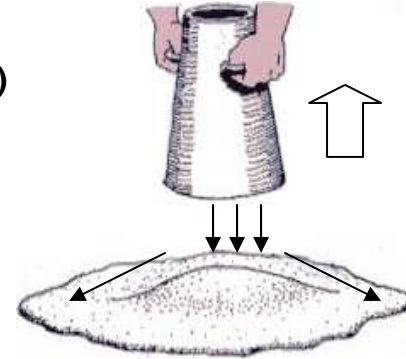
Cono utilizado para medir el asentamiento del concreto. Está destapado por ambos extremos y se coloca en el piso sobre la base mayor.

(2)



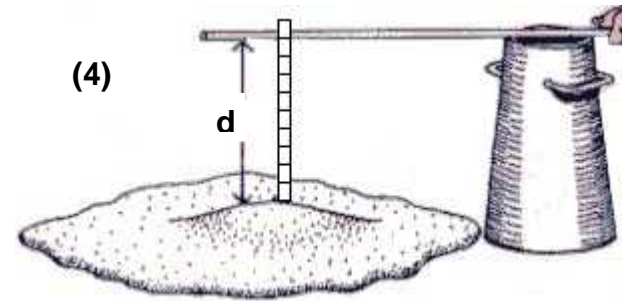
Para medir el asentamiento del concreto, se coloca el cono sobre una superficie plana y lisa. Seguidamente se llena un tobo con la mezcla de concreto ya preparada y se vierte el contenido dentro del cono hasta que se llene a ras con el borde superior.

(3)



Al levantar el cono el material contenido en él se esparcirá (se asentará)

(4)



Al medir la distancia d desde el borde superior del cono hasta la parte superior del concreto asentado, sabremos cuanto se ha asentado (4", 6", etc.)

Fig. 15a: Medida del asentamiento del concreto

Losa de techo

Las losas de techo pueden ser de platabanda, o losas macizas de concreto armado, del mismo tipo descrito en la sección anterior. Para los techos, debe colocarse un sistema adecuado de impermeabilización y una pendiente sobre la superficie exterior para garantizar el escurrimiento del agua de lluvia.

Por su economía, es muy empleado en los techos el recubrimiento con láminas de zinc. Aunque no se recomienda el uso de este sistema, cuando se insista en su uso, debe garantizarse un adecuado reticulado de vigas de corona a nivel de techo, para cumplir con lo indicado en la sección 3.

Mortero

El mortero es el material que se utiliza para unir los bloques o ladrillos en la pared. Está constituido por cemento, cal y arena en proporciones de volumen 1:1:4. Se agrega agua en cantidad suficiente para hacerlo trabajable, sin excesos de agua.

A pesar de que la cal no es comúnmente utilizada en Venezuela, su uso facilita el conseguir una trabajabilidad adecuada e incrementa el efecto de "pega" del mortero.

Consideraciones en el uso del mortero:

- Si se utiliza, la cal debe ser hidratada.
- El mortero en las juntas horizontales debe tener un espesor de alrededor de 1 cm.
- Debe ser colocado de manera homogénea, sobre toda la superficie del material del bloque.
- Donde sea posible, debe garantizarse que las juntas verticales entre bloques queden llenas de mortero.
- Para nivelar el acabado de las paredes en su parte superior, se utiliza también mortero.

En la próxima página se ilustra el procedimiento que se usa para preparar mortero de cemento:



1) se mezclan en seco el cemento y la arena hasta lograr un color uniforme



3) se empuja el material del borde de la corona hacia el centro, hasta que absorba el agua



2) el material mezclado se dispone en forma de corona y se le agrega agua



4) se agrega un poco más de agua y se mezcla con la pala hasta que se logre un material pastoso

6. RECOMENDACIONES PARA EL ARMADO DE LOS ELEMENTOS

Conceptos Generales

¿Dónde se coloca el acero de refuerzo?

El acero de refuerzo o cabillas, en las estructuras de muros de mampostería confinada, se coloca solamente en los elementos de concreto armado: machones, vigas de corona, fundaciones, losas y dinteles.

¿Para qué sirve el acero de refuerzo dentro del concreto?

El acero de refuerzo sirve para absorber los esfuerzos de tracción en el concreto, dada la poca resistencia del concreto ante la tracción. Otras funciones cumplidas por el acero de refuerzo son las de prevenir el excesivo agrietamiento del concreto bajo cargas de servicio, o por retracción y por cambios de temperatura. En ocasiones, se coloca acero de refuerzo para otorgar resistencia adicional en compresión. Por último, el acero puede colocarse para cumplir la función de restringir el movimiento lateral de las barras en compresión, previniendo el pandeo y otorgando confinamiento en las zonas comprimidas de los elementos de concreto armado.

Las características de las cabillas utilizadas como acero de refuerzo, se resumieron en la sección 4.

Acero longitudinal:

El "acero longitudinal", es el que se coloca siguiendo la dirección de la dimensión más larga del elemento.

En el caso de los machones y vigas de corona, el acero longitudinal se coloca siguiendo la longitud del elemento.

En el caso de las losas macizas, el acero se coloca repartido, según las dos dimensiones principales, en el plano horizontal de las losas. En las losas de concreto armado presentadas en el punto 5, este acero se denomina "acero de repartición".

En vigas y columnas de concreto armado, el acero longitudinal se coloca principalmente para resistir los esfuerzos de tracción provocados por la flexión de los elementos (Fig. 17a).

Los criterios de diseño son particulares para el caso de machones, y vigas de corona en muros de mampostería. En estos elementos, las deformaciones de los elementos de

concreto armado acompañan al muro de mampostería (17b). El diseño del acero de refuerzo longitudinal se realiza para las fuerzas de tracción generadas por este tipo de comportamiento. Las recomendaciones dadas en la sección 6 responden a estos criterios.

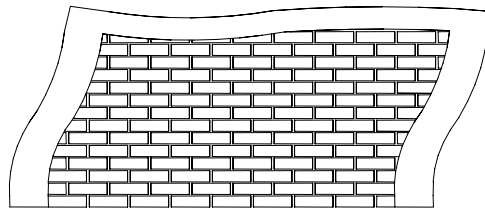


Fig. 17a:
Deformaciones en columnas y vigas

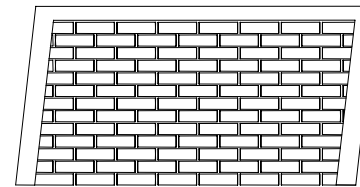


Fig. 17b:
Deformaciones en machones y vigas de corona

Acero Transversal:

El "acero transversal" es el refuerzo colocado en el plano perpendicular al acero longitudinal (Fig. 18). Corresponde a la dirección corta del elemento de concreto.

Para elementos longitudinales de concreto armado, como los machones y vigas de corona, las cabillas de refuerzo transversal se denominarán "refuerzo de confinamiento".

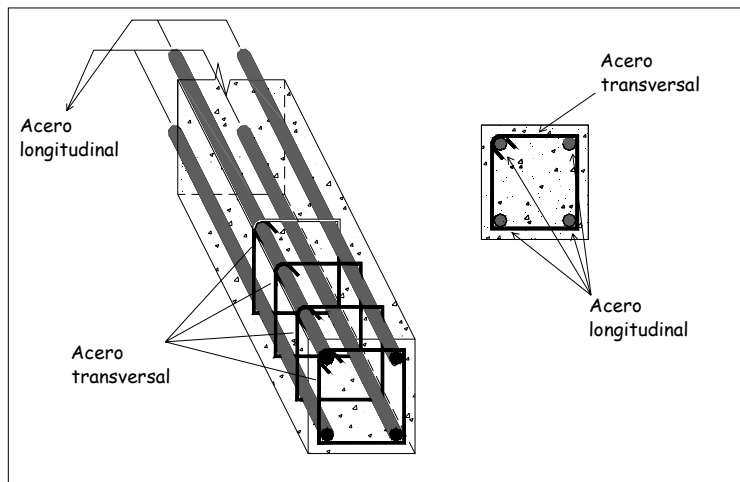


Fig. 18:
Acero longitudinal y transversal en elemento de concreto armado

Este acero cumple una función similar a la de los estribos y ligaduras en vigas y columnas convencionales de concreto armado. Este acero transversal cumple las funciones de absorber las sollicitaciones de esfuerzo cortante, arriostrar las barras longitudinales, evitar el pandeo y suministrar confinamiento en las zonas de compresión.

Zonas de confinamiento:

Cuando un elemento de concreto es sometido a compresión, como consecuencia de las cargas que actúan en su eje principal, se producen deformaciones en el sentido transversal. Si las mismas llegan a ser importantes, se separa el concreto y se produce la falla del elemento. El efecto de confinamiento se logra cuando, bajo esfuerzos de compresión en una dirección del elemento, las deformaciones transversales en la otra dirección son restringidas por elementos de acero, retardando la falla del elemento, confiriéndole mayor capacidad de absorción de carga a compresión.

En el caso de un muro de mampostería confinada, este efecto de confinamiento se

produce por la presencia de los machones y vigas que lo enmarcan (Fig. 19). Para cargas horizontales, el muro tiende a agrietarse diagonalmente. El confinamiento contribuye a mantener la integridad del muro, aumentando su capacidad para resistir cargas.

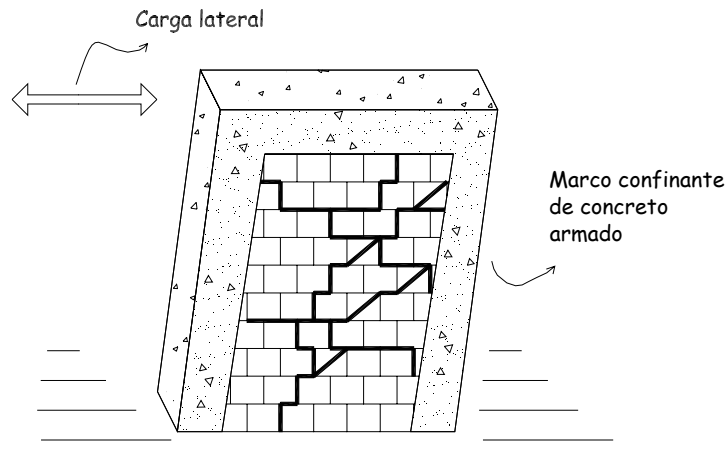


Fig. 19:
Confinamiento en muros de mampostería
(mantiene la integridad del muro
agrietado)

Los elementos de concreto armado que enmarcan el muro de mampostería (vigas de

corona y machones) poseen zonas donde el acero transversal se coloca con menor espaciado que en las otras. Estas se llaman "zonas de confinamiento", y se muestran en la figura 20.

La longitud de la zona de confinamiento no debe ser menor que $L/4$, donde L es la longitud total del elemento.

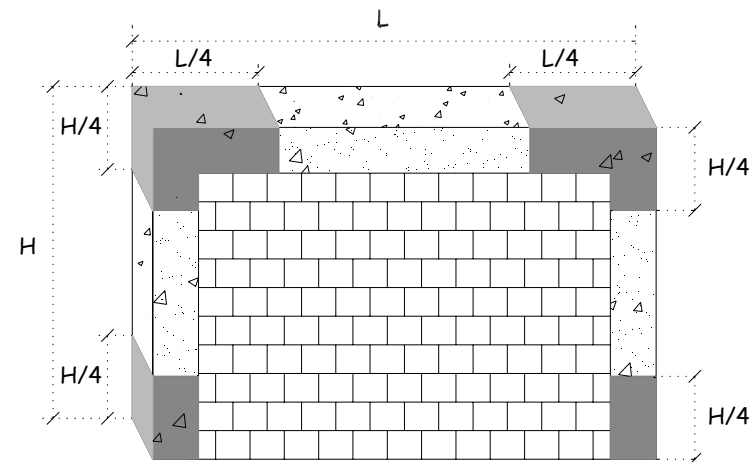


Fig. 20:
Zonas de confinamiento en machones y
vigas de corona

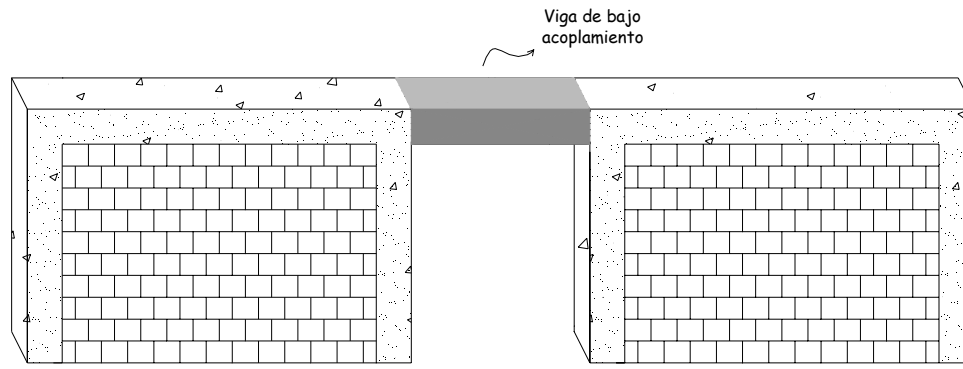


Fig. 21:

7. RECOMENDACIONES PARA MEJORA DE LOS MÉTODOS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES.

Ubicación.

Consideraciones sobre la ubicación de la vivienda:

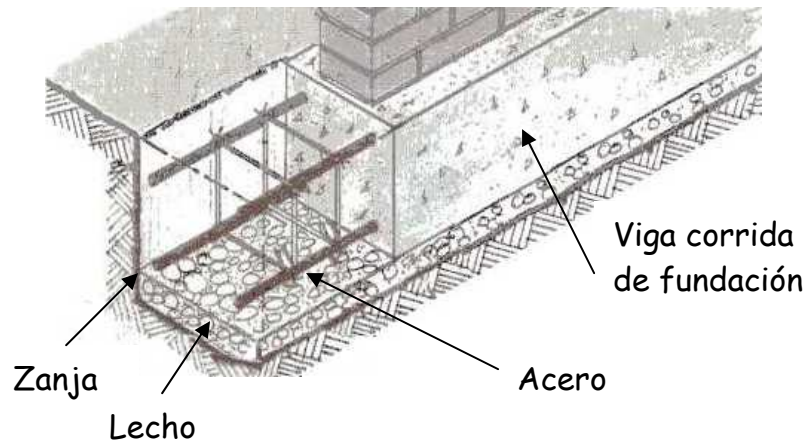
- El terreno, en lo posible, debe ser plano.
- Deben evitarse las pendientes excesivas.
- En caso de pendiente, es recomendable la realización de terrazas planas, con muros de carga adecuados, y efectuar una construcción escalonada (Fig. 32).
- Debe evitarse la construcción de viviendas en zonas cercanas a cauces de quebradas o cercanas a terrenos verticales que pudieran derrumbarse (Fig. 33).
- Es recomendable observar el flujo de agua en los alrededores del terreno, especialmente en caso de pendientes, para prever la construcción de sistemas de drenaje adecuados.
- El terreno debe ser firme y consolidado, y debe evitarse la construcción sobre materiales de relleno.

Adecuación del terreno.

Consideraciones sobre la adecuación del terreno:

- El terreno debe, en primer lugar, limpiarse, extrayendo la vegetación existente y cualquier tipo de material de desecho o basura presentes.
- Seguidamente debe nivelarse para conocer las diferencias de nivel y saber donde debemos rellenar o excavar.
- Luego el terreno debe aplanarse, excavando o realizando rellenos donde sea necesario y compactando el material colocado de manera adecuada (Fig. 34).
- Las terrazas se construyen de arriba hacia abajo utilizando el material de corte como material de relleno, cuando sea necesario.
- Los taludes deben estabilizarse con la construcción de muros de contención, si la inclinación lo requiere.
- Se recomienda el uso de muros de gravedad de poca altura, construidos con piedras o mampostería de bloques de concreto.

...



Sistemas de losas de piso: tierra pisada y losa de concreto sobre lecho de losa.

El piso de la casa debe ser horizontal y duro, por lo tanto debe compactarse lo mejor posible al iniciar el trabajo, esto quiere decir que se deben dar golpes con el pisón a la tierra donde van a estar los cuartos, la cocina, etc.

Una buena solución para el piso de la casa es hacer una pequeña loseta de concreto de unos 7 cm. de espesor, la cual es impermeable y permitirá tener una casa más limpia y ordenada.

Consideraciones sobre la loseta de piso:

- Para hacer una loseta se debe apisonar bien la tierra.
- Luego se debe colocar en toda la superficie una malla de acero con cuadros de 10 cm. x 10 cm., teniendo el cuidado de colocarla sobre piedras pequeñas para que la malla quede un poco levantada del suelo.
- Esta loseta debe hacerse con un concreto elaborado con piedras más pequeñas que las que se usan para construir la fundación y arena, pero con las mismas proporciones.
- No se debe olvidar humedecer el suelo antes de vaciar el concreto y además se debe procurar vaciar toda la loseta el mismo día, a fin de evitar juntas.
- Para que el piso quede liso debe cepillarse la superficie antes de que se endurezca con una llana con movimientos circulares.
- Si se quiere tener un piso aún más liso, se puede rociar el piso con una mezcla de 1 tobo de cemento y 3 tobos de arena



a) Detalle de malla y guías para vaciado de concreto



b) Alisado del concreto con regla y con llana

Levantamiento de los muros

Después de construidas las fundaciones se procede a colocar la losa de piso, en el caso en que se decida incluirla. No debe olvidarse la grava que sirve de lecho a la losa. Con el trazado que se definió, se procede al levantamiento de los muros.

El levantamiento de los muros debe hacerse por hiladas, la cuales deben colocarse de manera completa en dirección horizontal. Sólo al terminar una hilada debe comenzarse con la otra. Los bloques deben nivelarse adecuadamente.

El mortero de las juntas horizontales debe tener un espesor aproximado mayor a 1.0 cm. Cuando sea posible, debe asegurarse el llenado de las juntas verticales entre bloques con la mezcla de mortero (Fig. 36). Es recomendable sumergir previamente los bloques por un lapso comprendido entre media hora y una hora. El tope del muro debe nivelarse, agregando mortero si es necesario.



El muro debe construirse perfectamente vertical, para poder lograr esto se tiene que colocar una guía que indique la dirección y otra que indique la horizontal.

Pasos para levantar un muro:

- Limpiar y humedecer las fundaciones niveladas
- Humedecer los bloques si son de arcilla, una media hora antes de colocarlos. Esta es una práctica poco frecuente, pero debe hacerse para evitar que el bloque absorba el agua del mortero con lo cual se desmejorarían sus cualidades como cementante.
- Preparar el mortero mezclando la arena y el cemento en seco y luego agregar agua suficiente para que la mezcla resulte trabajable (ver dosificación en el capítulo 6). Debe evitarse añadir agua a medida que se trabaja ya que esto desmejora las cualidades del mortero.
- Para colocar la primera hilada se debe poner una capa de mortero de aproximadamente 1 cm. de espesor sobre la fundación húmeda, para luego colocar los bloques haciendo presión sobre ellos dándole golpes suaves con el mango de la cuchara para que queden bien pegados. Se debe tratar de colocar mortero a los lados de los bloques también.



- Para distribuir bien el mortero se debe colocar con la cuchara, tomar un poco de mezcla, echarla sobre el bloque y extenderla longitudinalmente de manera uniforme, procurando que la mezcla entre en las juntas verticales de los bloques inferiores, aunque se sabe que esto es difícil de lograr en los bloques huecos de arcilla.



- La cantidad de mezcla que se pone sobre el bloque no debe ser mucha



para evitar que se chorree a los lados, en caso de que esto ocurra, el exceso se puede eliminar con la cuchara.

- Utilizando el nivel de burbuja y la plomada, se debe verificar cada 2 hileras que el muro está nivelado horizontalmente y verticalmente; si ocurriera que una hilada no está bien alineada, se pueden dar golpes suaves con la cuchara para tratar de nivelarlo.

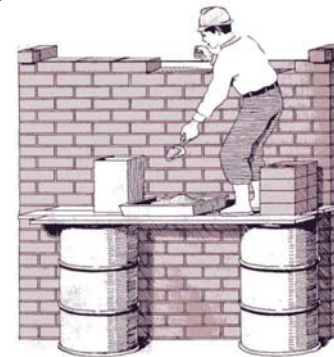


- Para que el muro tenga mejor resistencia, debe tener las hileras de bloques intercaladas, lo que quiere decir que las juntas verticales no deben coincidir en dos hileras consecutivas: para lograr esto se cortarán algunos bloques. Para cortar bloques se hace de la siguiente manera:
 - En el bloque que se va a cortar se debe medir y marcar con un lápiz la distancia

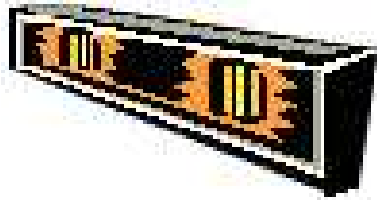
que se necesita para terminar o empezar una hilera.

- Con el borde de la cuchara se le dan golpes secos sobre la línea que se marcó, estos golpes deben ser lo suficientemente fuertes para partir el bloque, luego se separan las mitades y con la misma cuchara se tratan de emparejar los bordes de las dos mitades.

- Para colocar los bloques a una altura mayor a 1.5m, se debe trabajar montado sobre un andamio o sobre una tabla de madera que se apoye en dos burros o pipotes.



- No es recomendable levantar más de 1.5 m por día



Nivel de Burbuja



Plomada

Encofrado y vaciado de los machones y vigas de corona.

Una vez levantadas las paredes, se coloca el encofrado necesario para el vaciado de los machones (Fig. 37). La madera debe ser fijada de manera adecuada a las paredes de bloques.

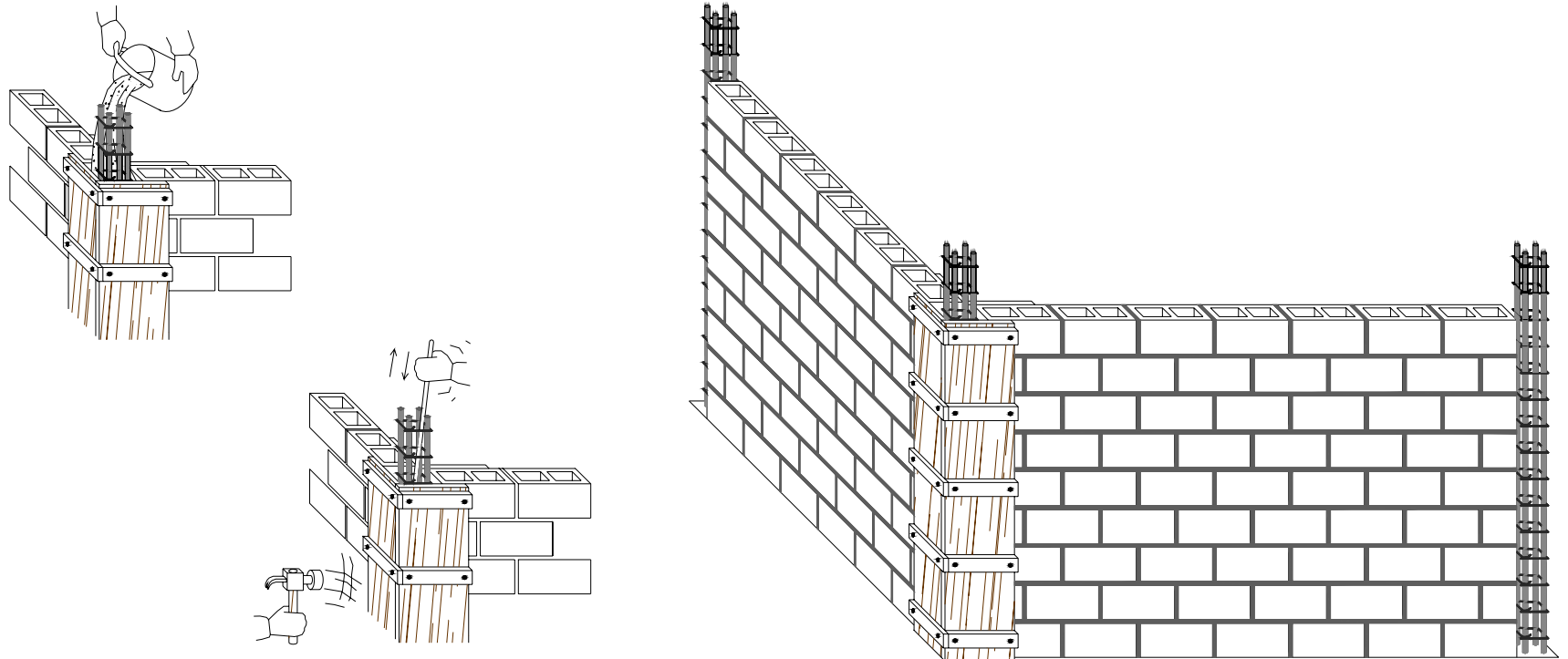


Fig. 37:
Encofrado viga de corona

Construcción del techo.

Se procede a la construcción de la platabanda, colocando y amarrando los perfiles a las vigas de corona. Posteriormente se coloca el acero de repartición, y se vacía la loseta.

Vaciado del concreto.

Antes de proceder al vaciado de cualquier elemento, se debe asegurar que:

- los encofrados estén adecuadamente protegidos
- el refuerzo esté libre de suciedades o de costras de concreto endurecido
- se debe eliminar el agua en el sitio donde se va a vaciar
- se deben preparar las superficies de concreto endurecido en las juntas de construcción, liberándolas de materiales defectuosos y limpiándolas en forma adecuada.

Otras consideraciones importantes para el vaciado del concreto:

- El concreto debe mezclarse cerca del sitio del vaciado, para evitar segregación durante su manipulación.
- El vaciado debe efectuarse de manera continua, a una velocidad adecuada para evitar el endurecimiento.
- Durante el vaciado, el concreto se vibrará y compactará. Si es posible, se recomienda el uso de vibradores eléctricos.
- Se procurará que el concreto penetre bien entre las cabillas.

- Se cuidarán las esquinas y los entornos de tuberías embutidas para evitar cangrejeras.
- El concreto deberá humedecerse repetidamente durante los primeros siete días siguientes al vaciado, para evitar en lo posible el agrietamiento producido por la retracción.

Importancia del detallado en los elementos de conexión y control del proceso constructivo.

Se deben respetar los detalles para el armado descritos en la sección 6. Particularmente, debe cuidarse la interconexión entre los distintos elementos y las longitudes mínimas de solape y ganchos requeridos.

Las figuras 46 a 49 muestran algunos detalles de conexión entre elementos.

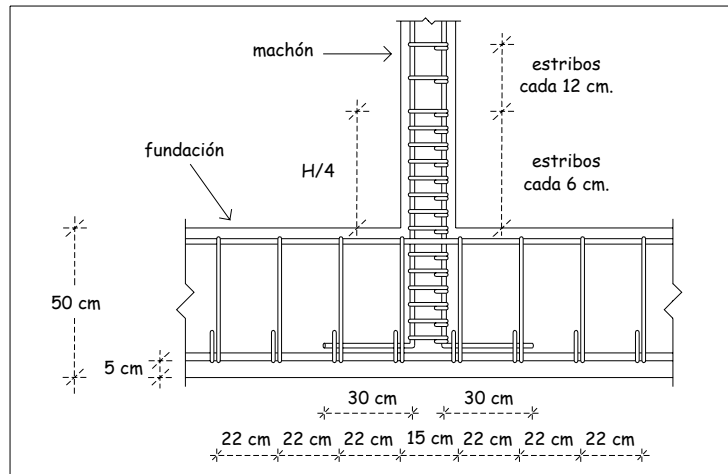


Fig. 46:

Conexión machón – fundación

(Nótese que la cabilla longitudinal del machón está doblada en ángulo de 90°, formando una “L” para lograr un mejor anclaje con la fundación)

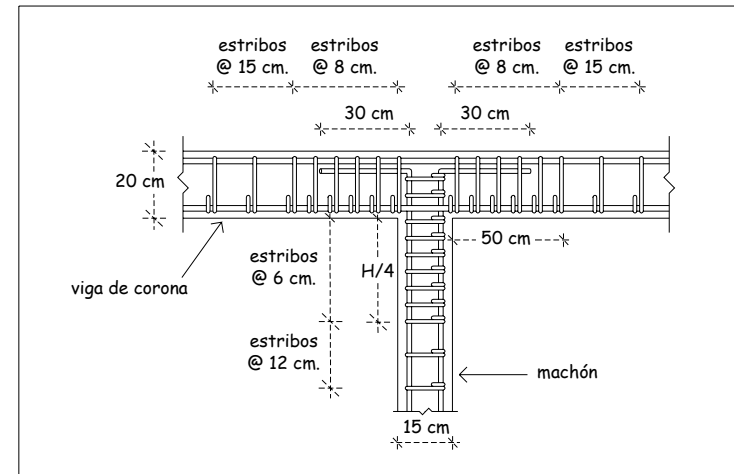


Fig. 47:

Conexión machón – viga de corona

(Obsérvese que el machón llega hasta la viga de corona, es decir, no continúa hacia arriba. En este caso, la parte superior de la cabilla longitudinal del machón se dobla también en 90°, mientras que la cabilla de la viga corona es continua.)

Ejemplos de daños ocasionados por sismos debido a mal detallado o vicios en la construcción.

Las fotografías 5, 6, 7 y 8 muestran casos de viviendas sin refuerzo que fueron destruidas por acciones sísmicas. En la número 5, se muestra el efecto de la inclinación del terreno, mientras que en la número 6 afectó la falta de refuerzo y de confinamiento.



Foto 5:
Daños sufridos por viviendas, sin confinamiento, construidas a media ladera, al desplazarse el terreno durante un sismo.



Foto 6:
Daños sufridos por viviendas construidas en mampostería no reforzada ni confinada (Managua 1972)

En la foto número 7, se aprecia como se desplazan las grietas en la dirección diagonal de los muros, mientras que en la número 8 se pueden observar los daños ocasionados por el sismo a una estructura de mampostería no confinada.



Foto 7:
Daños sufridos por edificación a causa de un sismo
(Obsérvense las grietas en diagonal en los muros)



Foto 8:
Daños sufridos por la iglesia Nuestra Señora de Los Remedios en Cholula, Puebla, construida en mampostería no confinada

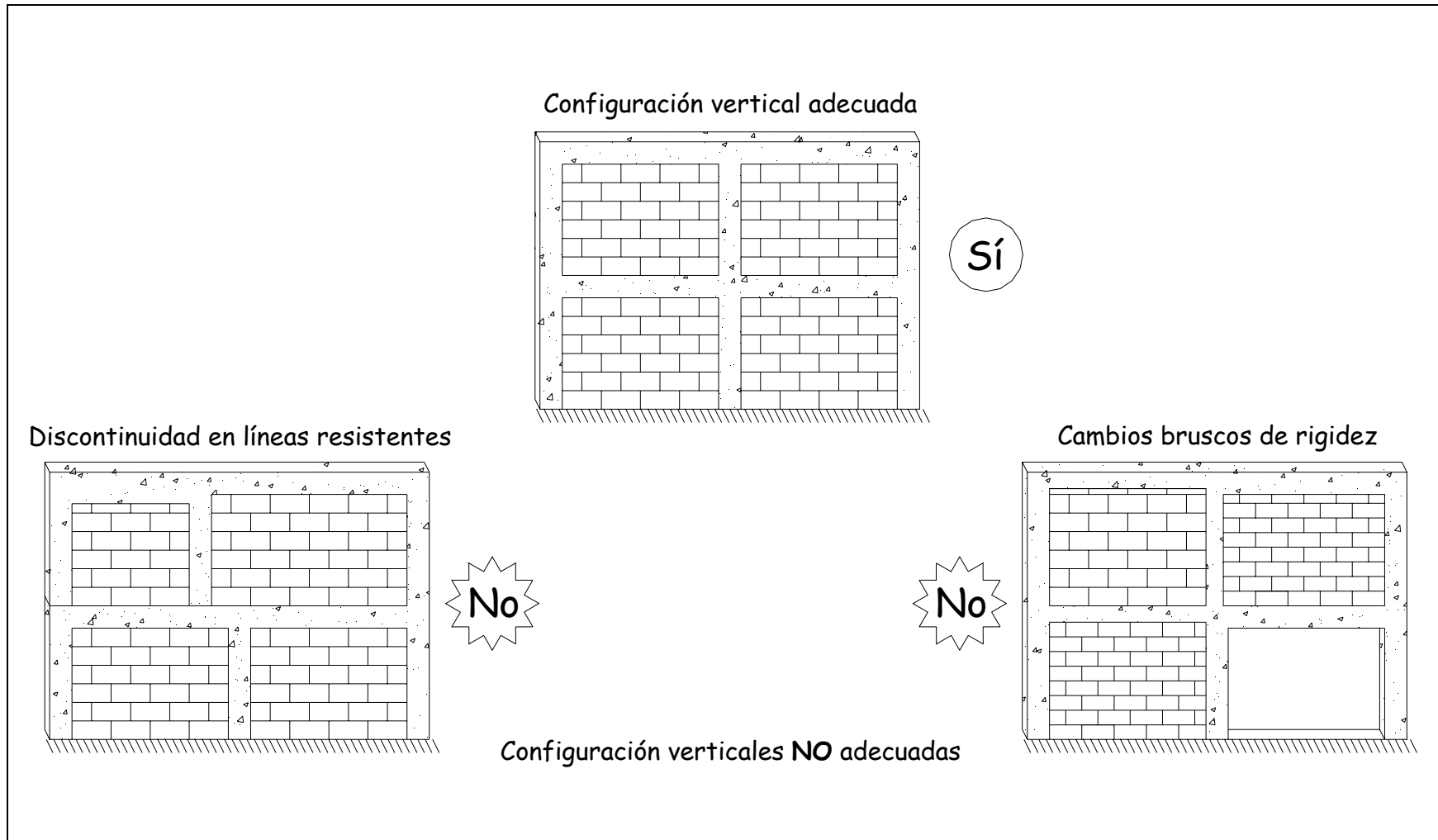


Fig. 30:
Configuraciones adecuadas e inadecuadas en elevación

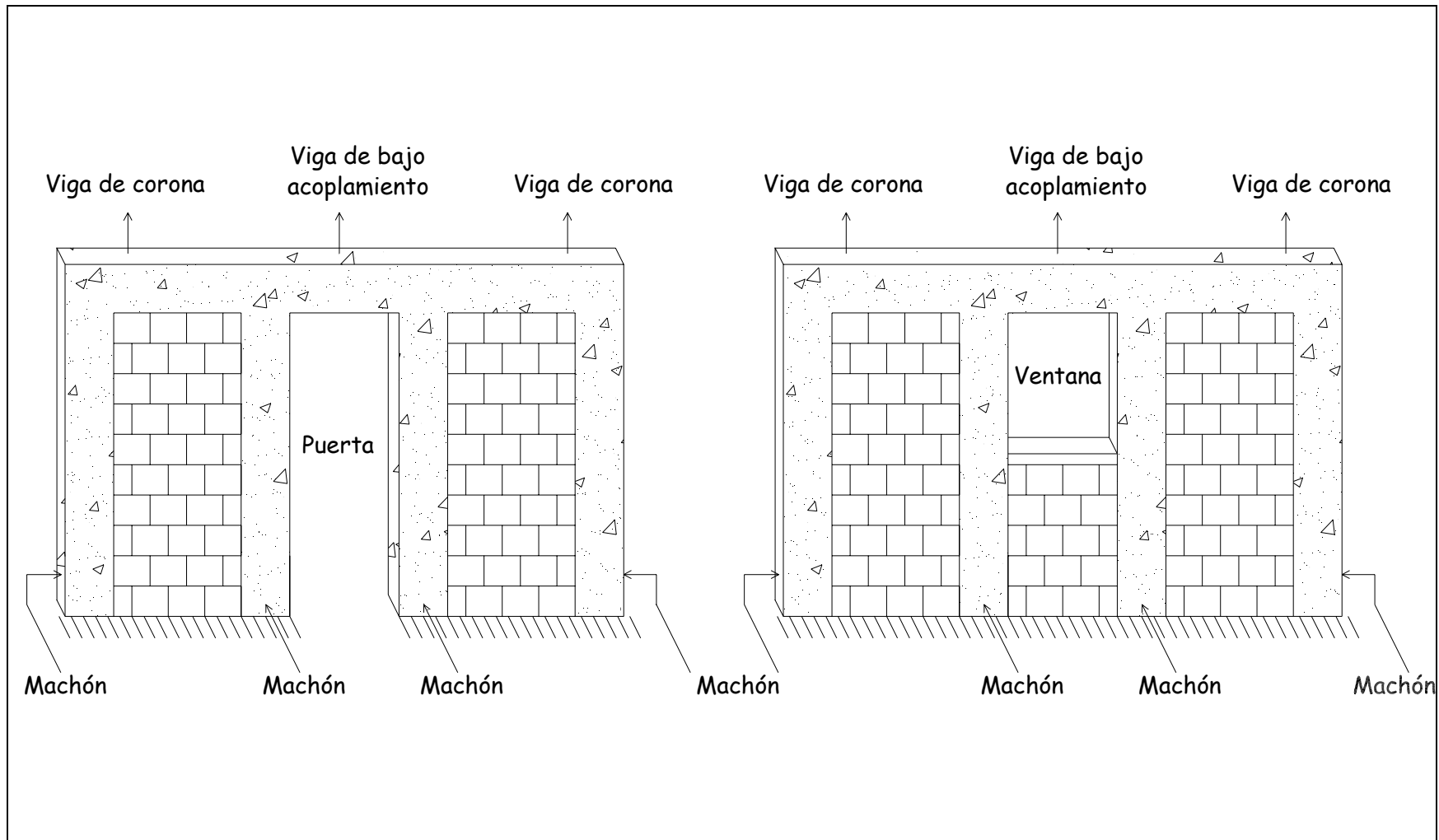


Fig. 31
Ubicación de puertas y ventanas

BIBLIOGRAFÍA

- Bazán, E., Meli, R. "Manual de Diseño Sísmico de Edificios" Edit. Limusa, México, 1998
- Drysdale, R., Hamid, A., Baker, L. "Masonry Structures: Behaviour and Design". Prentice Hall, New Jersey, 1994.
- "Edificaciones Sismorresistentes" Ministerio de Desarrollo Urbano (Mindur), 1998
- "La Dérive des Continents. La tectonique des plaques". Editado por : Bibliothèque Pour La Science, Paris, 1990.
- Newmark, N., Rosenblueth, R. "Fundamentos de Ingeniería Sísmica" Edit. Dianan, México, 1971.
- Nikolic, S., Greene, M., Krimgold, F., Seeber, L. "Innovative Earthquake Recovery in India" Learning from earthquake series. Edit. Earthquake Engineering Research Institute, California, 1999.
- Park, R. y Paulay, T. "Estructuras de Concreto Reforzado". Edit. Limusa, México, 1983.
- Rosenblueth, E. (editor) "Design of Earthquake Resistant Structures". Edit. John Wiley and Sons. 1981.