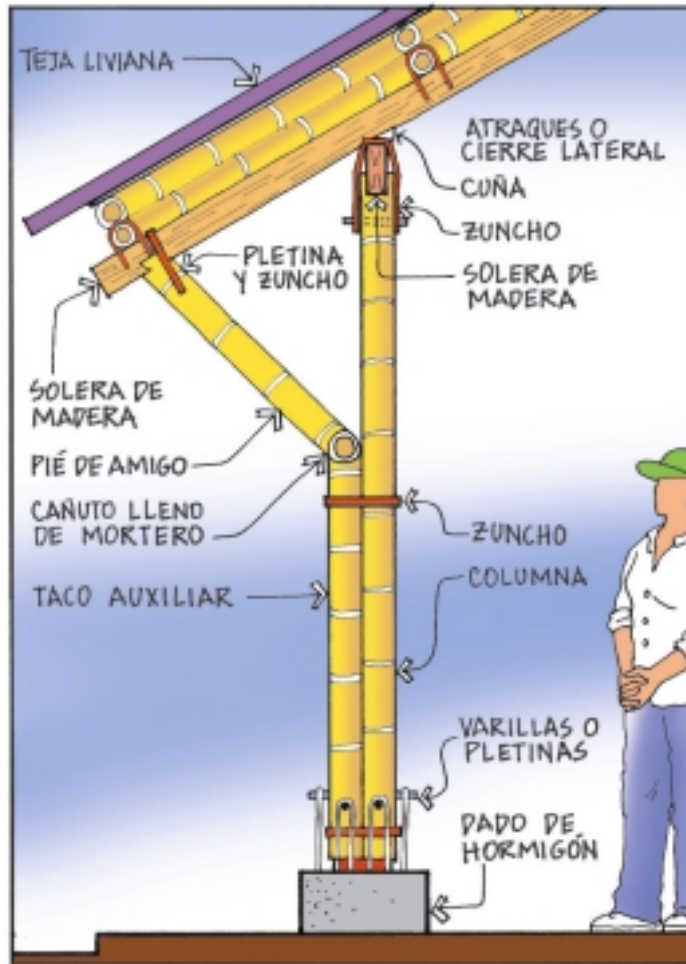
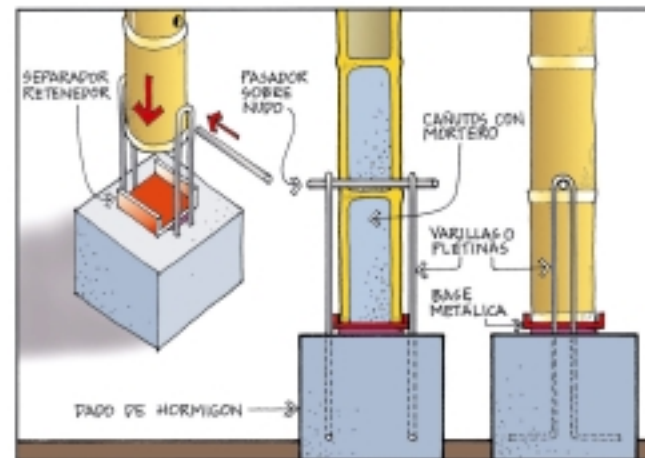
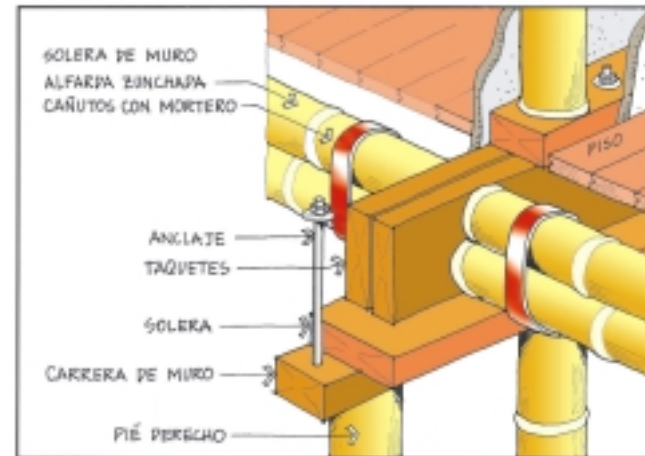


# MANUAL DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO



DESARROLLADO POR:



PUBLICACIÓN FINANCIADA POR:



ASOCIACIÓN COLOMBIANA  
DE INGENIERÍA SÍSMICA



LA RED DE ESTUDIOS SOCIALES EN PREVENCIÓN  
DE DESASTRES EN AMÉRICA LATINA – LA RED

## RECONOCIMIENTO

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica,  
La Comisión Asesora del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes y  
El Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia agradecen a:

**LA RED**

**LA RED DE ESTUDIOS SOCIALES EN PREVENCIÓN  
DE DESASTRES EN AMÉRICA LATINA - LA RED**

La publicación de 1000 ejemplares de este manual, con el fin de promover su divulgación y utilización en los países de América Latina y el Caribe, y en particular en la República de El Salvador, debido al desastre causado por los terremotos de enero y febrero de 2001.

## INTRODUCCIÓN

Las Normas Sísmicas Colombianas desde su primera expedición en 1984 incluyeron un título de requisitos mínimos para el diseño y construcción de casas de uno y dos pisos. Las nuevas Normas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 incorporaron de nuevo dichas disposiciones bajo la misma denominación de Título E, el cual fue revisado y actualizado. Este manual presenta requisitos adicionales, para el Título E de las Normas NSR-98, en relación con el diseño simplificado y construcción de casas de uno y dos pisos de bahareque encementado de madera y guadua, que facilitarán a los profesionales de la construcción y a otras personas no expertas la aplicación de requisitos mínimos en casos de viviendas individuales.

Para el desarrollo de este manual fue necesario llevar a cabo una investigación cuidadosa, en los laboratorios de estructuras de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, bajo la orientación del Centro de Procesamiento de Información Sismológica CPI S, y se contó con el apoyo de especialistas y asistentes de investigación de la Sede Manizales de la misma universidad. El objetivo de la investigación en los laboratorios fue el analizar el comportamiento, ante cargas sísmicas, de paneles y ensambles de bahareque y de algunos tipos de conexiones, tales como anclajes de paredes a la cimentación, uniones entre paredes y conexiones con el entepiso o la cubierta. Su contenido se elaboró con base en los informes "Comportamiento de Muros y Ensamblajes Construidos con Bahareque Encementado de Madera y Guadua" y el "Estudio sobre el Comportamiento de Conexiones con Guadua", que recogen los detalles y resultados técnicos de las investigaciones realizadas.

Este manual ha sido elaborado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS con el apoyo financiero del Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero FOREC y la Fundación CORONA. Los textos fueron desarrollados por el Arquitecto Jaime Mogollón S. La coordinación general del proyecto la llevó a cabo el Ingeniero Samuel Darío Prieto R. y las pruebas experimentales fueron coordinadas por Josef Farbiarz F. del CPI S. Participaron como investigadores los Ingenieros Jorge Eduardo Hurtado G. y Hernán D. Cano con el apoyo de un selecto grupo de profesionales y auxiliares de investigación. También hicieron aportes a la realización de este manual los Ingenieros Omar Darío Cardona A. y Shirley Merlano del Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos CEDERI de la Universidad de los Andes. Las ilustraciones fueron realizadas por el Arquitecto Carlos Alberto Gómez F., Hormiga. La AIS agradece a estos profesionales y a todos los miembros de la asociación que realizaron comentarios y recomendaciones por su aporte y disposición.

**Omar Darío Cardona Arboleda**

**Presidente**

**ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA**

## EQUIPO DE TRABAJO:

Ing Samuel Darío Prieto R. Coordinador General  
Arquitecto Jaime Mogollón S. Investigador  
Ingeniero Josef Fabiarz F. Investigador  
Ingeniero Jorge Eduardo Hurtado G. Coinvestigador  
Arquitecta María I. Marquez. Asistente de Investigación  
Ingeniero Mario Felipe Silva V. Asistente de Investigación  
Ingeniero Luis Felipe López M. Asistente de Investigación  
Ingeniero Alejandro Amaris M. Asistente de Investigación  
Carlos M. Gómez. Auxiliar de Investigación  
José O. Florez D. Auxiliar de Investigación

Por su valiosa contribución en el diseño y suministro de especímenes para los ensayos de laboratorio, así como por sus aportes de experiencia, a:  
Arquitecto Jaime Botero M. Taller Casa Partes, Pijao, Quindío  
Arquitecta María Teresa Montes B. FORECAFE, Armenia, Quindío  
Marcelo Villegas. Manizales, Caldas

## *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO*

### CAPITULO I: CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS

#### TERREMOTOS Y SISMO RESISTENCIA

¿Qué es un terremoto?

¿Qué es la amenaza sísmica?

¿Qué es la sismo resistencia?

#### LOS PRINCIPIOS DE LA SISMO RESISTENCIA

Forma regular

Bajo Peso

Mayor rigidez

Buena estabilidad

Suelo firme y buena cimentación

Estructura apropiada

Materiales competentes

Calidad de construcción

Capacidad de disipar energía

Fijación de acabados e instalaciones

## CAPITULO II: REQUISITOS GENERALES

### GENERALIDADES

Definición

Constitución

Entramado

Recubrimiento

### MATERIALES

Guadua

### SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA

CONTINUIDAD VERTICAL

REGULARIDAD EN PLANTA

REGULARIDAD EN ALTURA

ADICIONES

JUNTAS SÍSMICAS

CUBIERTAS

CIELORASOS

ENCHAPES

## CAPITULO III: CIMENTACIONES

LIMPIEZA DEL TERRENO

SISTEMA DE CIMENTACIÓN

TERRENO PLANO

TERRENO INCLINADO

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

## ESPECIFICACIONES ESPECIALES

Juntas

Suelos Compresibles

Construcciones en Ladera

## CAPITULO IV: MUROS

### MUROS

Muros estructurales arriostrados

Muros estructurales no arriostrados

Muros no estructurales

Diafragmas

Longitud de muros en cada dirección

Simetría de la distribución de muros

## CAPITULO V: ENTREPISOS

### GENERALIDADES

Conformación

Detalles de entrepiso con viguetas de guadua sobre muros de soleras en madera

## CAPITULO VI: COLUMNAS

### GENERALIDADES

## CAPITULO VII: CUBIERTAS

## CAPITULO VIII: UNIONES

### UNIONES

Uniones clavadas

Uniones pernadas

Uniones zunchadas

Uniones estructurales

### UNIÓN ENTRE MUROS

Muros en el mismo plano

Muros en planos perpendiculares

Unión entre muros y cubierta

## CAPITULO IX: GLOSARIO

## BIBLIOGRAFÍA



*CAPÍTULO I*  
**CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE  
VIVIENDAS**

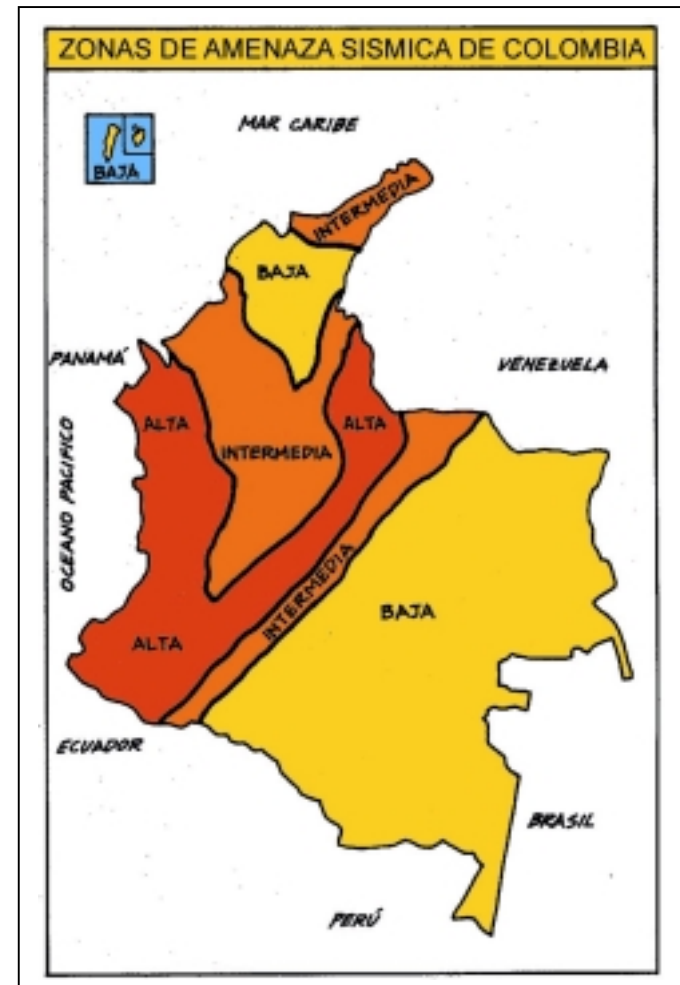
## TERREMOTOS Y SISMO RESISTENCIA

### ◆ ¿Qué es un terremoto?

Es una vibración o movimiento ondulatorio del suelo que se presenta por la súbita liberación de energía sísmica, que se acumula dentro de la tierra debido a fuertes tensiones o presiones que ocurren en su interior. Los sismos o terremotos pueden causar grandes desastres, en especial donde no se han tomado medidas preventivas de protección, relacionadas con la sismo resistencia de las edificaciones. Los terremotos son fenómenos naturales que se presentan por el movimiento de placas tectónicas o fallas geológicas que existen en la corteza terrestre. También se producen por actividad volcánica. Colombia hace parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, que es una de las zonas del planeta en la cual se presenta una alta actividad sísmica y un mayor peligro o amenaza, es decir, una zona donde se pueden presentar terremotos con frecuencia y algunos pueden ser de intensidad notable.

### ◆ ¿Qué es la amenaza sísmica?

Cuando existe la probabilidad de que se presenten sismos de cierta severidad en un lugar y en un tiempo determinado, se dice que existe amenaza sísmica. El peligro o amenaza sísmica varía de un lugar a otro, por eso la amenaza sísmica no es la misma en todas partes. Hay zonas de mayor amenaza sísmica, es decir, zonas o lugares donde se espera que se presenten sismos con mayor frecuencia y con mayor intensidad.



## ¿Qué es la sismo resistencia?

Se dice que una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes. Aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismo resistente, siempre existe la posibilidad de que se presente un terremoto aun más fuerte que los que han sido previstos y que deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran daños. Por esta razón, no existen edificios totalmente sismo resistentes. Sin embargo, la sismo resistencia es una propiedad o capacidad que se le provee a la edificación con el fin de proteger la vida y los bienes de las personas que la ocupan. Aunque se presenten daños, en el caso de un sismo muy fuerte, una edificación sismo resistente no colapsará y contribuirá a que no haya pérdida de vidas y pérdida total de la propiedad. Una edificación no sismo resistente es vulnerable, es decir susceptible o predispuesta a dañarse en forma grave o a colapsar fácilmente en caso de terremoto. El sobre costo que significa la sismo resistencia es mínimo si la construcción se realiza correctamente y es totalmente justificado, dado que significa la seguridad de las personas en caso de terremoto y la protección su patrimonio, que en la mayoría de los casos es la misma edificación.



## LOS PRINCIPIOS DE LA SISMO RESISTENCIA

### ◆ Forma regular

La geometría de la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación. Las formas complejas, irregulares o asimétricas causan un mal comportamiento cuando la edificación es sacudida por un sismo. Una geometría irregular favorece que la estructura sufra torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerza, que pueden ser difíciles de resistir.

### ◆ Bajo peso

Entre más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, por ejemplo, ésta se moverá como un péndulo invertido causando esfuerzos tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales está soportada.

### ◆ Mayor rigidez

Es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo. Una estructura flexible o poco sólida al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en paredes o divisiones no estructurales, acabados arquitectónicos e instalaciones que usualmente son elementos frágiles que no soportan mayores distorsiones.

### ◆ Buena estabilidad

Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Estructuras poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente separación entre ellas.

### ◆ Suelo firme y buena cimentación

La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan

asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

### ◆ Estructura apropiada

Para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.

### ◆ Materiales competentes

Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga a la edificación cuando se sacude. Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terremoto. Muros o paredes de tapia de tierra o adobe, de ladrillo o bloque sin refuerzo, sin vigas y columnas, son muy peligrosos.

### ◆ Calidad en la construcción

Se deben cumplir los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y acatar las especificaciones de diseño y

construcción. La falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de supervisión técnica ha sido la causa de daños y colapsos de edificaciones que aparentemente cumplen con otras características o principios de la sismo resistencia. Los sismos descubren los descuidos y errores que se hayan cometido al construir.

### ◆ Capacidad de disipar energía

Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz se rompe fácilmente al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y puede colapsar súbitamente.

### ◆ Fijación de acabados e instalaciones

Los componentes no estructurales como tabiques divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados y no deben interaccionar con la estructura. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo.

## CAPÍTULO II

# REQUISITOS GENERALES

## GENERALIDADES

### ◆ Definición

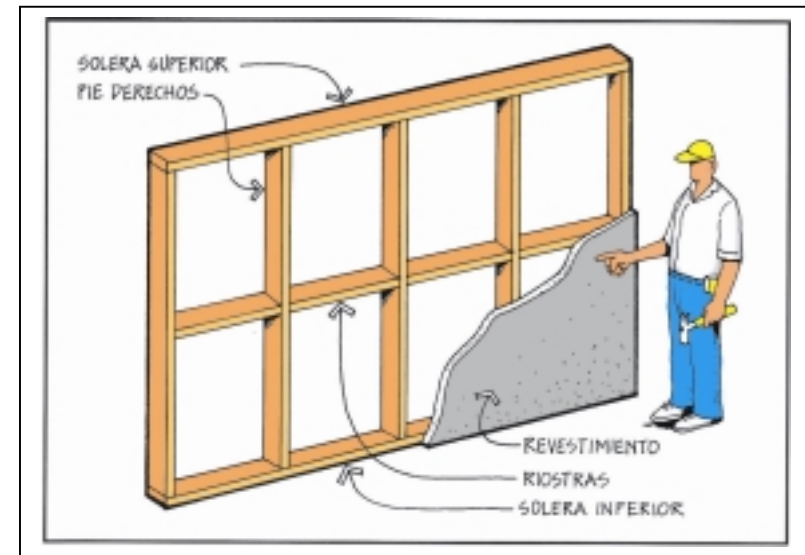
El bahareque encementado es un sistema estructural de muros que se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de guadua, o guadua y madera, cubierto con un revoque de mortero de cemento, que puede apoyarse en esterilla de guadua, malla de alambre, o una combinación de ambos materiales.

### ◆ Constitución

El bahareque encementado es un sistema constituido por dos partes principales: el entramado y el recubrimiento. Ambas partes se combinan para conformar un material compuesto que trabaja a manera de emparedado.

### ◆ Entramado

El entramado se construye con un marco de guadua o, preferiblemente, madera aserrada, constituido por dos soleras, inferior y superior, y pie derechos, conectados entre sí con clavos o tornillos. Adicionalmente, puede contener riostras o diagonales .



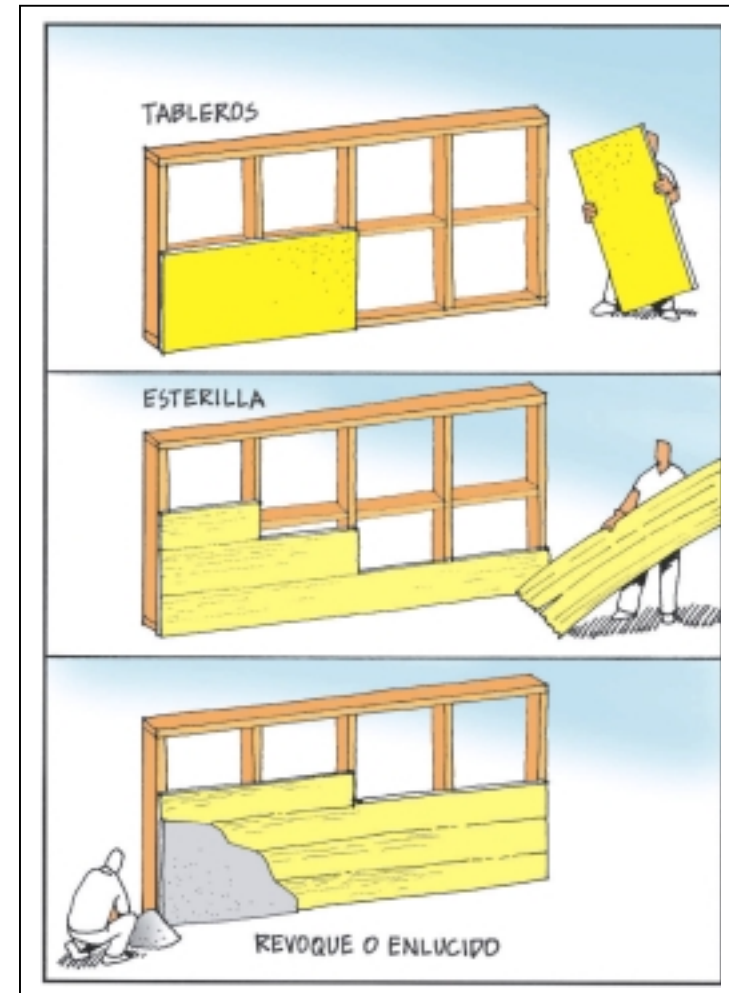
## ◆ Recubrimiento

El recubrimiento se fabrica con mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre. La malla puede estar clavada directamente al entramado sobre esterilla de guadua, o sobre un entablado.

## MATERIALES

### ◆ Guadua

El material predominante de este sistema constructivo es la guadua, cuya mejor calidad se consigue en plantas en estado sazonado, es decir, mayores de 4 años. No puede utilizarse guadua con más del 20% de contenido de humedad ni por debajo del 10%. La guadua debe inmunizarse para evitar el ataque de insectos xilófagos. El inmunizado no significa protección contra otros efectos ambientales, de manera que la guadua no puede exponerse al sol ni al agua, en ninguna parte de la edificación, pues la acción de los rayos ultravioletas produce resecamiento, fisuración, decoloración y pérdida de brillo, y los cambios de humedad pueden causar pudrición.

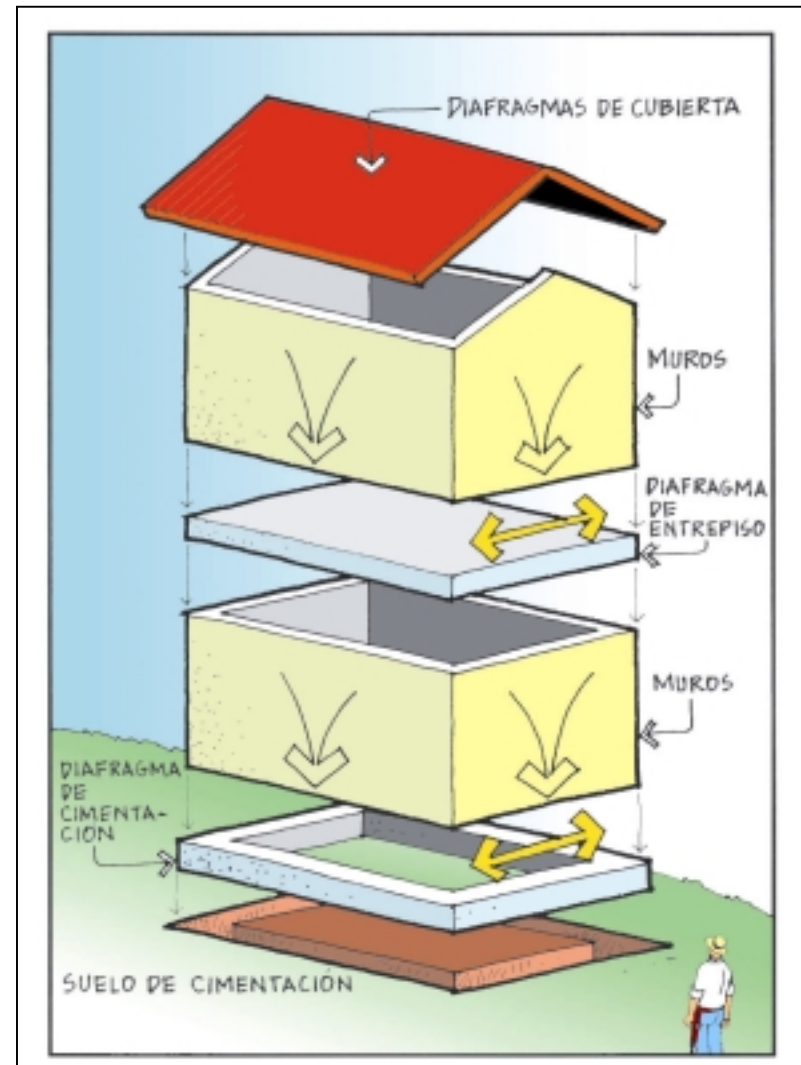




## SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA

Para garantizar un comportamiento adecuado, tanto individual como de conjunto, ante cargas verticales y horizontales, deben establecerse los siguientes mecanismos:

- (a) Un conjunto de muros estructurales, ya sean muros de carga o muros de rigidez, dispuestos de tal manera que provean suficiente resistencia ante los efectos sísmicos horizontales en las dos direcciones principales en planta. Debe tenerse en cuenta sólo la rigidez en el propio plano de cada muro. Los muros estructurales sirven para transmitir las fuerzas paralelas a su propio plano, desde el nivel donde se generan hasta la cimentación. Los muros de carga soportan, además de su propio peso, las cargas verticales debido a la cubierta y a los entrepisos, si los hay. Los muros de rigidez sólo atienden como carga vertical su propio peso.
- (b) Un sistema de diafragmas que obligue al trabajo conjunto de los muros estructurales, mediante amarres que transmitan a cada muro la fuerza lateral que deba resistir. Los elementos de amarre para la acción de diafragma se deben ubicar dentro de la cubierta y los entrepisos.

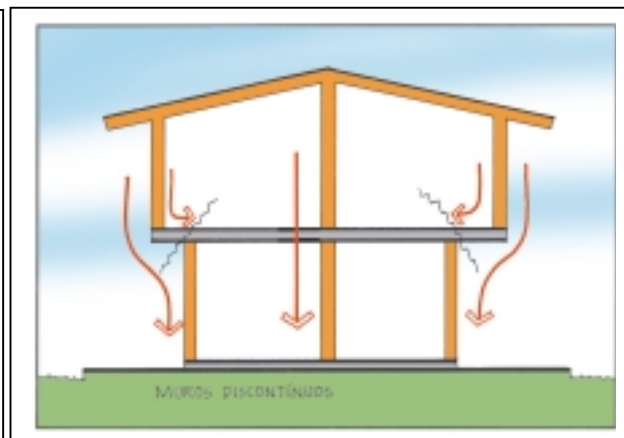
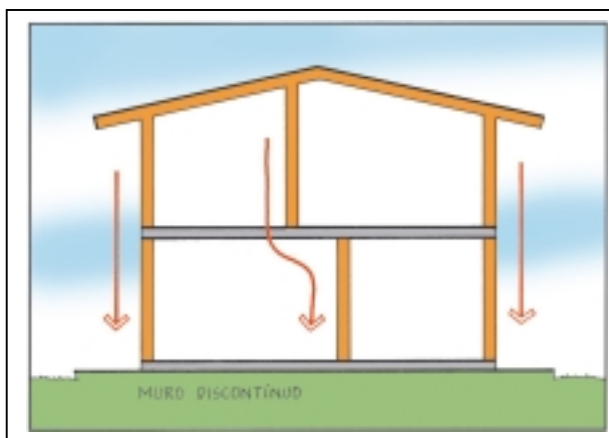
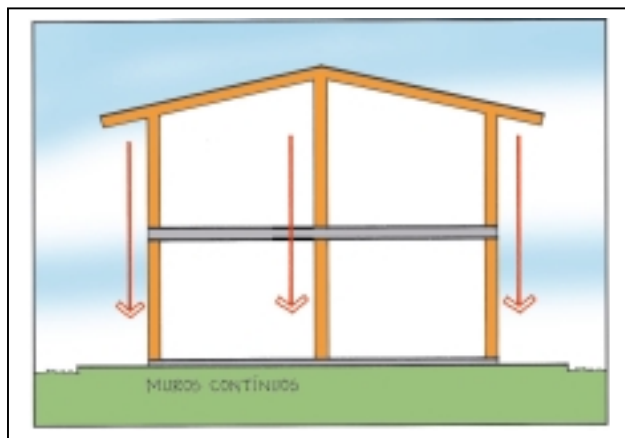
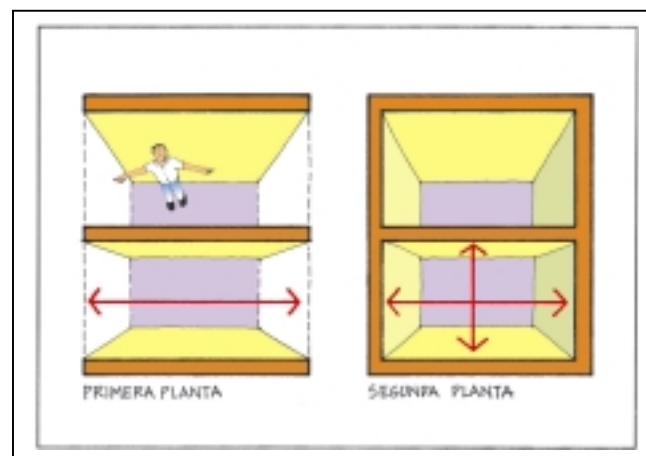


- (c) Un sistema de cimentación que transmita al suelo las cargas derivadas de la función estructural de cada muro. El sistema de cimentación debe ser adecuado, de manera que se prevengan asentamientos diferenciales inconvenientes. El conjunto de cimientos debe conformar un diafragma, para lo cual, las cimentaciones independientes deben estar amarradas entre sí.

Tanto la efectividad de los amarres en los diafragmas, como el trabajo en conjunto de muros, se ve afectado por la continuidad vertical y horizontal de los muros estructurales, y por la irregularidad de la estructura, tanto en planta como en altura.

## CONTINUIDAD VERTICAL

Cada muro se considera estructural, si es continuo desde la cimentación hasta el diafragma superior conformado por la cubierta. A partir del diafragma en el que el muro pierda continuidad vertical en más de la mitad de su longitud horizontal, el muro deja de considerarse estructural.



## REGULARIDAD EN PLANTA

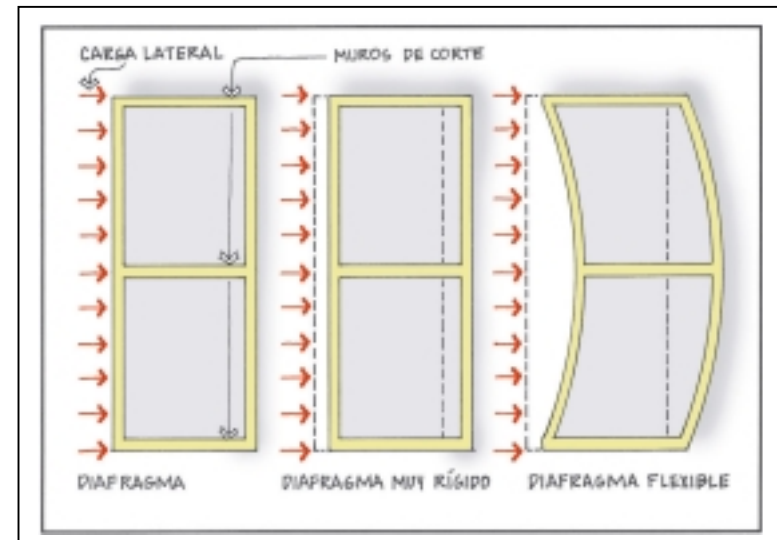
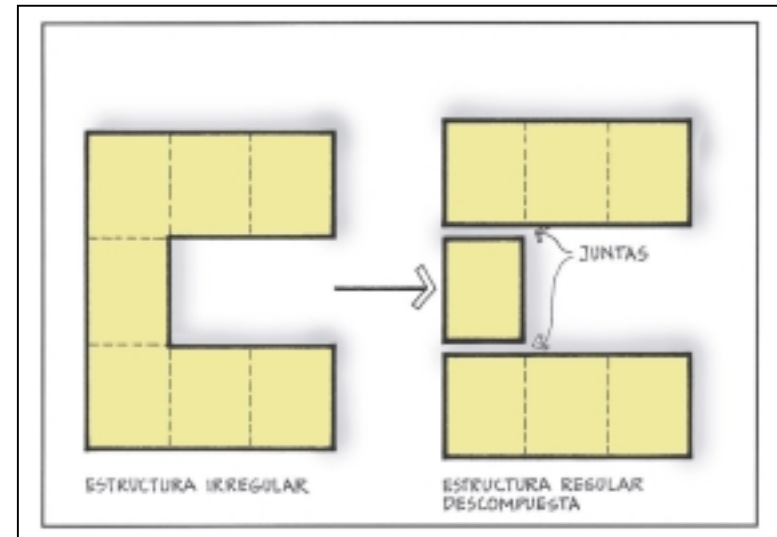
Se debe tratar de evitar la irregularidad en planta, tanto geométrica como de rigidez. Las formas irregulares pueden convertirse, por descomposición en varias formas regulares.

Las formas regulares pueden ser asimétricas en términos de rigidez, lo que se debe evitar redistribuyéndolas adecuadamente.

Dada la relativa flexibilidad de los diafragmas de madera, las plantas muy alargadas, sometidas a cargas laterales, se comportan como vigas, de manera que pueden presentarse grandes deformaciones relativas entre los puntos del diafragma apoyados sobre los muros y los puntos en el centro del diafragma, aun si la planta es simétrica.

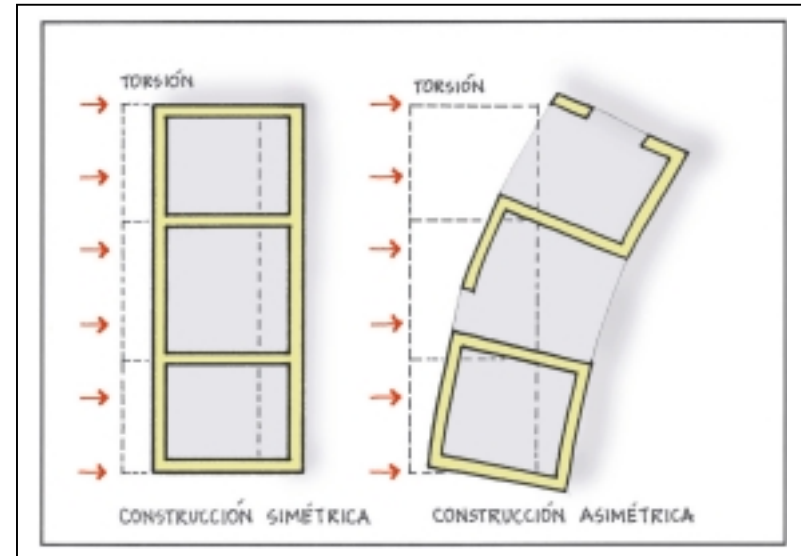
Por lo tanto, es aconsejable que los muros resistentes a las cargas laterales no estén espaciados entre sí más de dos veces su longitud.

Mientras más rígido y menos alargado sea el diafragma, las cargas se reparten más adecuadamente entre los muros, de acuerdo con su capacidad de deformación, es decir, de acuerdo con su rigidez.

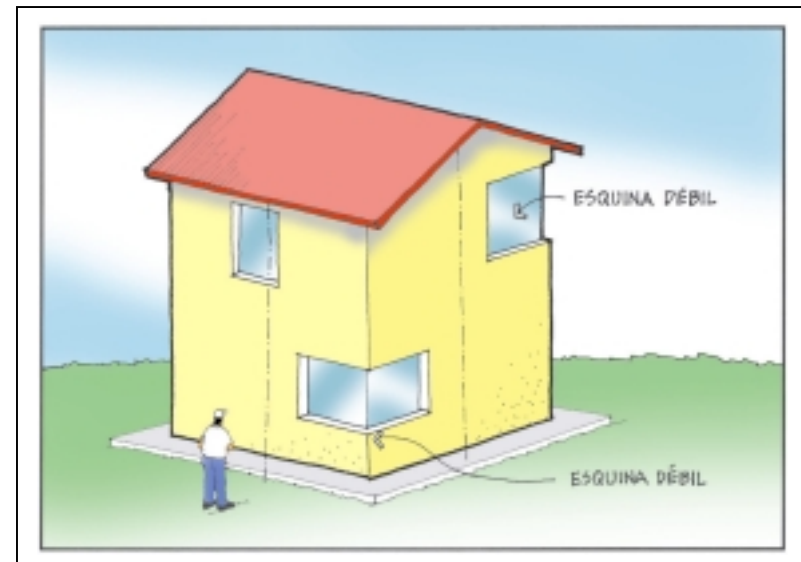


Si el diafragma es muy flexible o muy alargado, la carga se distribuye a cada muro de acuerdo con su área de influencia, sin importar su rigidez.

Cuando no hay simetría en la estructura, se producen efectos de torsión sobre la estructura como un todo.

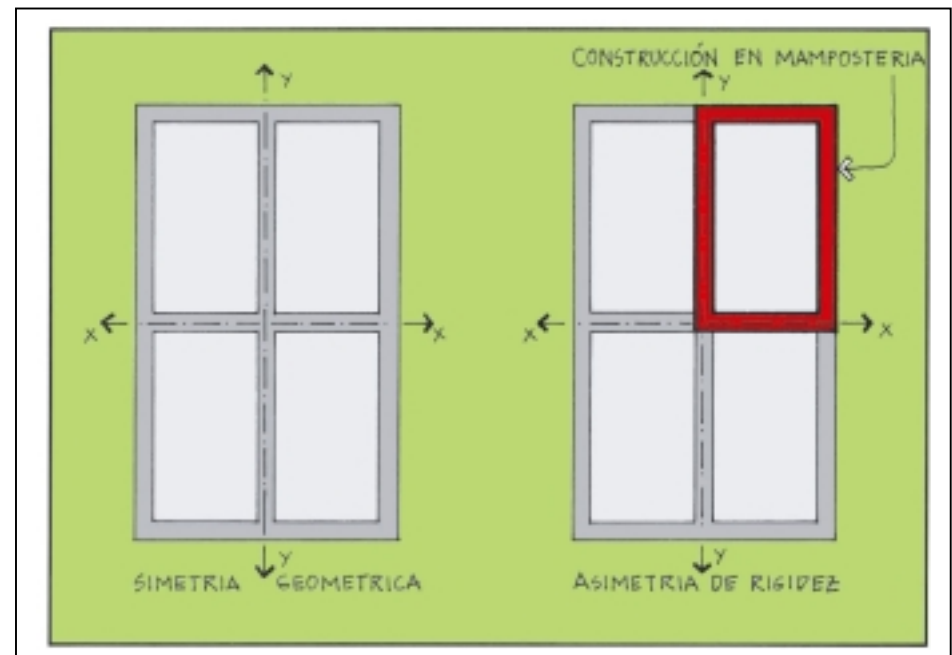


Cuando muros paralelos tienen diferente configuración, ya sea por su longitud, o porque que unos contengan aberturas que otros no tienen, la planta resulta asimétrica y puede ocurrir torsión excesiva, aún cuando la geometría de la estructura, en planta, sea regular. Las ventanas colocadas en una sola esquina proveen dicha asimetría, además de constituirse en una zona débil para cargas verticales.



En estos casos, algunos elementos son más resistentes que sus pares perimetrales y el diseño puede ser ineficiente. Para minimizar estos efectos debe cambiarse la configuración de los muros o rigidizarse los muros cortos para que su rigidez sea similar a la de sus pares y la resultante de la fuerza esté cerca del centro de rigidez de la estructura en planta.

La torsión puede presentarse también en plantas simétricas, debido a una distribución irregular de la rigidez de los muros, no por las aberturas que contengan, sino por su ubicación en la estructura.

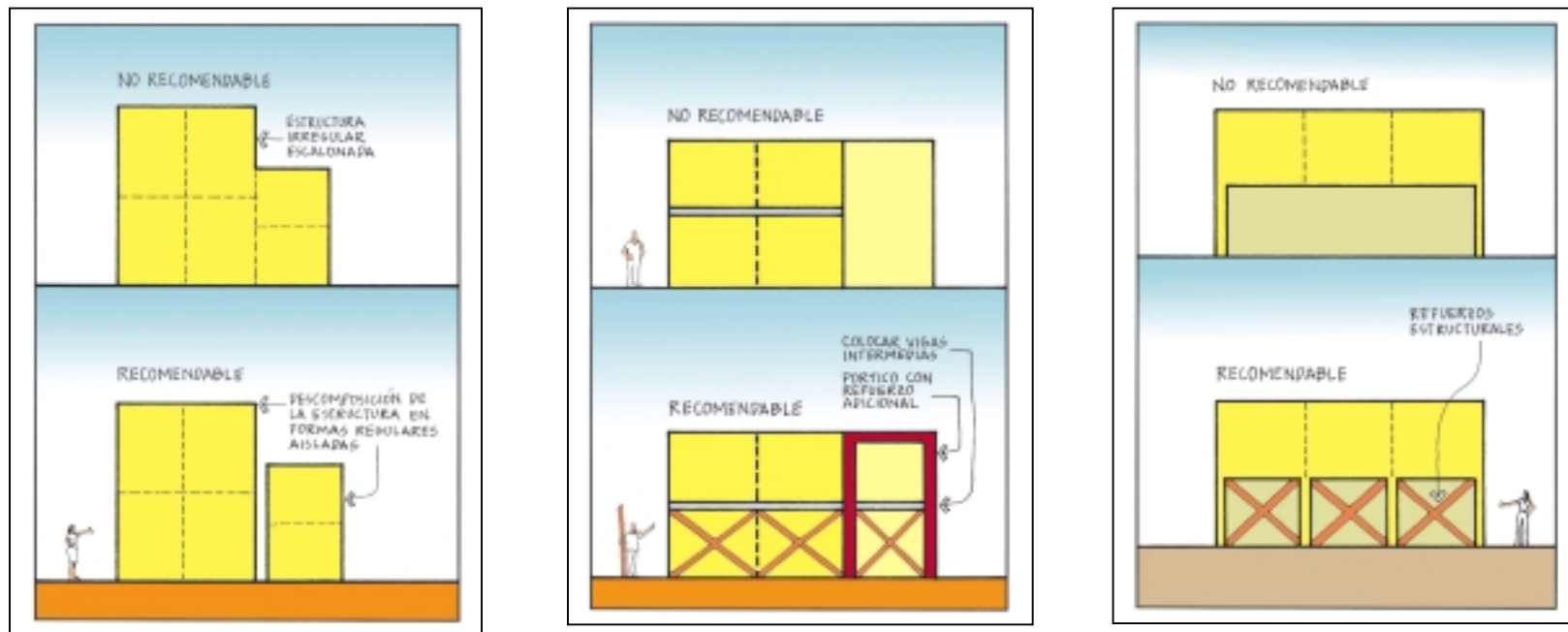


## REGULARIDAD EN ALTURA

Se deben evitar las irregularidades en alzado, tanto geométricas (volúmenes escalonados), como de rigidez.

Cuando la estructura tenga forma irregular en altura, puede descomponerse en formas regulares aisladas .

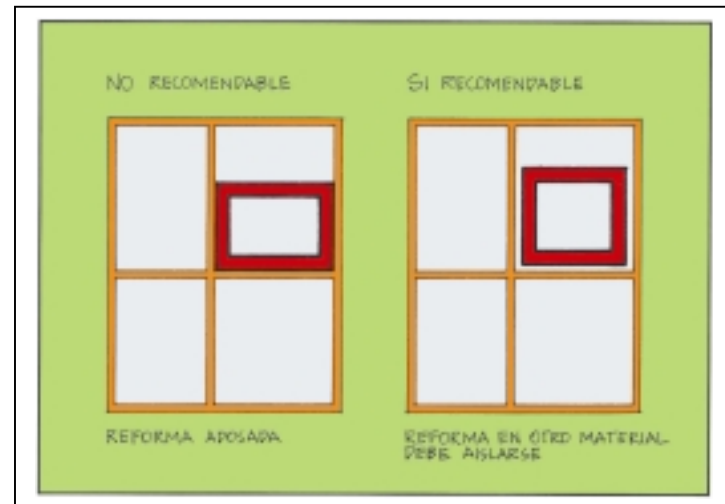
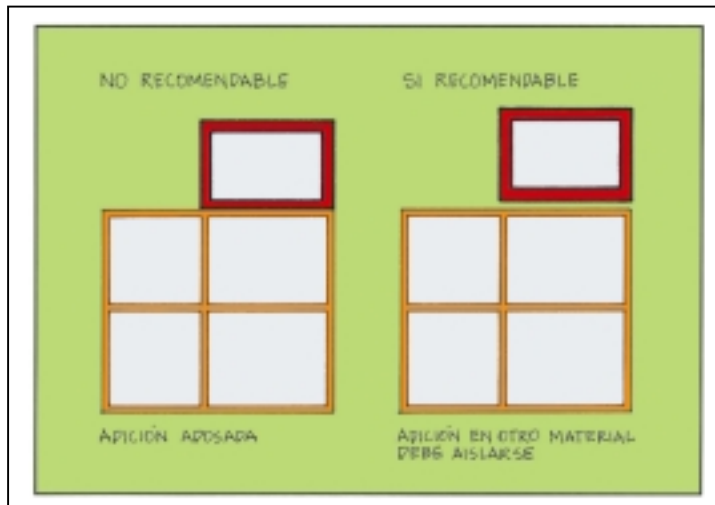
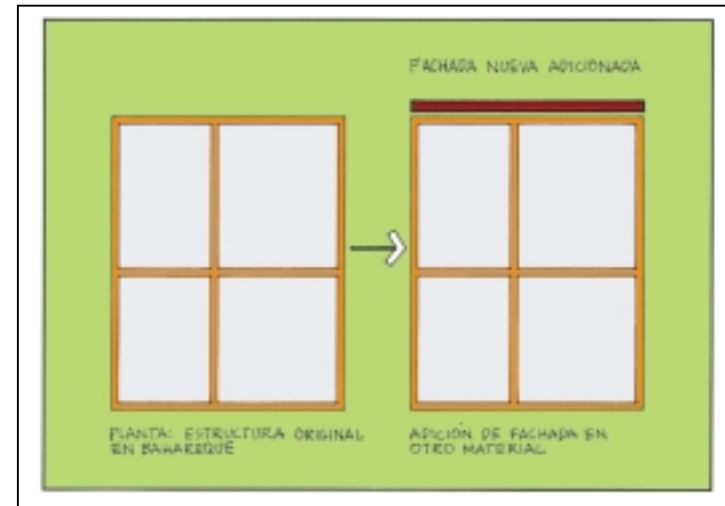
Se deben evitar zonas débiles en altura, por cambios en la rigidez o la resistencia, que producen el efecto de piso blando o piso flexible.



## ADICIONES

Evitar o aislar convenientemente las adiciones exteriores o reformas interiores en materiales y sistemas constructivos diferentes al "bahareque".

Por ejemplo, es común que se cambie o modifique la fachada de una construcción de bahareque con mampostería. Así mismo, adiciones como cocinas, baños o habitaciones adicionales, suelen hacerse con mampostería. No es conveniente mezclar materiales de diferentes características de rigidez y resistencia. Por lo tanto, es recomendable que toda adición y modificación en estructuras de bahareque se construyan con este material. De lo contrario, es necesario aislar la adición o la modificación, para que trabaje independientemente de la estructura de bahareque.





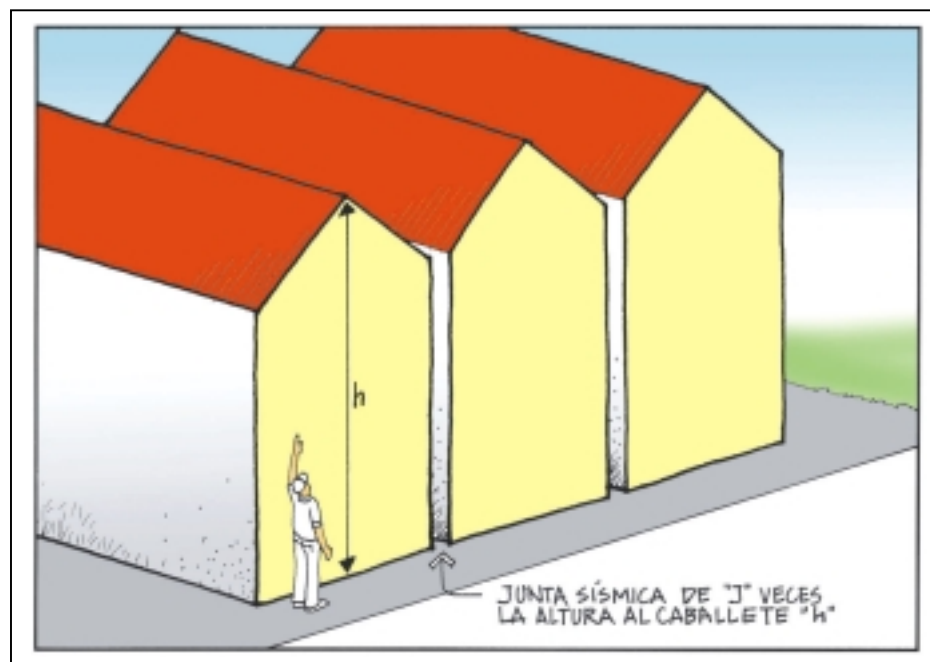
## JUNTAS SÍSMICAS

Cuando en conjuntos de casas seriadas medianeras, coexisten las casas de bahareque con otras de diferentes materiales, como mampostería, concreto reforzado, acero, etc., debe dejarse un espacio mínimo de  $j$  veces la altura de la edificación, medida hasta el caballete de la cubierta. El valor de  $j$  debe establecerse con base en la siguiente tabla.

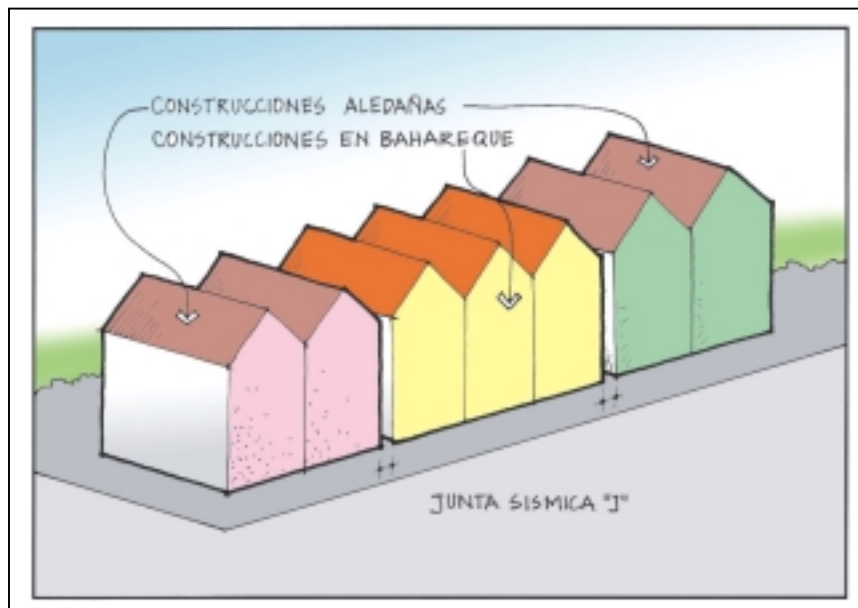
Por ejemplo, para una edificación de un piso, con ventanas pequeñas y una sola puerta, cuya altura al caballete sea de 3,5 m, la separación debe ser de 53 mm:

$$j \times \text{altura al caballete} = 15 \frac{\text{mm}}{\text{m}} \times 3,5 \text{ m} = 52,5 \text{ mm}$$

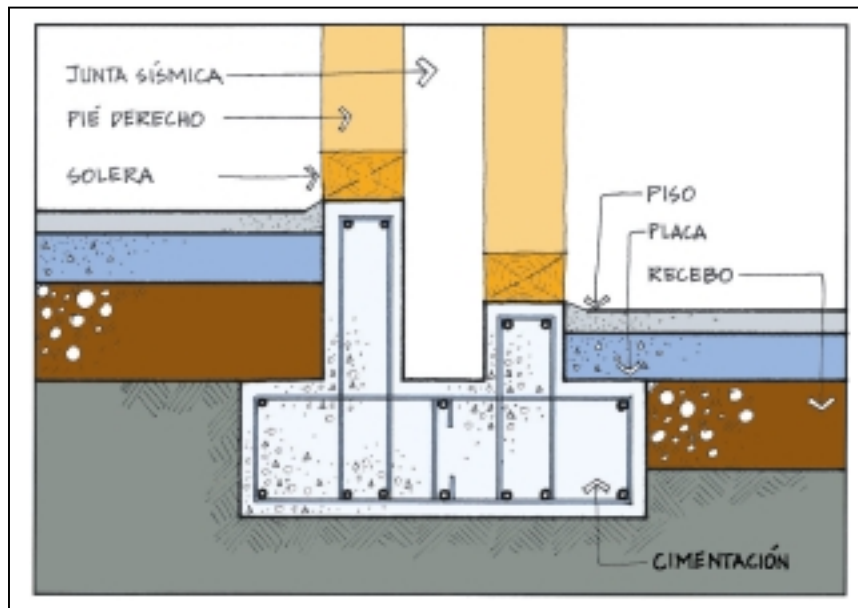
Estructura	$j$ (mm/m)
Edificación con aberturas de más del 25% de las fachadas	20
Edificación con aberturas de menos del 25% de las fachadas	15



La junta sísmica debe hacerse también entre unidades de bahareque, construidas independientemente, o entre grupos de edificaciones medianeras que excedan en longitud tres veces su anchura.



Así mismo, las edificaciones separadas por junta sísmica pueden compartir cimentaciones, pero deben separarse desde el nivel del sobrecimiento de manera que actúen independientemente. La separación puede hacerse de manera similar a como se muestra en la figura, sólo que el sistema de sobrecimientos puede hacerse con concreto o con mampostería reforzada.



## CUBIERTAS

Cuando se utilicen las cubiertas de teja de barro, se debe evitar su contacto directo con la guadua, porque transmiten la humedad por capilaridad, provocando su pudrición.

## CIELORASOS

Los cielorasos deben permitir la ventilación de cubiertas y entrepisos.

## ENCHAPES

Evitar los enchapes pesados en fachadas. En baños, se debe enchapar completamente la zona húmeda, para lo cual se recomienda colocar el enchape pegado con mortero sobre malla clavada directamente contra la guadua, sin usar esterilla. Todo enchape de fachada debe estar adecuadamente fijado para evitar que se desprenda durante los sismos.

# CAPÍTULO III

## CIMENTACIONES

## LIMPIEZA DEL TERRENO

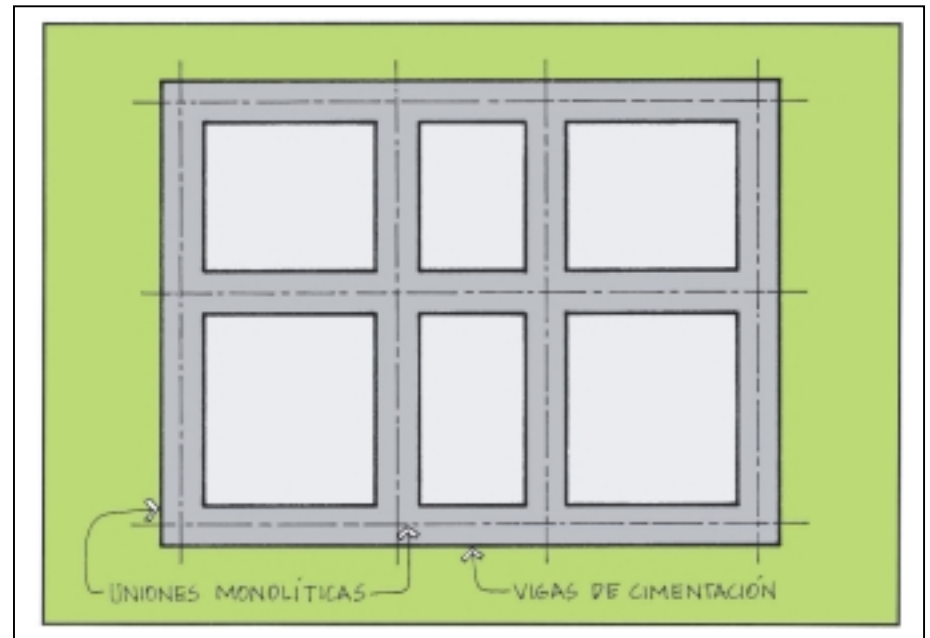
El terreno debe limpiarse de todo material orgánico y deben realizarse los drenajes necesarios para asegurar una mínima incidencia de la humedad.

## SISTEMA DE CIMENTACIÓN

El sistema debe estar compuesto por una malla de vigas que configuren anillos aproximadamente rectangulares en planta, y que aseguren la transición de las cargas de la súper estructura en forma integral y equilibrada.

Las intersecciones de las vigas de cimentación deben ser monolíticas y continuas.

Las vigas de cimentación deben tener refuerzo longitudinal positivo y negativo y estribos de confinamiento en toda su longitud. Las dimensiones y el refuerzo de los cimientos deben ajustarse a los mínimos que se presentan en la siguiente Tabla:



**Refuerzo mínimo de cimentaciones**

	UN PISO	DOS PISOS	Calidad
<b>Anchura</b>	300 mm	300 mm	$f'c = 17,25 \text{ Mpa} = 172.5 \text{ kg/cm}^2$
<b>Altura</b>	300 mm	300 mm	$f'c = 17,25 \text{ Mpa} = 172.5 \text{ kg/cm}^2$
<b>Acero longitudinal</b>	4 No. 3	4 No. 4	$f_y = 235 \text{ Mpa} = 2350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Estribos</b>	No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	$f_y = 235 \text{ Mpa} = 2350 \text{ kg/cm}^2$
<b>Bastones</b>	No. 3*	No. 4*	$f_y = 235 \text{ Mpa} = 2350 \text{ kg/cm}^2$

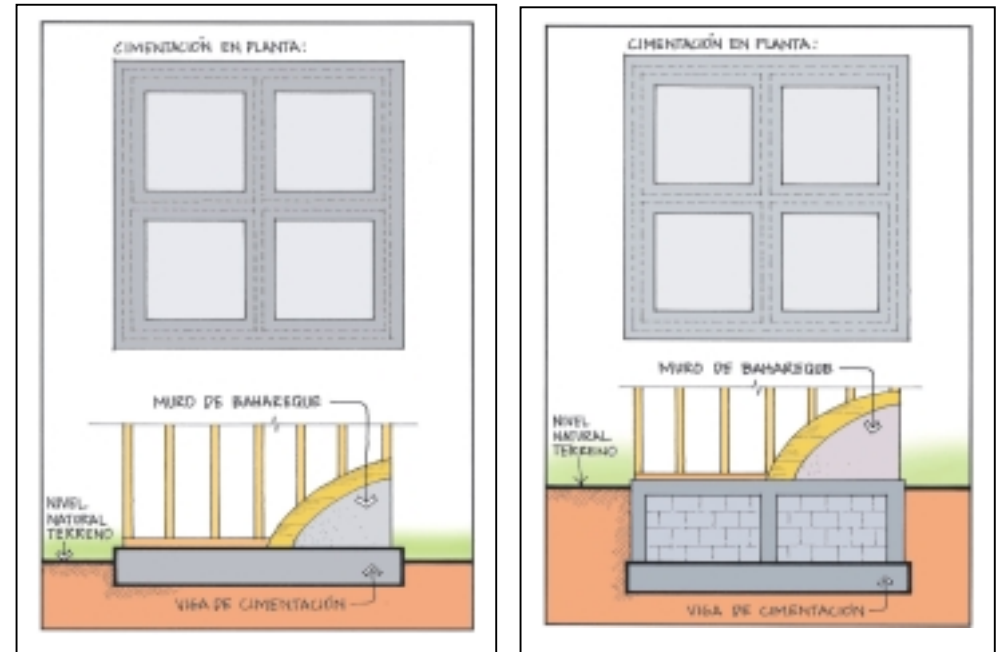
\*. Los bastones deben colocarse en los extremos de cada muro, en las intersecciones con otros muros, y en lugares intermedios, a distancias no mayores que 35 veces el espesor efectivo del muro o 4 m, lo que sea menor, anclados a la viga de cimentación con una profundidad no inferior a la mitad de su altura. Si entre la cimentación y el bahareque hay una sobrecimentación de mampostería o concreto, los bastones deben estar embebidos en ésta, por lo menos con una longitud de 300 mm.

La base de los muros de primer piso debe protegerse de la humedad con un zócalo en concreto o ladrillo.

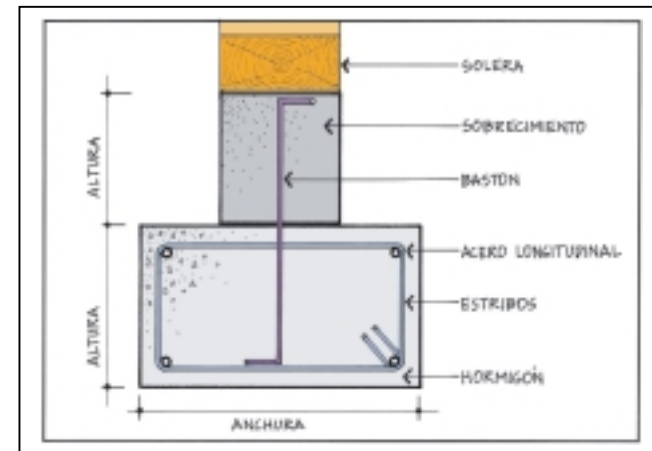
## TERRENO PLANO

En terreno plano, sobre la malla de vigas de cimentación a nivel puede iniciarse directamente la construcción de los muros de bahareque, si se garantiza que el bahareque no está en contacto directo con el suelo.

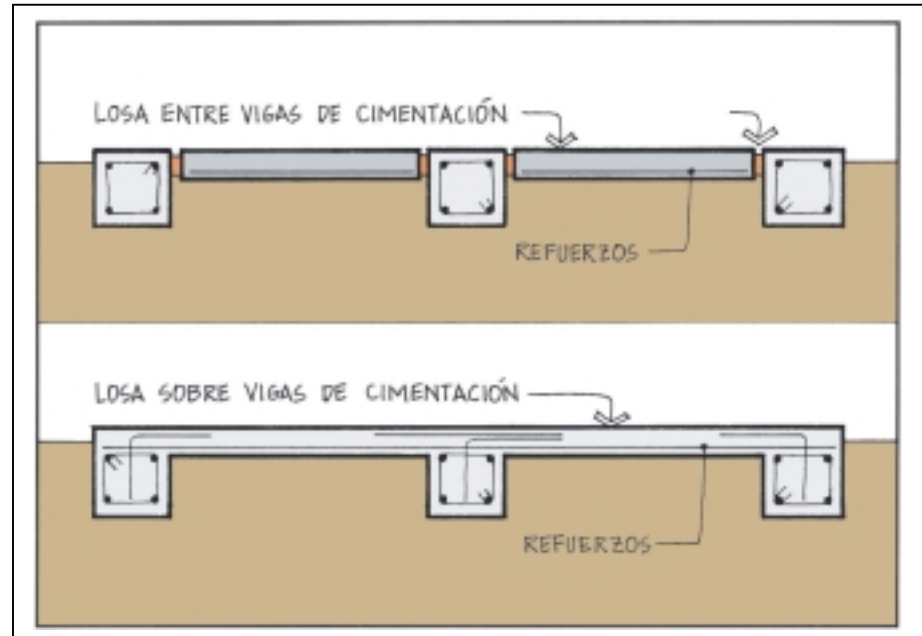
Si el nivel del suelo firme hace necesario que las vigas de cimentación estén a una profundidad en la que el bahareque quedaría en contacto directo con el suelo, debe construirse sobre ellas un sobrecimiento que puede hacerse en mampostería confinada o en concreto.



El sobrecimiento debe anclarse debidamente a la cimentación mediante barras de refuerzo



La losa de piso puede construirse entre las vigas de cimentación o sobre éstas (o entre los muros del sobre cimiento o sobre éstos, cuando es necesario construirlos). En el primer caso, la losa debe aislarse de la estructura de cimentación, mientras que en el segundo caso, debe conectarse con bastones de acero, con las mismas especificaciones dadas en la tabla anterior.





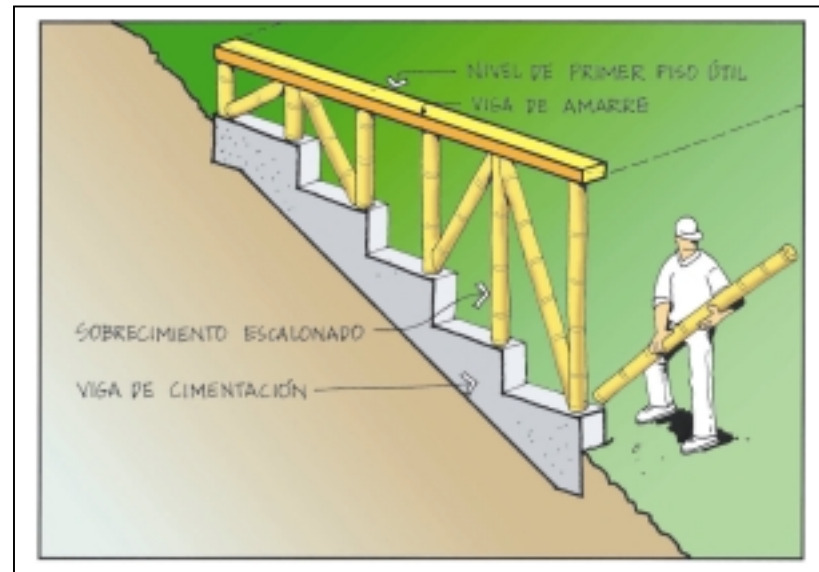
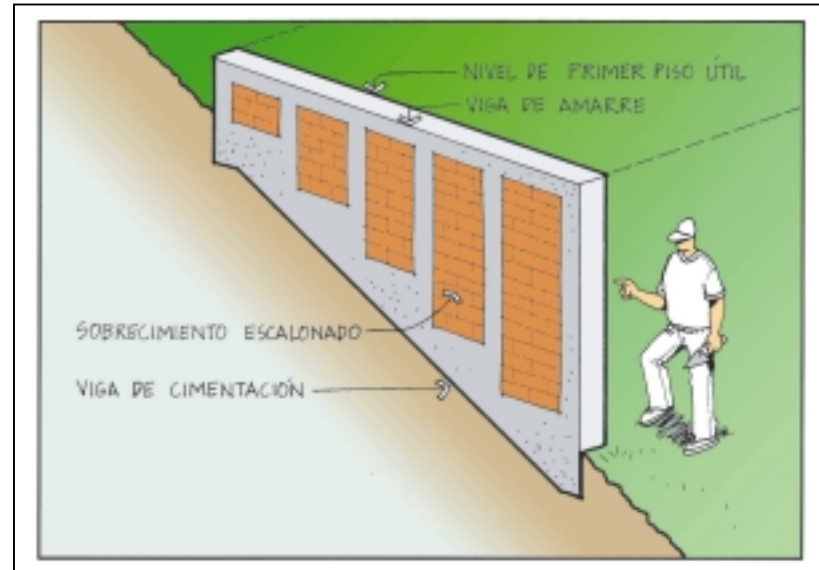
## TERRENO INCLINADO

Cuando el terreno es inclinado y su pendiente es mayor que el 5%, debe construirse un sistema de cimentación que siga la inclinación del terreno.

De tal manera, el sobrecimiento habrá de construirse con sistemas de muros estructurales con altura constante en los muros paralelos a las curvas de nivel y una altura variable o "escalonada" en los muros perpendiculares a las curvas de nivel.

La retícula de muros nace sobre las vigas de cimentación y llega hasta el nivel del primer piso útil. Los muros pueden fabricarse con mampostería confinada o con mampostería reforzada, siguiendo las requerimientos del Título D o del Capítulo 2 del Título E de las Normas NSR-98. Sobre los muros se vacia una viga de amarre. De allí en adelante, la losa tiene un detallado similar al expuesto para terreno plano.

La viga de amarre debe tener al menos cuatro barras longitudinales No 3 (3/8") ó 10 M (10 mm), dos arriba y dos abajo y estribos de barra No 2 (1/4") ó 6 M (6 mm), espaciados cada 200 mm. En las esquinas deben evitarse los dobleces en ángulo recto de la armadura a más de 50 mm de la cara exterior. La resistencia del acero no debe ser menor de 240 Mpa (2400 kg/cm<sup>2</sup>). Puede usarse acero de mayor resistencia y el diámetro de las barras puede modificarse manteniendo constante el producto del área de la barra por su resistencia. El concreto especificado para las vigas de amarre debe tener una resistencia igual o mayor que 17.5 Mpa (175 kg/cm<sup>2</sup>).



## INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.

Las instalaciones hidrosanitarias no deben atravesar los elementos estructurales de cimentación. Para ello, las tuberías pueden pasarse por debajo de la cimentación, si es factible, o a través de los muros de sobrecimiento, impermeabilizando adecuadamente los puntos de paso.

Cuando no exista otra alternativa que atravesar un elemento estructural con una tubería, debe cumplirse con las siguientes condiciones:

- a) El diámetro del tubo que atraviesa no debe ser mayor de 150 mm.
- b) El tubo se debe ubicar en el tercio central del elemento de concreto reforzado.
- c) Las perforaciones en los elementos de cimentación no pueden tener alturas mayores de 150 mm ni longitudes mayores de 300 mm.
- d) Para tuberías que exijan aberturas mayores que el 50% de la altura proyectada para el elemento, ésta debe modificarse de manera que la abertura no exceda este límite en la altura del elemento modificado..
- e) En perforaciones de altura superior o longitud superior a 150 mm, se deben colocar dos estribos adicionales a cada lado de la perforación a 50 mm de

la misma y espaciados de 100 mm uno de otro. No se requiere colocar refuerzo longitudinal adicional.

Se pueden perforar las vigas de amarre con tuberías de diámetro menor o igual a 60 mm sin requisitos especiales.

Cuando las instalaciones hidrosanitarias se ubiquen por debajo del sistema de cimentación, la distancia vertical entre el fondo de la malla y el borde superior de la tubería debe ser mayor de 100 mm.

En la elaboración del concreto ciclópeo puede utilizarse agregado pétreo con un tamaño máximo igual a la mitad del ancho de la sección del ciclópeo, pero no mayor que 250 mm. El concreto que conforma la matriz del ciclópeo debe ser de las mismas características del concreto de la viga de corona.

## ESPECIFICACIONES ESPECIALES

### ♦ Juntas

El estudio geotécnico debe indicar la localización de las juntas en la cimentación. En ausencia de estudio geotécnico, las juntas entre casas deben hacerse a distancias no mayores de 30 m. La separación neta de la junta no debe ser inferior a 25 mm por cada piso de construcción,

#### ◆ Suelos Compresibles

Cuando los suelos sean excesivamente compresibles, de capacidad inferior a la establecida en la sección E.5.1.4 (d) de las Normas NSR-98, se puede utilizar alguna de las propuestas del Título E, si previamente se ha realizado una plataforma de suelo mejorado, compactada mecánicamente, mínimo en 3 capas de 100 mm a una densidad Proctor del 90%.

#### ◆ Construcciones en Ladera

Cuando los desniveles entre el suelo y el espacio de la vivienda exijan sistemas de contención, estos se deben diseñar atendiendo

las disposiciones del Título H de las Normas NSR-98 y disponiendo los elementos adicionales requeridos para resistir las cargas laterales allí especificadas.

Para pendientes superiores al 20% debe garantizarse la estabilidad en la cimentación, empleando procedimientos tales como pilares en concreto ciclópeo de sección circular, dispuestos en las esquinas del borde inferior de ladera, a distancias menores de 5 m entre centros y anclados no menos de 1 m en el suelo natural. La esquina de la malla de cimentación correspondiente a cada pilar se debe anclar mediante 4 barras del No. 4 (1/2") o 12 (12mm) formando una canastilla de 150 mm x 150 mm que debe penetrar en el pilar al menos 500 mm y anclarse en los elementos de la malla de cimentación.

# CAPÍTULO IV

## MUROS

## MUROS

Los muros de una casa de uno o dos pisos de bahareque encementado dentro del alcance del presente Manual, se clasifican en tres tipos.

### ◆ Muros estructurales arriostrados

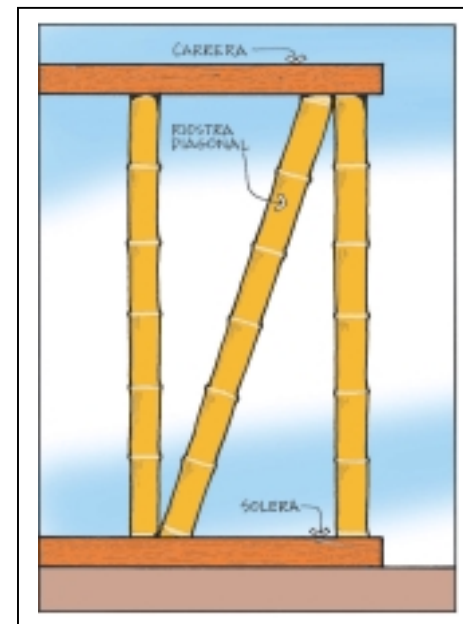
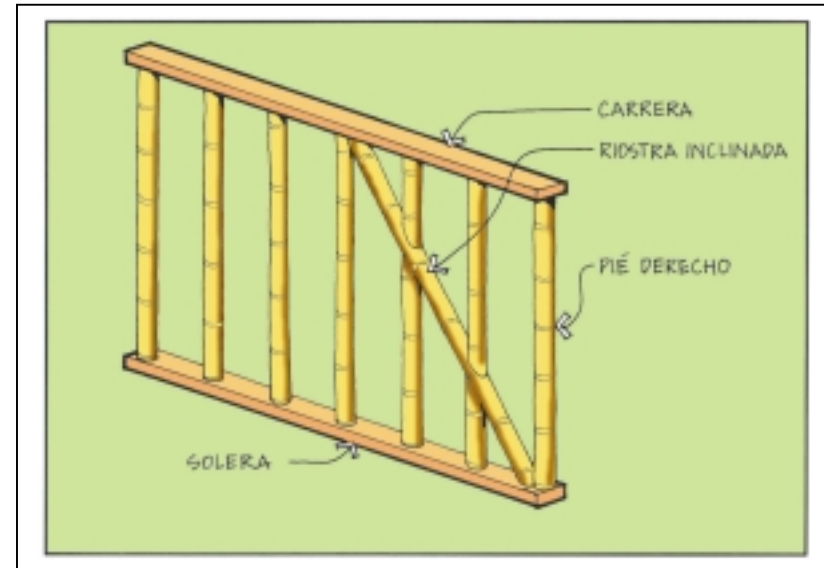
Son los compuestos por solera inferior, solera superior o carrera, pie derecho, elementos arriostradores inclinados y recubrimiento con base en mortero de cemento, con o sin esterilla de guadua, colocado sobre malla de alambre.

Además de recibir cargas verticales, resisten fuerzas horizontales de sismo o viento. Las esquinas de la casa y los extremos de cada muro deben estar constituidos por muros estructurales arriostrados, en ambas direcciones.

Los muros estructurales deben tener continuidad desde la cimentación.

### ◆ Muros estructurales no arriostrados

Compuestos por solera inferior, solera superior o carrera, pie derecho y recubrimiento con base en mortero de cemento, con o sin esterilla de guadua, colocado sobre malla de alambre. Carecen de elementos inclinados de arriostramiento .



Deben utilizarse para recibir sólo cargas verticales. Se recomiendan en dos direcciones no esquineros, y son los que se deben usar para situar puertas y ventanas.

Tanto los muros cargueros arriostrados como los no arriostrados deben construirse coincidiendo con la malla de vigas de cimentación.

Los muros estructurales deben tener continuidad desde la cimentación.

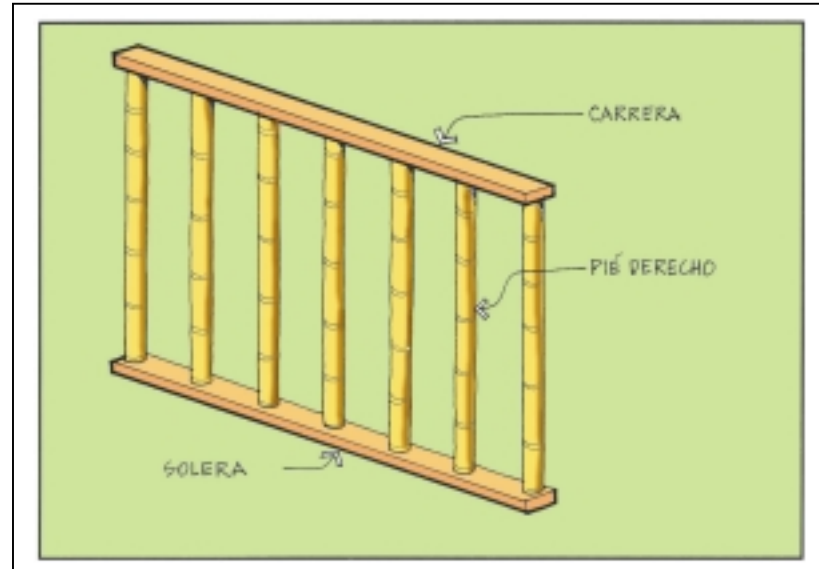
### ◆ Muros No Estructurales

Los muros que no deben soportar otra carga que su propio peso se conocen con el nombre de muros no estructurales. No tienen otra función que la de separar espacios dentro de la vivienda. Los muros no estructurales interiores deben vincularse con los muros perpendiculares a su plano y con los diafragmas.

### Conformación

Los muros de bahareque encementado se conforman con un entramado de guaduas y/o madera compuesto por elementos horizontales llamados soleras (la solera superior también se llama carrera), elementos verticales llamados pié derechos, y recubrimiento de mortero de cemento.

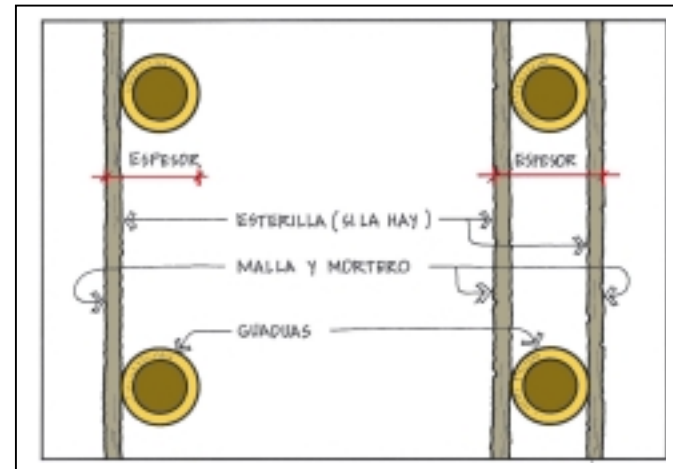
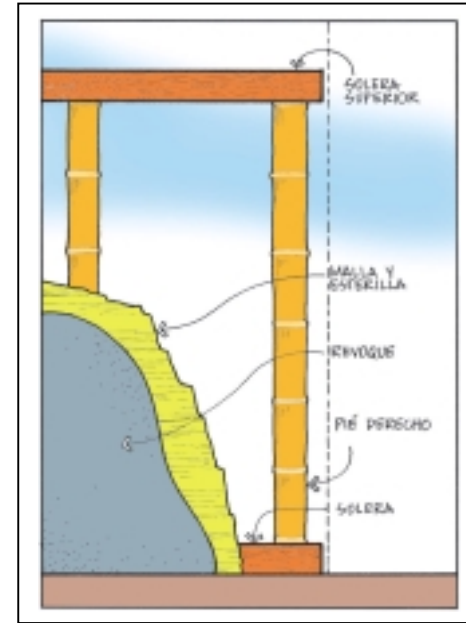
El recubrimiento de mortero se aplica sobre una malla de alambre delgado (como malla de pollo o malla cuadrada) o sobre malla de lámina expandida como la que se utiliza para revoques.



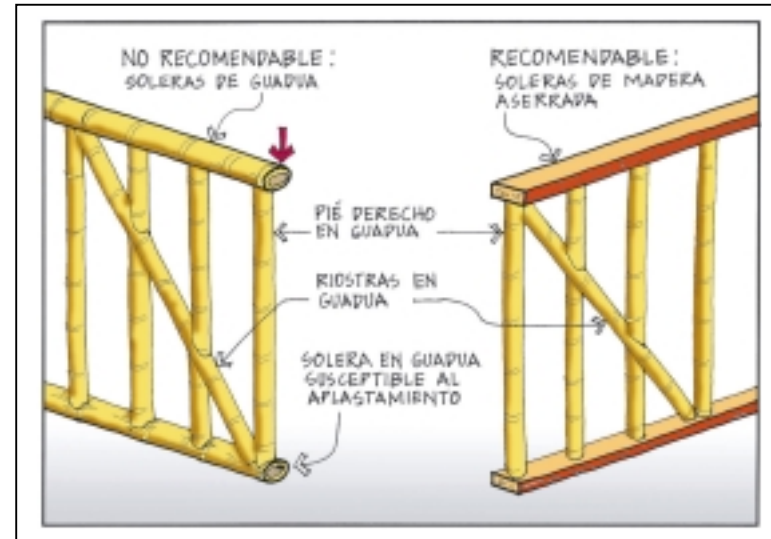
La malla se puede clavar directamente sobre las guaduas o sobre esterilla de guadua que, a su vez, se clava contra las guaduas.

El espesor de los muros estructurales recubiertos por dos lados se calculará con base en el diámetro promedio de las guaduas que lo conforman más el espesor de los recubrimientos de cada lado, constituidos por la esterilla (si la hay), la malla de alambre y la primer capa de mortero en la que se embebe la malla, antes de la capa de acabado.

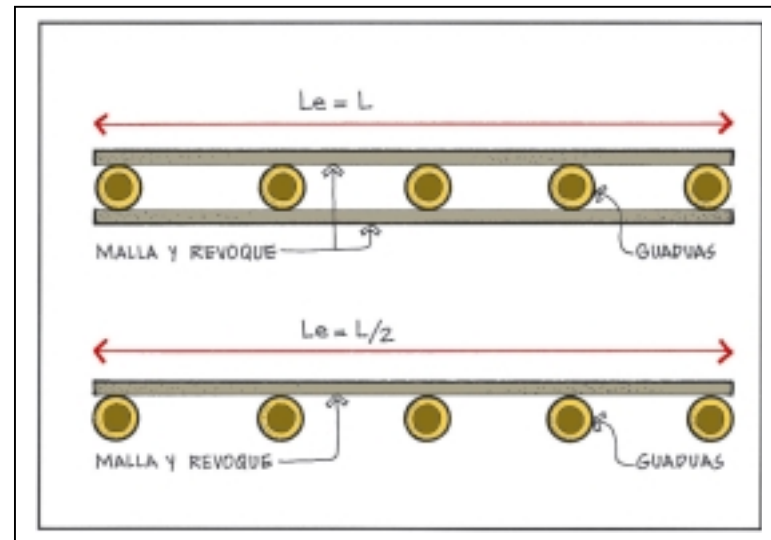
Para muros con recubrimiento por sólo un lado, se calculará de manera similar, pero con un solo recubrimiento.



Las soleras tendrán un ancho mínimo igual al diámetro de las guaduas usadas como pie derecho. Se recomienda construir las soleras, inferior y superior de cada muro en madera aserrada, ya que sus uniones permiten mayor rigidez y son menos susceptibles al aplastamiento que los elementos de guadua.



En lo posible, los muros de bahareque encementado deben tener recubrimiento por ambos lados. Si no es posible, la longitud efectiva del muro con recubrimiento por un solo lado debe considerarse como la mitad de la longitud total real del muro.



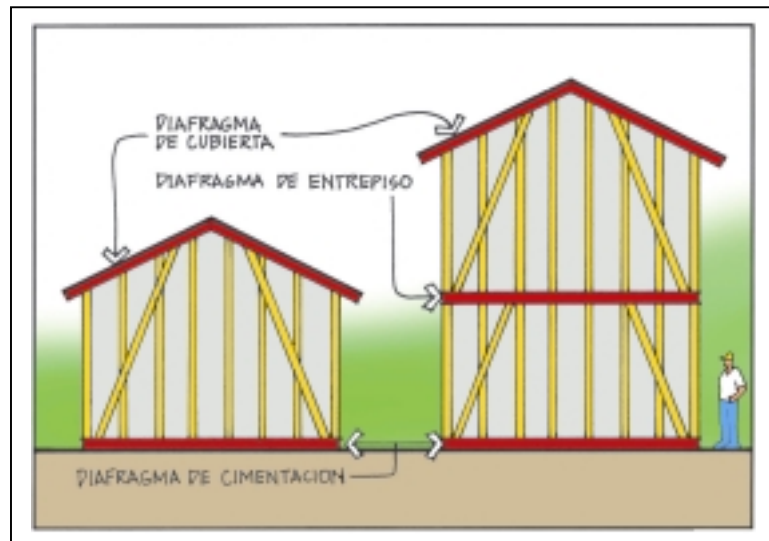
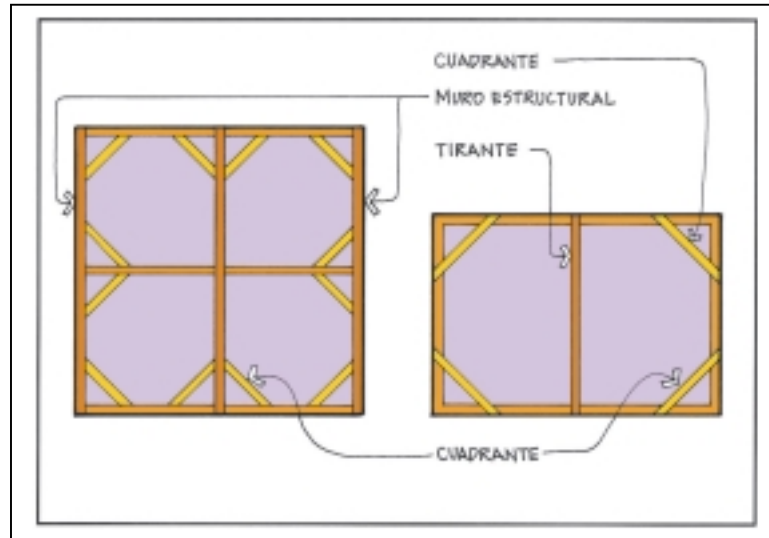


## ◆ Diafragmas

Las soleras deben conformar conjuntamente con los entrepisos y las estructuras de la cubierta un diafragma que traslade las cargas horizontales a los muros estructurales. Debe tenerse especial cuidado en las uniones o vínculos entre los muros y los diafragmas (ver Capítulo 8 - Uniones).

Para garantizar el efecto de diafragma, sobre los muros, en el nivel de solera superior, deben colocarse tirantes y cuadrantes que aseguren el trabajo de los muros estructurales como un sistema íntegro. Los cuadrantes bastan cuando los espacios rectangulares entre muros no superan relaciones de 1:1,5 entre lado menor y lado mayor; para relaciones mayores, debe ponerse tirantes que dividan los espacios rectangulares en espacios con relaciones menores de 1:1,5.

Los diafragmas deben existir en los niveles de entrepisos y de cubierta.



◆ Longitud de muros en cada dirección

Para repartir en forma uniforme la capacidad para resistir las fuerzas sísmicas, los muros estructurales que se dispongan en cada una de las direcciones principales deben cumplir con las siguientes condiciones.

**Longitud Mínima:**

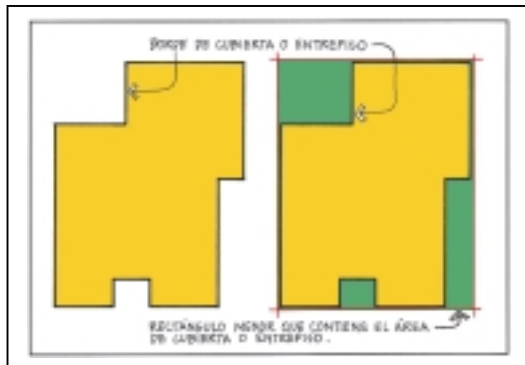
La longitud de muros en cada dirección debe satisfacer la siguiente ecuación:

$$L_i \geq 0.17A_p$$

donde:

$L_i$  : Longitud total de muros continuos, sin aberturas, en la dirección  $i$ .

$A_p$ : Área de la cubierta, para viviendas de un piso, y el área del entrepiso o el área de la cubierta, para cada nivel en viviendas de dos pisos.



Rectángulo menor que contiene el área de cubierta o entrepiso

◆ Simetría de la distribución de los muros:

Los muros deben estar distribuidos de manera aproximadamente simétrica. Por lo tanto, debe cumplirse con la siguiente relación:

$$\left[ \frac{\sum (L_{mi} b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right] \leq 0.15 B$$

donde:

$L_{mi}$ : Longitud de cada muro en la dirección  $i$ .

$b$ : La distancia perpendicular desde cada muro, en la dirección  $i$ , hasta un extremo del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso.

$B$ : El lado, perpendicular al muro, del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso.

# CAPÍTULO V

# ENTREPI SOS

## GENERALIDADES

El entrepiso debe soportar las cargas verticales establecidas en el Título B de las Normas NSR-98. Debe poseer suficiente rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma.

El entrepiso no debe fabricarse con una losa de concreto, sino que debe consistir en:

- (a) Largueros, viguetas o alfardas que soportan el recubrimiento o piso.
- (b) El recubrimiento que debe resistir la fuerza cortante y que puede hacerse de esterilla de guadua, alambón y mortero de cemento, malla expandida, alambón y mortero de cemento, o de tablas de madera.
- (c) Las soleras o carreras, que enmarcan el diafragma y forman parte del sistema de resistencia en su plano.

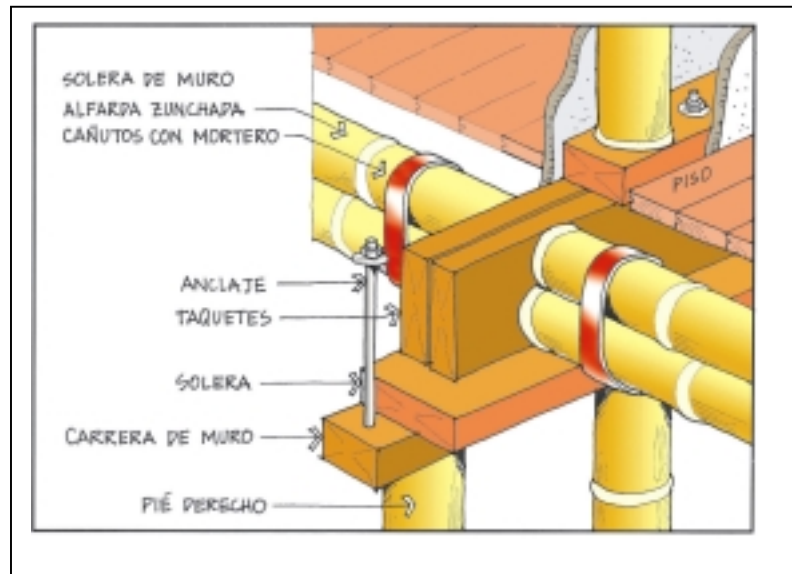
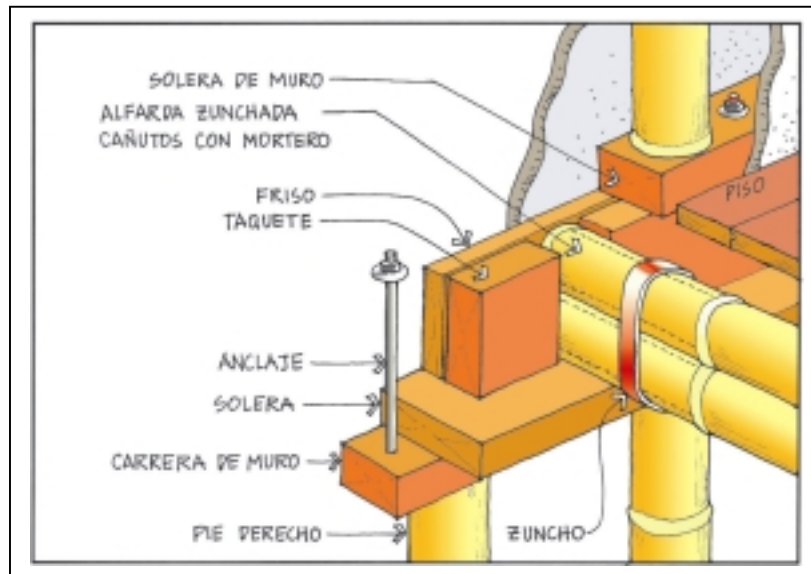
Como se señala en el Capítulo 4, los entrepisos deben formar un diafragma que trabaje como un conjunto. Para ello, los elementos del entrepiso deben estar debidamente vinculados para asegurar el trabajo del conjunto. Sin embargo, no es necesario que el entrepiso funcione como un diafragma rígido.

### ◆ Conformación

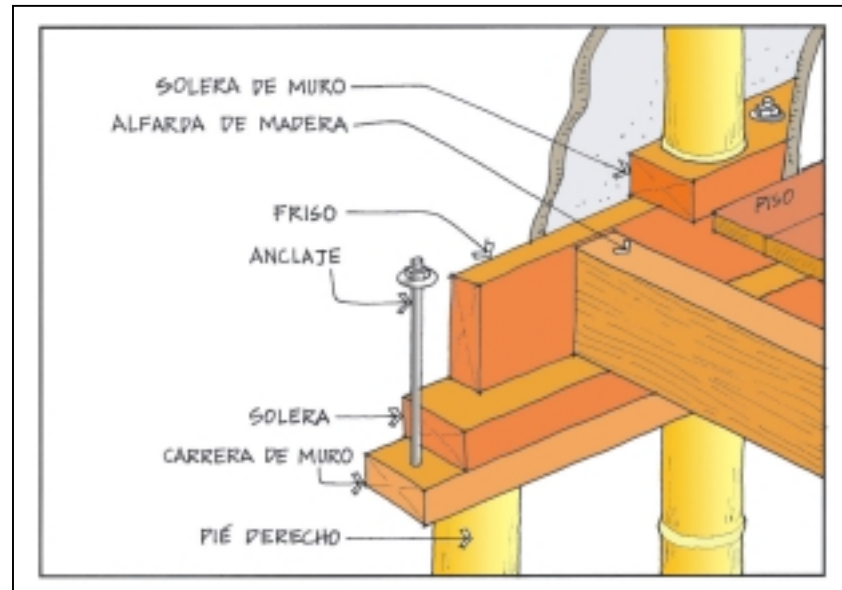
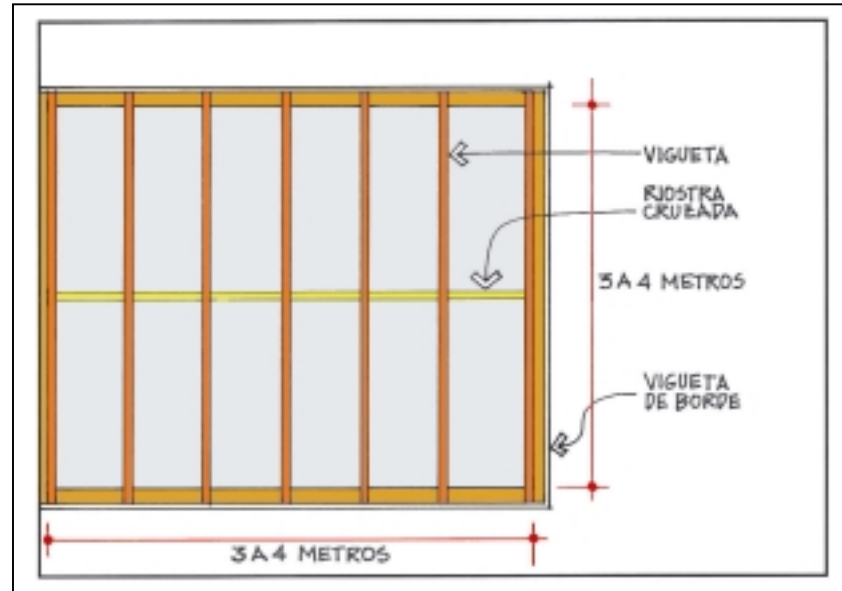
En la construcción con bahareque encementado, se sugiere que el entrepiso o, por lo menos las soleras o carreras, se construyan con madera densa. Sin embargo, en el caso de construir la estructura de entrepiso en guadua, deben colocarse guaduas dobles, una encima de la otra, zunchadas entre sí, haciendo de largueros a distancias, centro a centro entre 30 y 40 cm. Debe colocarse, como friso de borde, una vigueta de madera de sección vertical equivalente a la altura de las dos guaduas que constituyen los largueros y secciones de vigueta entre cada par de guaduas; de tal manera que se reduzca el riesgo de aplastamiento de las guaduas. Los cañutos donde se apoyan las guaduas y los que entren en contacto con los muros deben llenarse con mortero de cemento.

Como recubrimiento de piso puede usarse un mortero de cemento reforzado con malla electro soldada D50 o equivalente, es decir, que aporte alrededor de 0,5 cm<sup>2</sup> de área de acero, por metro lineal de malla. Sobre el mortero mineral se deben colocar acabados livianos como colorantes integrados, pinturas o baldosas de vinilo. No debe utilizarse baldosas de cemento u otros pisos pesados y rígidos.

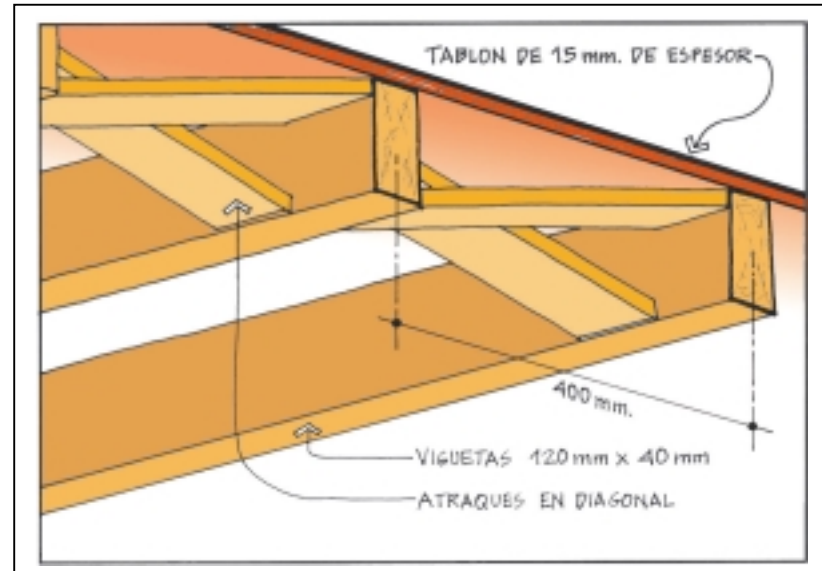
◆ Detalles de entrepiso con viguetas de guadua sobre muros de soleras en madera



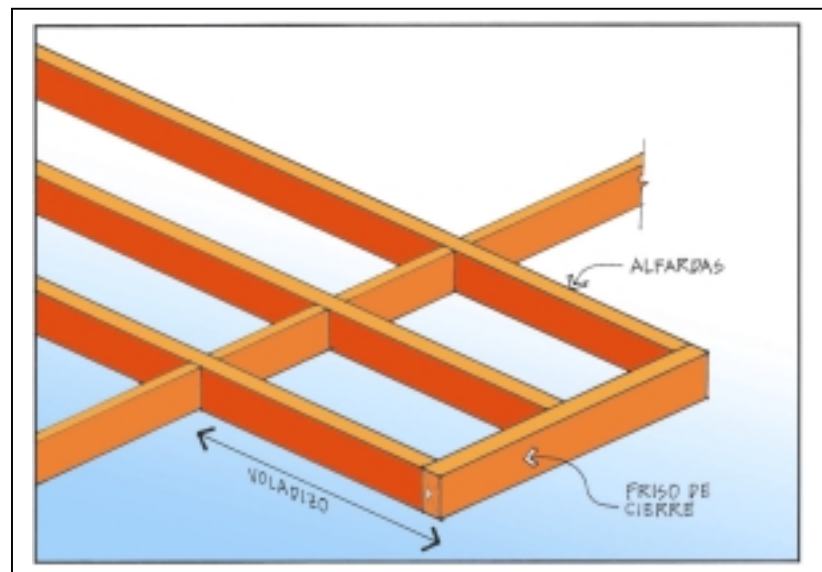
Si el entrepiso se construye con madera aserrada, los largueros deben ser mínimo de sección transversal de 12 cm x 4 cm, para luces máximas de 4 m, separados máximo a 40 cm (centro a centro). El recubrimiento puede ser de listones o tablones de madera de 15 mm de espesor mínimo.



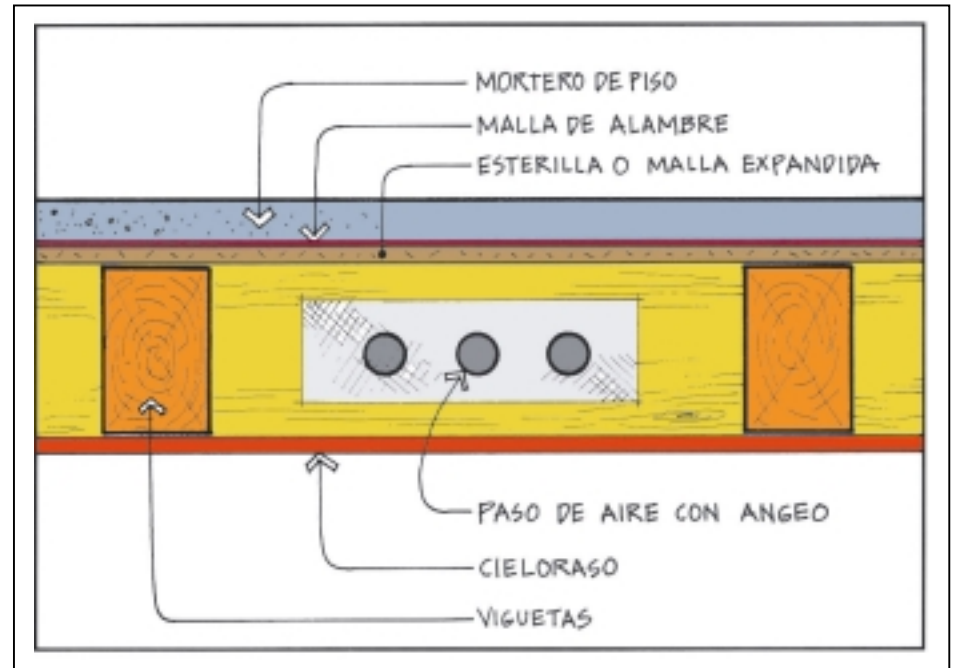
Se requieren atraques intermedios para evitar la flexión de los largueros en su mismo plano.



Los voladizos deben construirse con elementos continuos, de madera o guadua.



Si se construye cielo raso debajo de la estructura de entrepiso, debe facilitarse una corriente de aire en los espacios interiores.



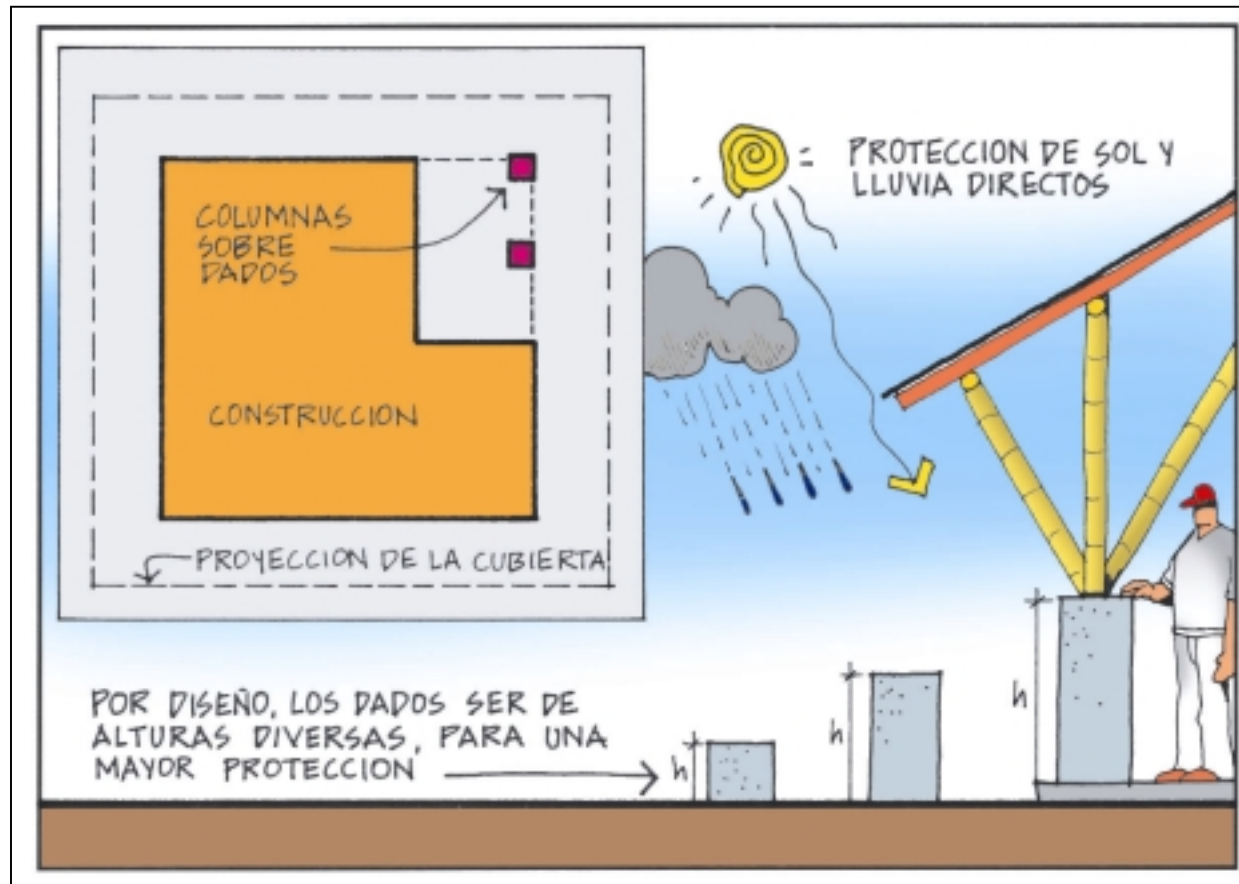


# CAPÍTULO VI

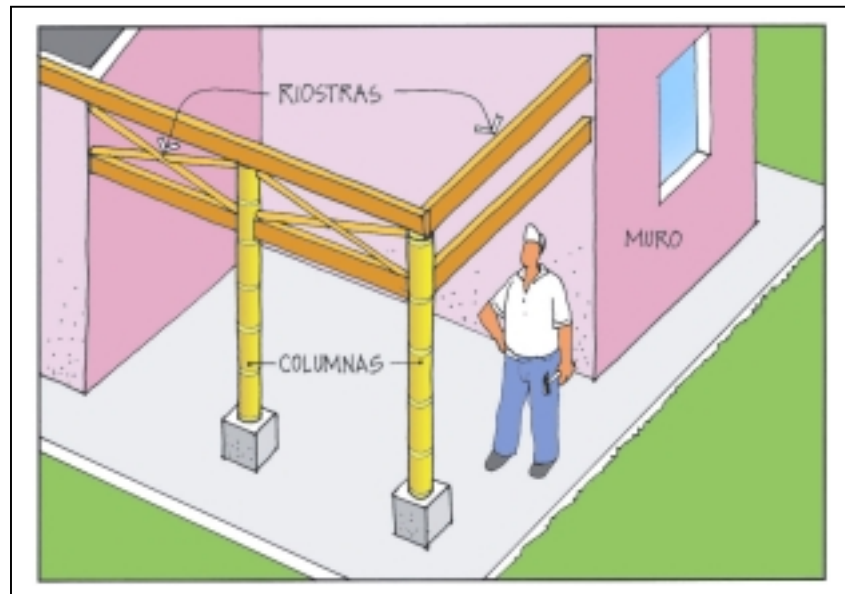
## COLUMNAS

## GENERALIDADES

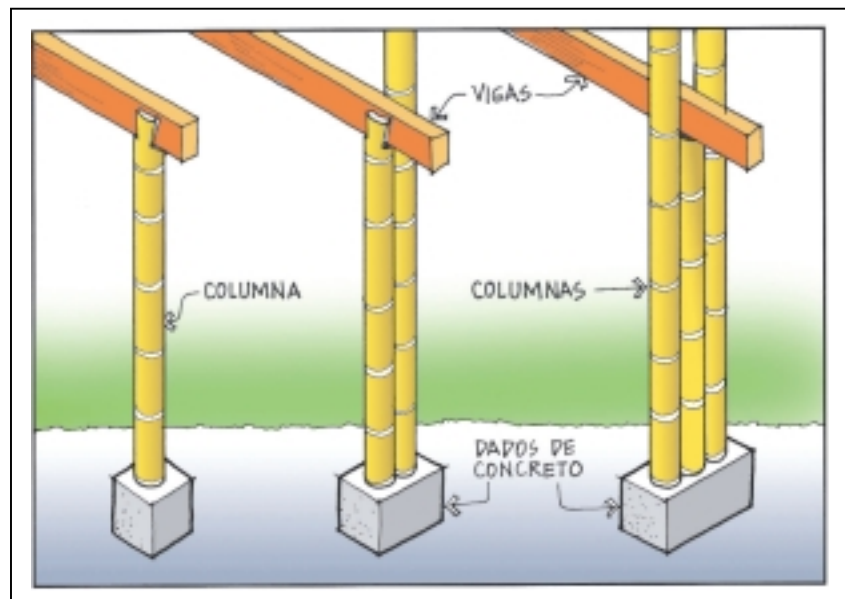
Deben diseñarse para cargas verticales u oblicuas. Pueden construirse en guadua, evitando la acción directa del sol y del agua. Necesariamente deben aislarse del piso por medio de un dado y una unión.



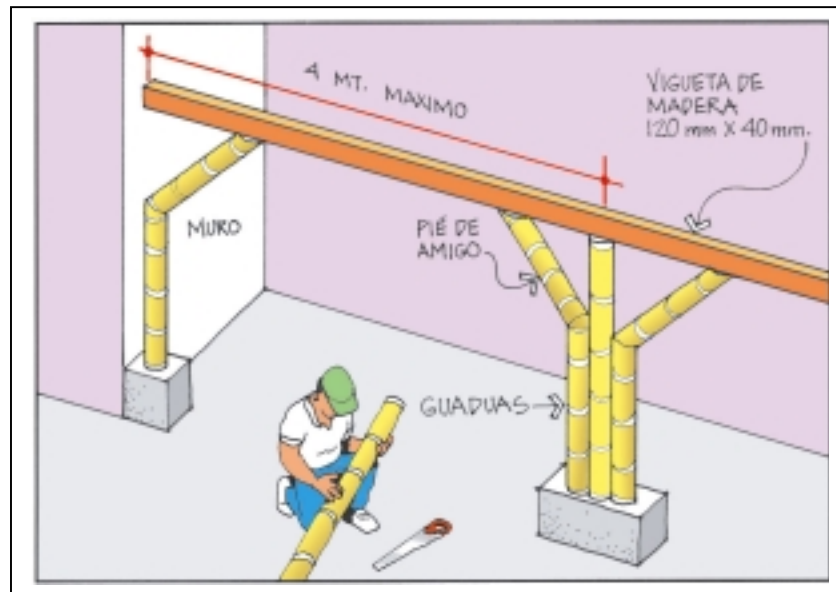
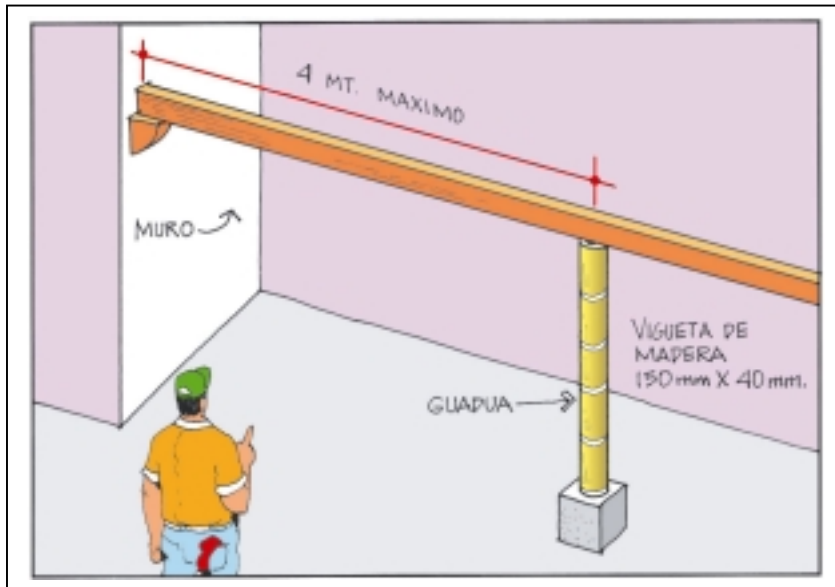
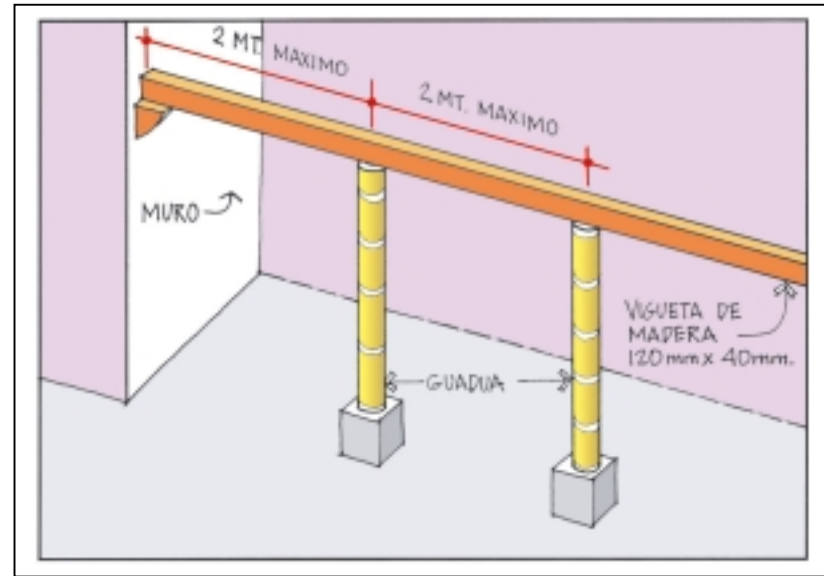
Las columnas de guadua deben estar debidamente vinculadas a las partes de obra que le son correspondientes, base-columna, columna-superficie de muro, columna-cubierta.



Las columnas deben arriostrarse entre sí y con los muros estructurales vecinos



Dependiendo de las cargas, luces y proporciones de la edificación, pueden conformarse columnas con una, dos o más guaduas.



# CAPÍTULO VII

## CUBIERTAS

## CUBIERTAS

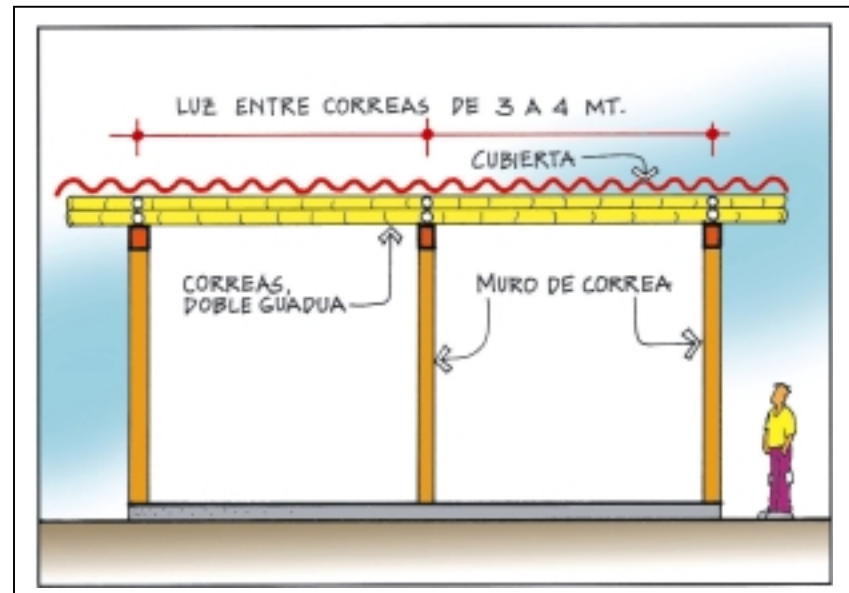
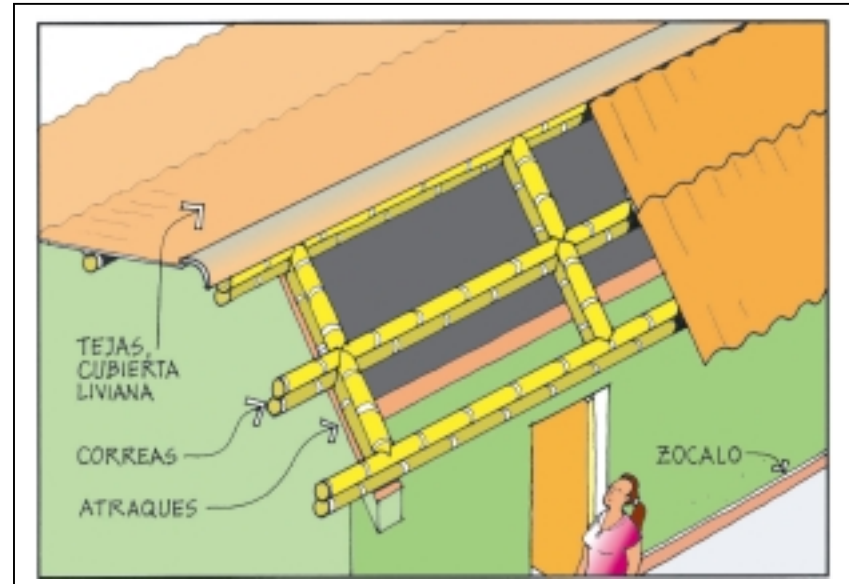
Los elementos portantes de la cubierta deben conformar un conjunto estable para cargas laterales, para lo cual tendrán los anclajes y arriostramientos requeridos.

Las correas o los elementos que transmitan las cargas de cubierta a los muros estructurales de carga, deben diseñarse para que puedan transferir las cargas tanto verticales como horizontales y deben anclarse en la carrera o solera superior que sirve de amarre de los muros estructurales.

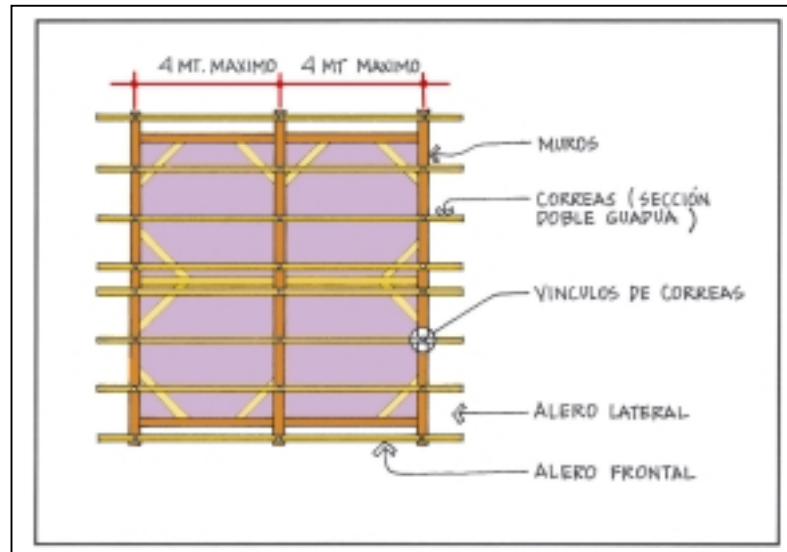
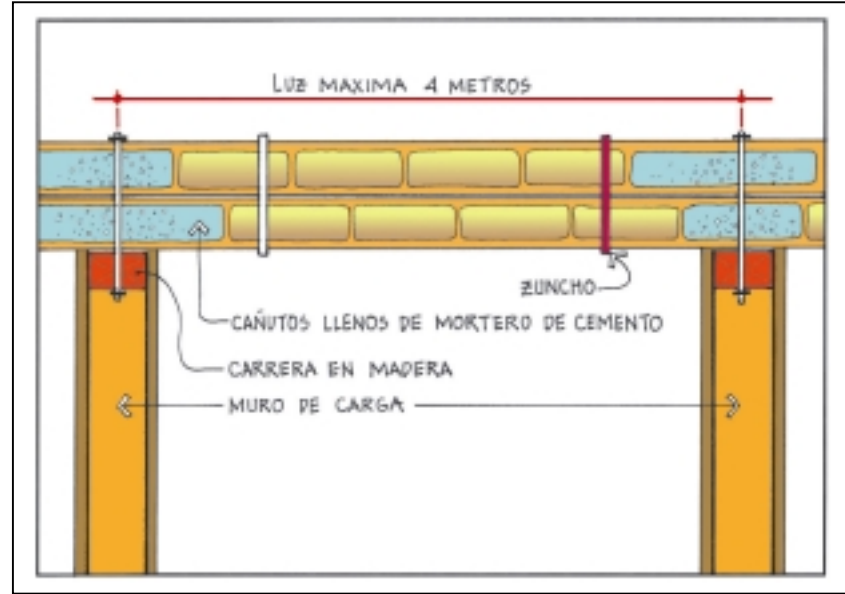
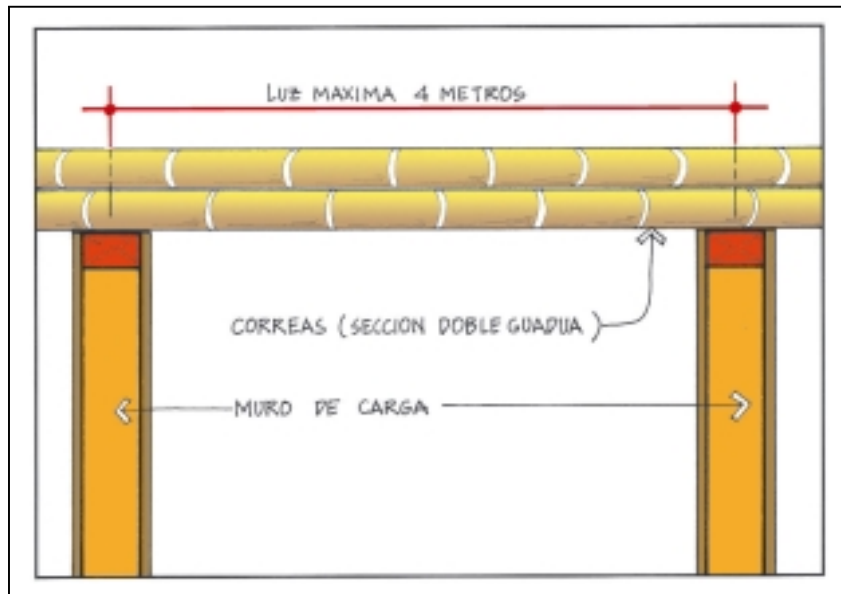
Las correas pueden construirse en madera aserrada o guadua.

Cuando las correas se construyen en guadua, los cantos en contacto directo con el muro deben rellenarse de mortero de cemento fluido.

Cuando se utilicen cubiertas de teja de barro, debe evitarse su contacto directo con la guadua, mediante un aislamiento impermeable, pues estas transmiten la humedad por capilaridad provocando pudrición de las correas.



CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS DE BAHAREQUE ENCEMENTADO



# CAPÍTULO VIII

## UNIONES



## UNIONES

Todos los miembros y elementos estructurales deberán estar anclados, arriostrados, empalmados e instalados de tal forma que garanticen la resistencia y fluidez necesarias para resistir las cargas y transmitir las con seguridad

El presente capítulo enumera algunas uniones entre elementos constitutivos del sistema constructivo con guadua y madera. Estas uniones han sido experimentadas con clavos, pernos, varillas y pletinas. Otras diferentes pueden utilizarse, siempre y cuando se pueda garantizar la rigidez diseñada.

### ◆ Uniones clavadas

Las uniones clavadas se reservan para esfuerzos muy bajos entre elementos de madera aserrada y guadua, como por ejemplo de piederecho a solera en muro. No se recomiendan, expresamente, para la unión de dos o más elementos rollizos de guadua. La penetración y el impacto de los clavos producen fisuración de la guadua debido a la preponderancia de fibras longitudinales. Las uniones clavadas deben usarse sólo para ajuste temporal del sistema durante el armado y no deben tenerse en cuenta como conexiones resistentes entre elementos estructurales.

### ◆ Uniones pernadas

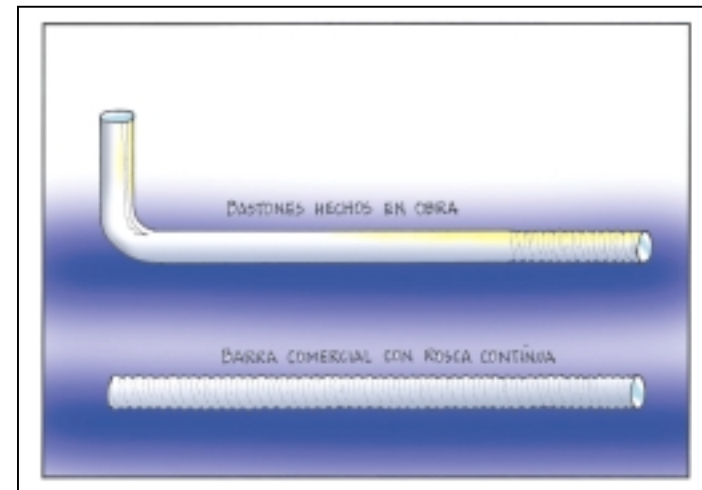
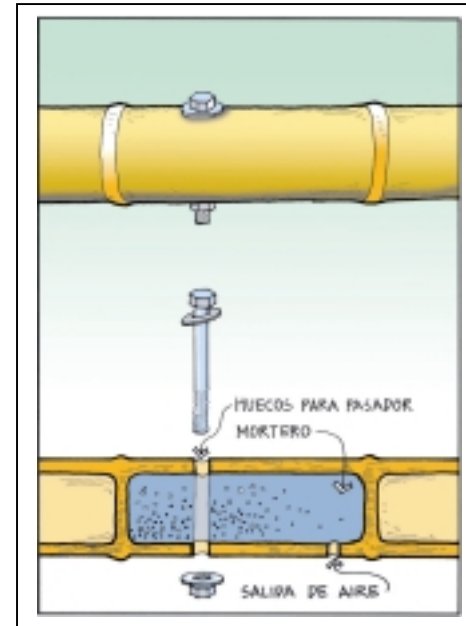
Cuando sea necesario perforar la guadua para introducirle pernos, debe usarse taladro de alta velocidad y evitar impactos.

Todos los cañutos a través de los cuales se atraviesen pernos o barras deben rellenarse con mortero de cemento.

El mortero debe ser lo suficientemente fluido para penetrar completamente dentro del cañuto. Puede prepararse el mortero de relleno, por volumen, utilizando una relación 1 a 0,5 entre el cemento y el agua y sin exceder la relación 4 a 1 entre el agregado fino y el cemento.

Para vaciar el mortero se perfora la guadua con taladro y se coloca con un embudo o con una pequeña bomba casera.

Los pernos pueden fabricarse con barras de refuerzo roscadas en obra o con barras comerciales de rosca continua.



### ◆ Uniones zunchadas

Las uniones zunchadas pueden utilizarse para fabricar conexiones articuladas. Para conexiones que deban resistir tracción, la pletina debe diseñarse para garantizar que no es el vínculo débil de la unión. La unión no debe trabajar, en total, con más de 10 kN (1000 kg) de esfuerzo de tracción.

### ◆ Uniones estructurales

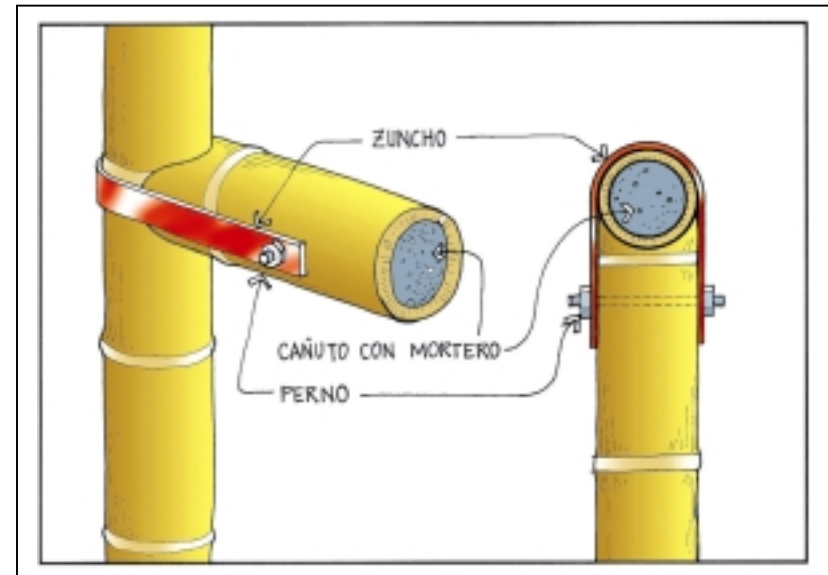
Una vez se fabrica el bahareque, el material compuesto no depende de la resistencia de las uniones de las guaduas, sino de su rigidez. De tal manera, las uniones entre los elementos de guadua dentro de los muros de bahareque resultan secundarias y pueden ser simplemente clavadas entre sí.

Sin embargo, las uniones entre elementos de bahareque y entre componentes de bahareque con la cimentación y con la cubierta deben cumplir funciones estructurales, tanto de rigidez como de resistencia.

Las uniones entre componentes se clasifican en:

#### Unión Cimiento-Muro

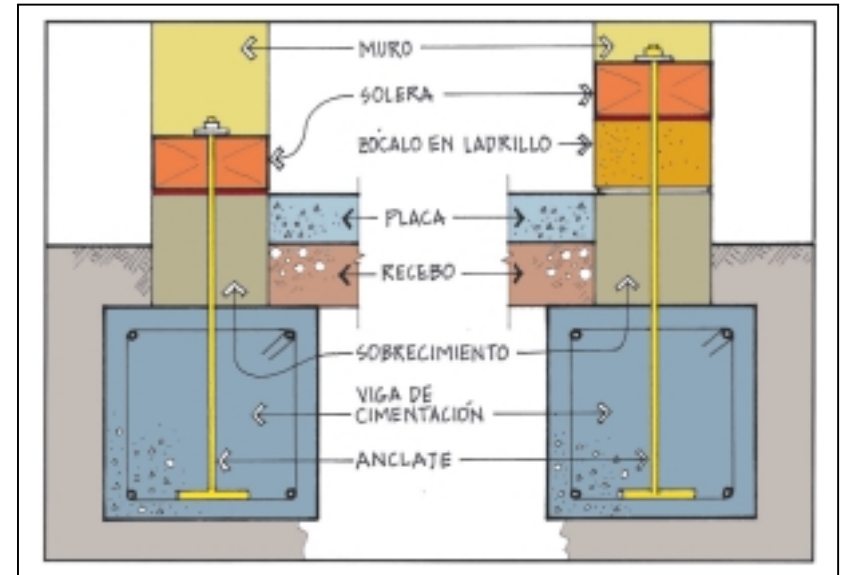
Los muros deben estar conectados efectivamente con la cimentación, sea directamente con las vigas de cimentación o con los sobrecimientos. Los muros de bahareque encementado



pueden fabricarse utilizando solamente elementos de guadua o combinando madera aserrada con elementos de guadua. De hecho, como se ve en el Capítulo 4, se recomienda que las soleras de los muros sean de madera aserrada.

### Unión con soleras de madera aserrada

Cuando se utiliza madera aserrada para las soleras, la conexión con los cimientos o los sobrecimientos se realiza con barras roscadas que atraviesan las soleras y se anclan con tuercas y arandelas. La madera debe separarse del concreto o de la mampostería con papel impermeable u otra barrera similar.

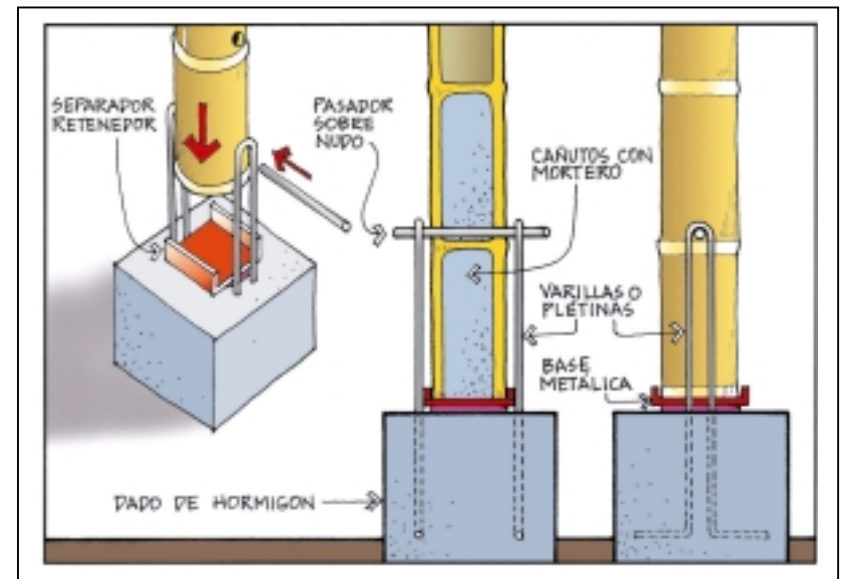


### Unión con soleras de guadua

Para muros fabricados sólo con elementos de guadua, los muros deben conectarse a los cimientos utilizando los elementos verticales, tal como se haría para conectar columnas de guadua.

La guadua no debe estar en contacto directo con el suelo, la mampostería o el concreto. De tal manera, la guadua se apoya sobre un separador de metal u otro material impermeable.

Las fuerzas de compresión se transmiten a través del separador, por lo que debe apoyarse en forma continua contra la cimentación. Las fuerzas de tracción se transmiten a través de conexiones pernadas. Un perno atraviesa el primer o el segundo cañuto de la guadua. El cañuto atravesado y cualquier cañuto por debajo de éste, deben rellenarse con mortero. El



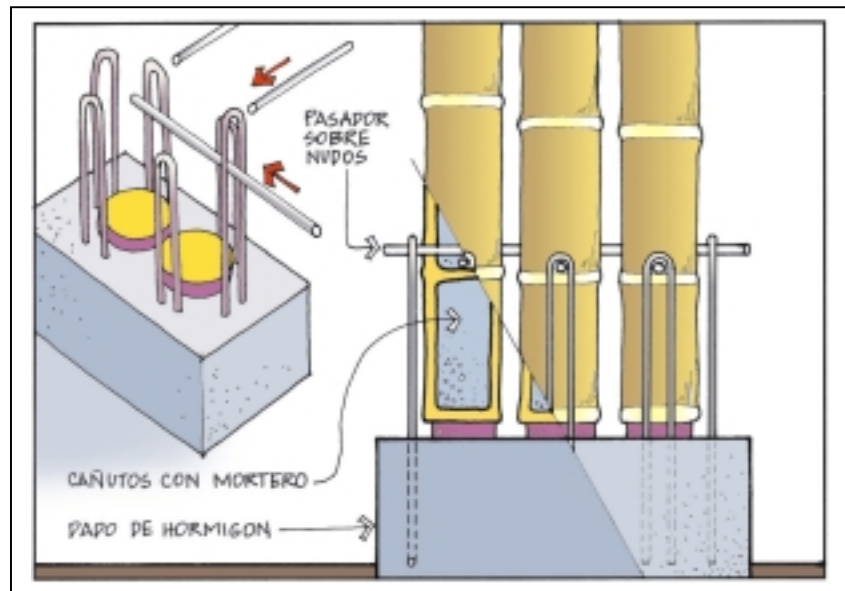
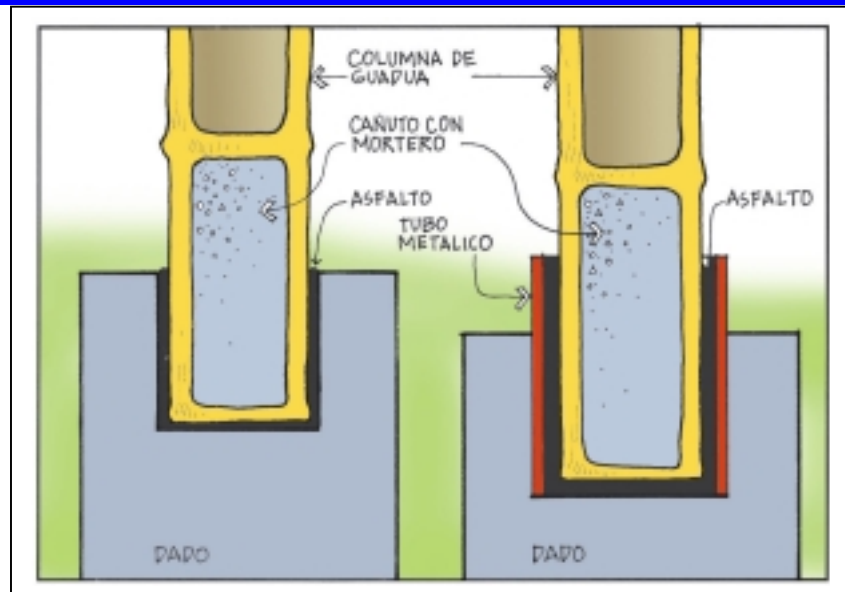
añuto debe tener un nudo en su extremo inferior. El perno se ancla al cemento a través de pletinas o barras con ojales, o barras dobladas. Esta conexión resiste tracción. No es apropiada para resistir momento. Por lo tanto, no es necesario atravesar pernos en abas direcciones.

El separador debe actuar como elemento resistente a corte, es decir, como tope para el movimiento horizontal entre el muro y el cemento. Para ello, el separador debe abrazar el elemento de guadua. Debe existir un separador-retenedor por lo menos cada 4 m, o en las esquinas de muros, o en los bordes de aberturas para puertas. El separador-retenedor debe ser una pletina de acero con, por lo menos, 3,2 mm de espesor y la misma anchura de la guadua que retiene.

Un separador más eficiente para cortante es un tubo dentro del cual se empotra la guadua. EL tubo, a su vez, está empotrado en el concreto del cemento.

Cuando no se requiere que la conexión resista tracción ni cortante, la guadua puede empotrarse en el concreto, y separarse de éste mediante una membrana bituminosa, como brea o asfalto.

Las conexiones con los cimientos descritas hasta este momento sirven también para anclar columnas formadas con más de una guadua.



## UNIÓN ENTRE MUROS

### ◆ Muros en el mismo plano

Los muros o paneles de muros pueden estar en el mismo plano o en planos perpendiculares. En el primer caso la conexión es similar a la conexión con los cimientos. Se realiza con pernos, tuercas y arandelas.

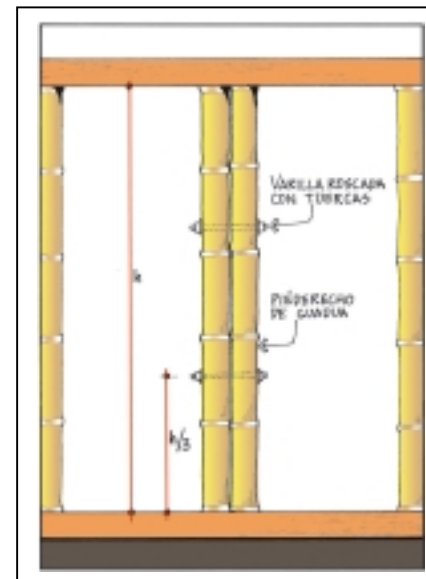
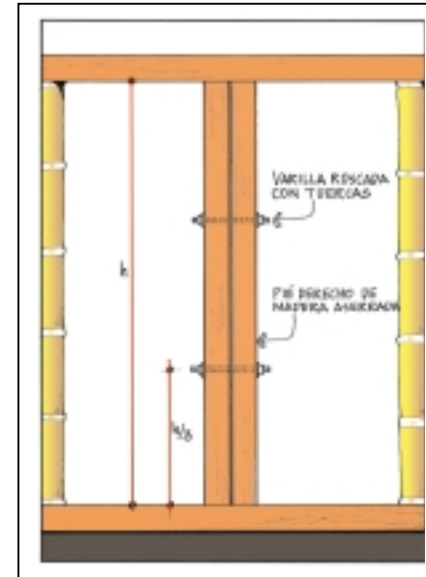
Debe haber por lo menos dos conexiones por unión, colocados cada tercio de la altura del muro. La barra continua roscada debe tener, por lo menos 9,5 mm de diámetro.

Si los pié derechos son de guadua los cañutos atravesados deben rellenarse con mortero.

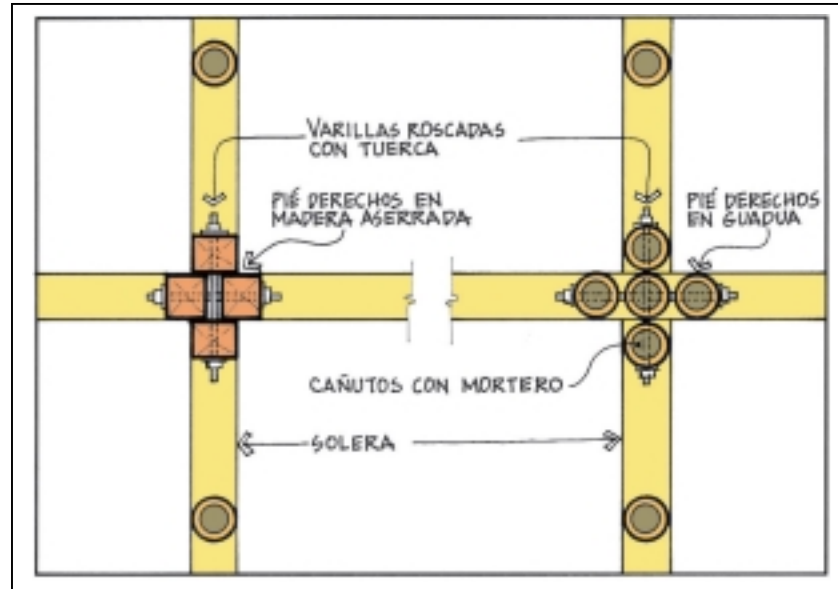
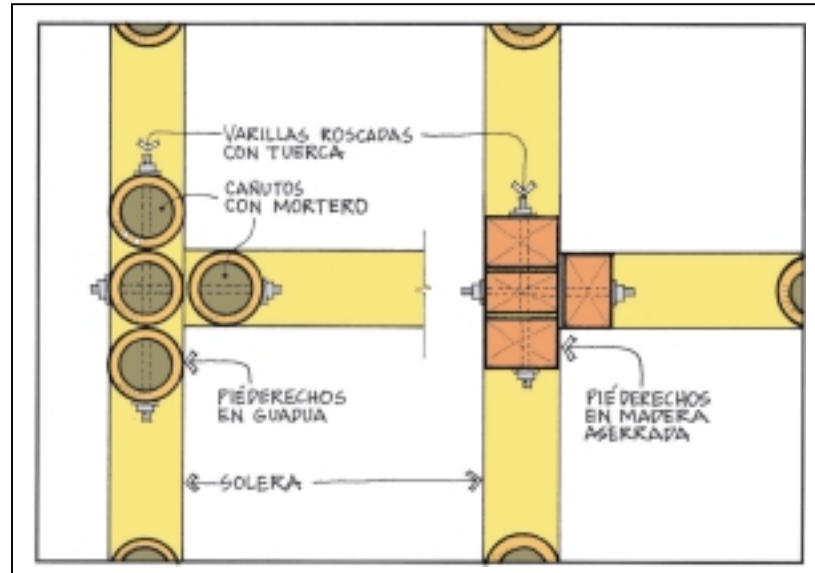
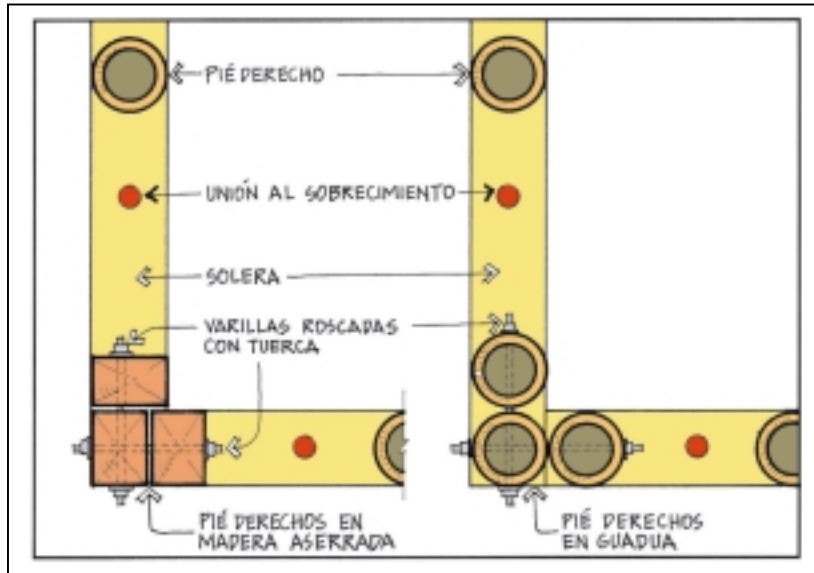
### ◆ Muros en planos perpendiculares

Cuando los muros que deben unirse están en diferentes planos, perpendiculares entre sí, deben usarse pernos en ambas direcciones, tanto en sistemas con madera aserrada como en sistemas con guadua.

Las uniones fuera del plano pueden darse en esquina, en forma de T o en forma de cruz.



CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS DE BAHAREQUE ENCEMENTADO

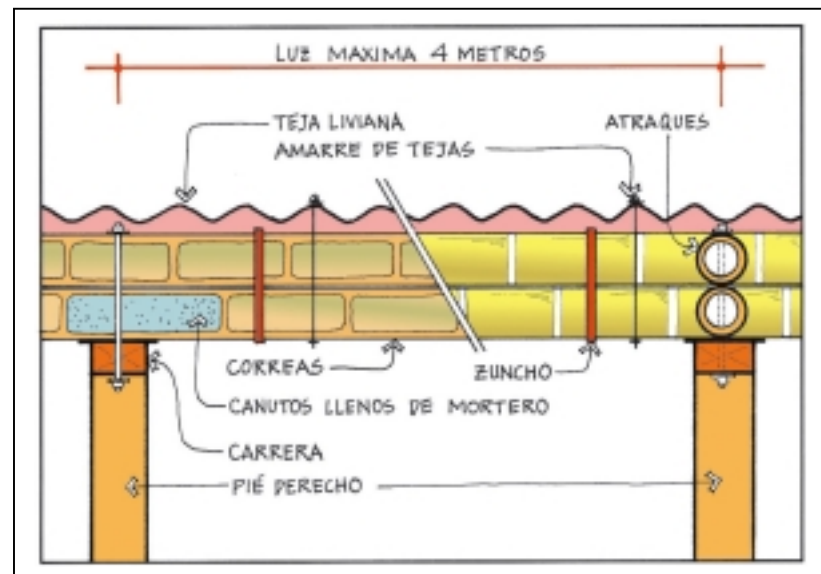
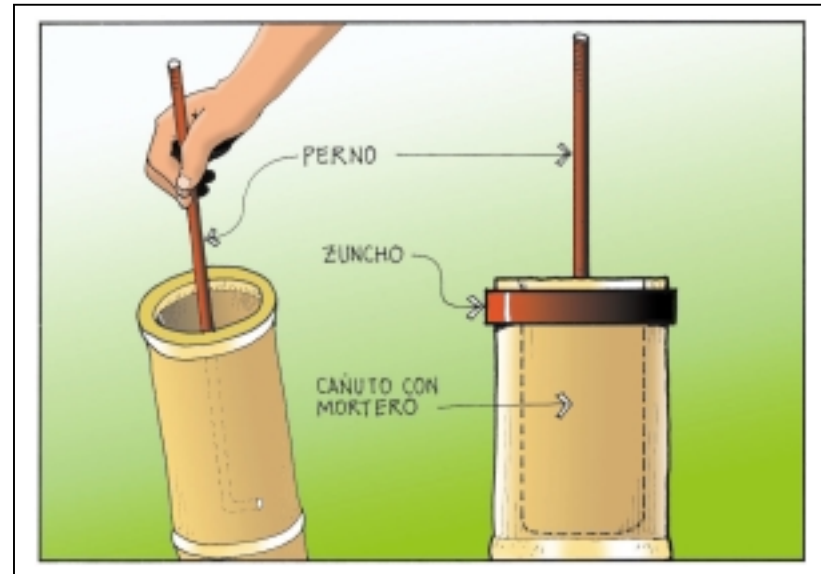


### ◆ Unión entre muros y cubierta

En los sistemas con madera aserrada, la unión con la cubierta es idéntica a la unión con la cimentación, mediante pernos y tuercas que atraviesan las soleras de madera.

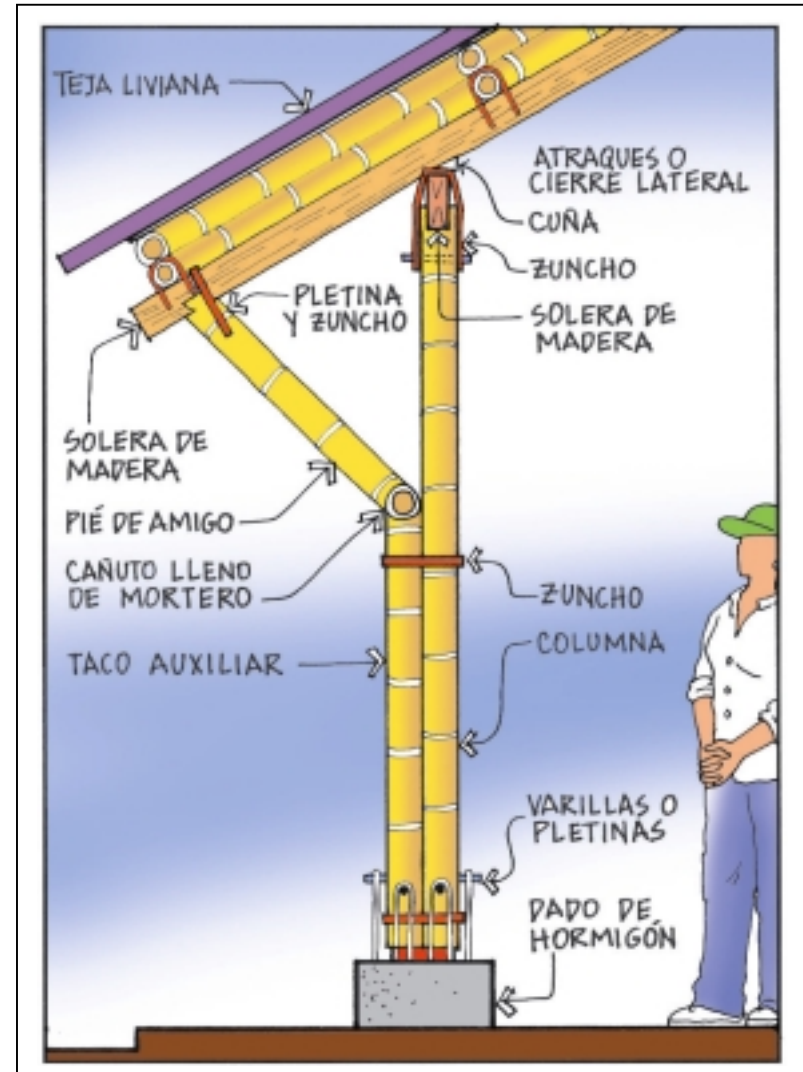
En los sistemas con guadua, por otra parte, la conexión debe hacerse conectando los elementos verticales de guadua con la solera. Esto se logra mediante un perno embebido en el cañuto relleno con mortero de cemento. El extremo relleno debe confinarse con un zuncho de manera que se evite la fisuración longitudinal de la guadua debido a los esfuerzos cortantes.

Cuando los muros se fabrican por medio de paneles debe ponerse un elemento corrido uniendo las soleras de los paneles. Sobre este elemento se conecta la cubierta. Las tejas deben amarrarse de las soleras para formar un conjunto.





Si las guaduas del marco de los muros se quieren dejar expuestas, o si se construye un porche anexo a los muros exteriores, la cubierta debe dotarse de un alero con las dimensiones necesarias para que no se exponga la guadua directamente a la acción del sol y el agua. El voladizo puede sostenerse con pie de amigos que van a los muros o a las columnas, pero con una inclinación no menor de 60°.



# CAPÍTULO IX

## GLOSARIO

## GLOSARIO

**-Acabado:** Estado final, natural o artificial, en la superficie de una pieza de madera o guadua. Estado final del recubrimiento o del revoque.

**-Acción conjunta:** Participación de varios elementos estructurales con separación no mayor a 60 cm para soportar una carga o sistema de cargas.

**-Aserrado:** Proceso mediante el cual se corta una troza para obtener piezas de madera de sección transversal cuadrada o rectangular.

**-Carrera:** Solera superior que corona una estructura de muros. Vigas de amarre.

**-Carga de servicio:** Sistema ortogonal de vigas que transfieren las cargas de las curvas estructurales al suelo. Malla o retícula.

**-Columna:** Piezas cuyo trabajo principal es la compresión.

**-Contracción:** Reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del contenido de humedad.

**-Correa:** Elemento horizontal componente de la estructura de la cubierta.

**-Diafragma:** Elemento estructural que reparte las fuerzas inerciales laterales a los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, o sea, a los muros.

**-Distancia centro a centro:** Distancia del centro de un elemento de unión al centro del elemento adyacente.

**-Entramado:** Sistema estructural primario de una edificación.

**-Fibra:** Células alargadas con extremos puntiagudos y casi siempre con paredes gruesas.

**-Hinchamiento:** Aumento de las dimensiones de una pieza por causa del incremento de su contenido de humedad.

**-Losa- base:** Elemento de concreto o mortero con arena o grava colocado sobre material de afirmado y que sirve de sustento al piso.

**-Madera y/o guadua tratada:**

**-Malla expandida:** Malla que no se basa en tejer o soldar alambres sino que resulta de expandir una lámina metálica troquelada.

**-Muro:** Elemento vertical que soporta los diafragmas horizontales y transfieren cargas a las cimentaciones.

**-Pie de amigo:** Elementos oblicuos que transfieren cargas a los elementos verticales.

**-Pie derecho:** Elemento vegetal en posición vertical de la estructura de un muro.

**-Losa- base:** Elemento de concreto o mortero con arena o grava colocado sobre material de afirmado y que sirve de sustento al piso.

**-Preservación:** Tratamiento para prevenir o contrarrestar la acción de organismos destructores.

**-Recebo:** Material granular seleccionada de relleno que se coloca entre el afirmado y la superficie de piso.

**-Retiro:** Espacio obligatorio entre construcción y el límite del lote o entre dos construcciones.

**-Recubrimiento:** Material que conforma las caras de un muro.

**-Riostra:** Pieza que asegura la invariabilidad de la forma de una estructura.

**-Revoque:** (Repello-Pañete-Enlucido) Capa exterior construida con base en mortero, y que se aplica en la superficie de un muro.

**-Rolliza:** Estado cilíndrico natural de los tallos de guadua o madera.

**-Secado:** Proceso natural o artificial mediante el cual se reduce el contenido de humedad de la madera o guadua.

**-Solera:** Elemento horizontal que sirve de base a la estructura de un muro e integra las cargas de los pies derechos.

**-Vigueta:** Elemento secundario que trabaja a flexión.

**-Viga:** Elemento cuyo trabajo principal es a flexión.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR/98)
2. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. "Comportamiento de Muros y ensambles construidos con Bahareque encementado". Reporte de una investigación de laboratorio y de análisis de resultados, con el auspicio del Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo del Eje Cafetero (FOREC). No publicado. Medellín y Manizales, 2000.
3. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. "Estudio sobre el comportamiento de conexiones con guadua". Reporte de una investigación de laboratorio y de análisis de resultados, con el auspicio de la Fundación Corona. No publicado. Medellín, 2000.
4. Mogollón S. Jaime y Díaz Gustavo. "Sistema Normalizado en Guadua y Madera". Premio corona Pro Arquitectura 1987. Premio Iberoamericano Instituto Eduardo Torroja, 1990. Publicado en la revista Informes de la construcción 414-415 y en la revista PPROA 401.
5. Mogollón S. Jaime y Díaz Gustavo. "Vivienda: soporte modular y participación". Premio Iberoamericano Instituto Eduardo Torroja, 1992. Publicado en la revista Informes de la Construcción 424, en la revista ESCALA No 172 y en las Memorias del I congreso Mundial Bambú-Guadua.
6. Mogollón S. Jaime. "Bahareque: cultura sísmica local". Revista de Arquitectura EL CABLE, No 1". Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Manizales, 2000.
7. López L.F y Silva M.F. "Comportamiento sismorresistente de estructuras en Bahareque". Trabajo de grado de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Manizales, 2000.