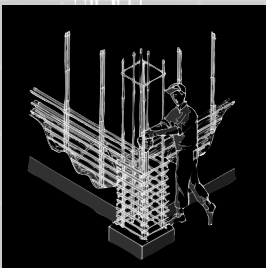
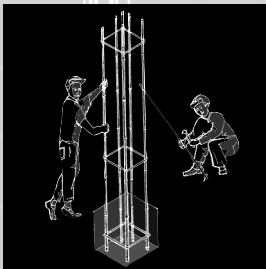


# BAHAREQUE

## Guía de construcción parasísmica

Wilfredo Carazas Aedo  
Alba Rivero Olmos



## PROLOGO

Antecedentes históricos nos demuestran que la construcción mixta estuvo presente en el desarrollo de las civilizaciones que poblaron nuestro planeta, el hombre aprendió a construir su vivienda con tierra y elementos vegetales como estructura, dando así lugar a interesantes formas de viviendas que demuestra una cultura constructiva inteligente.

En la actualidad, en diferentes partes del mundo podemos apreciar este patrimonio constructivo y también podemos verificar su continuidad constructiva, a pesar de los embates de la naturaleza, sobre todo frente a los terremotos.

Esta alternativa constructiva (estructura y relleno) lleva diferentes nombres según la región, en el Perú "la Quincha", en Cuba "El Cuje", en El Salvador "El bahajareque", el "pao pique" en Brasil o tabiquería en otros países, es así que en el mundo podemos encontrar una gran variedad de tipos o formas constructivas pero que tienen la misma característica.

Está demostrado que el bahareque o similar responde satisfactoriamente frente a los sismos, sus características físico mecánicas resultan apropiadas, últimos sismos (Ejemplo: América Central) dan fe de ello, también estudios científicos realizados han confirmado la eficacia de este sistema constructivo.

Entonces, el propósito de esta guía de construcción es de entregar un soporte técnico-teórico que podrá ser utilizado por los técnicos de construcción, albañiles y toda aquella persona que decida construir su vivienda.

La guía esta estructurada en tres partes importantes :

- 1 - Los sismos : como se originan, como actúan frente a una vivienda y que es una vivienda parasísmica.
- 2 - La materia prima : todos los materiales principales que intervienen en la construcción del bahareque (madera, bambú o similar y la tierra)
- 3 - La construcción parasísmica: desde el diseño, implantación y etapas constructivas.

Además de incluir un anexo del proyecto " la semilla: bahareque - Ceren " y su evolución.

Hemos insistido en estructurar la guía de esta manera con el propósito que el constructor o poblador tenga una idea más clara del porque de las dimensiones, forma y técnica constructiva, que si bien es cierto, determina ciertas limitantes en un primer momento, también al final hay un beneficio con una vivienda de mayor seguridad frente al sismo.

Ciertamente, se considera una vivienda parasísmica cuando a cumplido principalmente con los parámetros que exigen un **diseño correcto, calidad del terreno, calidad constructiva y materiales**, no puede prescindirse de ninguno de ellos.

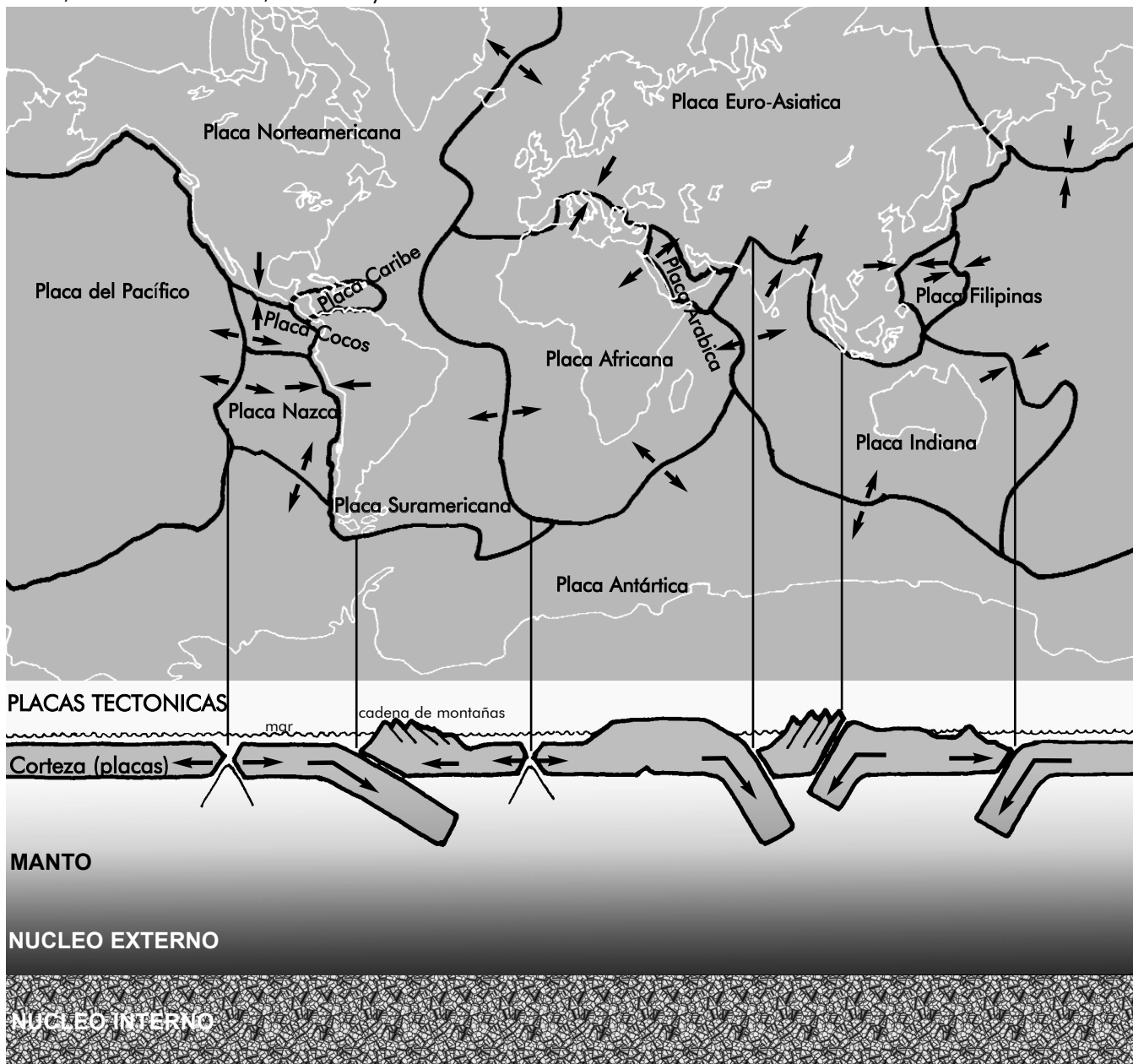
### "BAHAREQUE: GUIA DE CONSTRUCCION PARASISMICA"

Autores. Arq. Wilfredo Carazas Aedo, Arq. Alba Rivero Olmos  
Coordinación científica: Equipo CRATerre-EAG.  
Diagramación: Arq. Alba Rivero Olmos  
Dibujos. Arq. Wilfredo Carazas Aedo  
Documento financiado por **MISEREOR**

Ediciones CRATerre  
Maison Levrat, Parc Fallavier, BP 53  
F-38092 Villefontaine Cedex, Francia  
Agosto 2002

## ORIGEN DE LOS SISMOS

Los orígenes de la tierra se remontan al rededor de 4,5 millones de años, desde esa época la tierra esta en constante movimiento en su masa interna, provocando transformaciones en los continentes. La esfera terrestre tiene un radio de 6,400 km y esta compuesta por varias capas sucesivas, si la cortamos por la mitad, veremos: el núcleo, el manto y la corteza terrestre.



En la corteza terrestre existen varias placas, ellas se diferencian por la forma en que actúan: unas se separan, otras se confrontan y otras simplemente se desplazan una sobre la otra. Estas placas se mueven de manera lenta y a una velocidad media de 1 cm a 15 cm por año. Estos movimientos producen deformaciones que provocan esfuerzos que sobrepasan la resistencia de los materiales y van a liberarse energías acumuladas, es ella quien genera el **SISMO**.

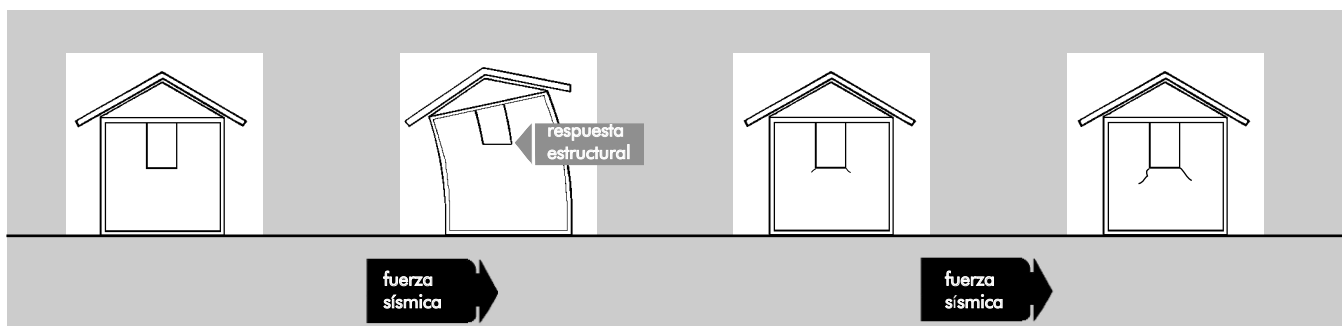
### PRINCIPIOS SISMICOS:

Posición inicial

Acción sismo

Regreso a posición inicial

Posición final

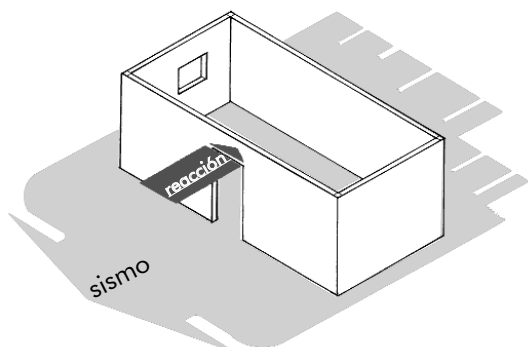


## FUERZAS SISMICAS

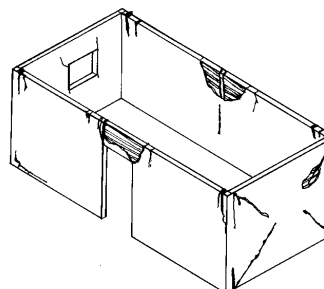
Cuando ocurre un sismo, una vivienda es sacudida en forma de movimientos de oscilación vertical, fuerzas horizontales y torsión, todo esto al mismo tiempo, ella respondera al sismo de acuerdo a sus características: su forma y tipo de material. Para comprender esto mejor vamos a separar estos tres movimientos.

### ACCIÓN

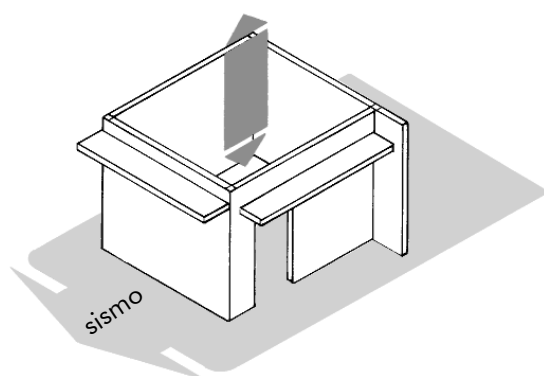
### EFFECTOS.



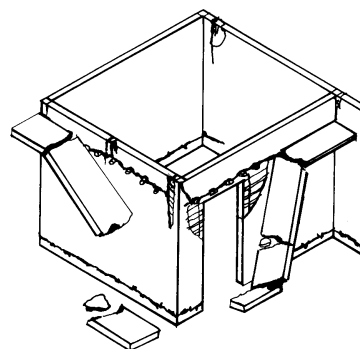
Fuerzas Horizontales



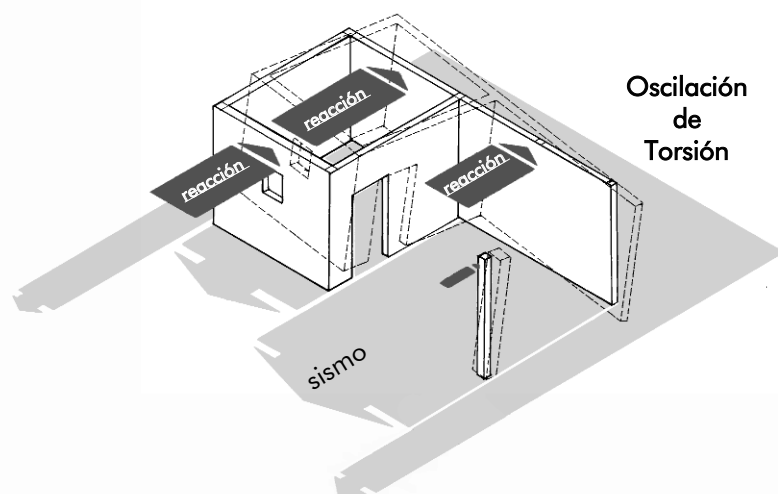
Fuerzas horizontales: El paso de las ondas sísmicas provocan vibraciones del suelo originándose esfuerzos horizontales en la construcción que la van a sacudir, balancear, deformar y derrumbar. La flexión y el cizallamiento del muro van a provocar desprendimientos y el deslizamiento con respecto a la cimentación.



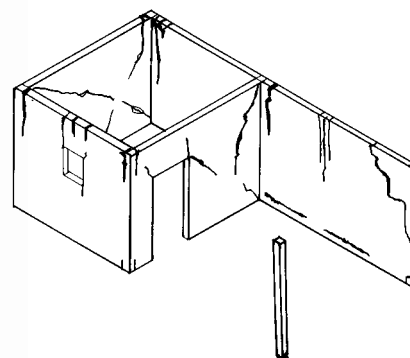
Oscilación Vertical



Este es otro tipo de oscilación que se produce al paso de un sismo, los efectos que estas provocan son mínimos, solo serán afectados los elementos de peso considerable, como pueden ser los arcos, las columnas, las estructuras de techo, y también los elementos en voladizos como los balcones y aleros, etc.



Oscilación de Torsión

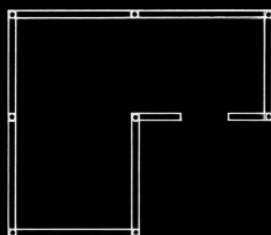


Por último la oscilación de torsión que es producida por los desplazamientos horizontales del suelo junto a las fuerzas laterales. Los efectos de la torsión son más o menos importantes según la forma de la construcción, por ejemplo una vivienda de forma irregular donde no coincida su centro de gravedad con su centro de rigidez estará más expuesto a daños.

## EFFECTOS DE LOS SISMOS EN UNA VIVIENDA

Frente a un sismo, una vivienda deberá reunir las condiciones mínimas técnicas constructivas, buen uso del material y diseño. Podemos poner como ejemplo algunos efectos que deben evitarse: viviendas en formas irregulares en tamaño y altura.

### Tipo de muro



Construcción en "L"

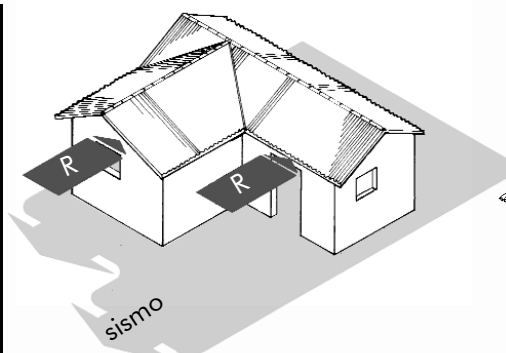


Construcción rectangular

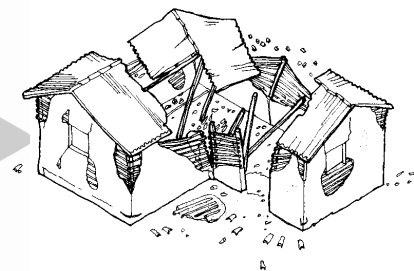


Construcción alta

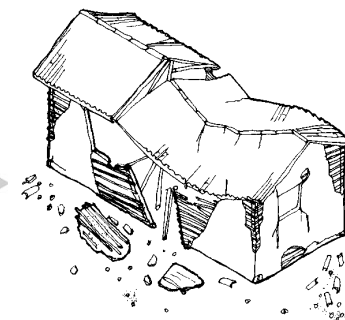
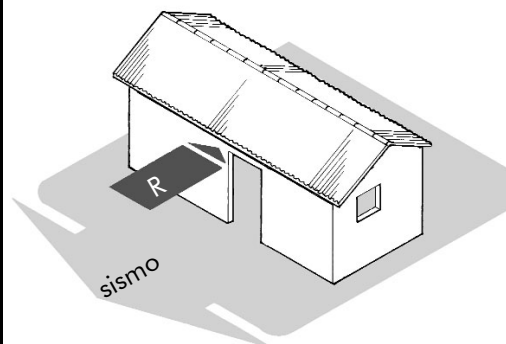
### Movimiento



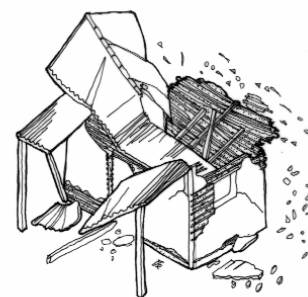
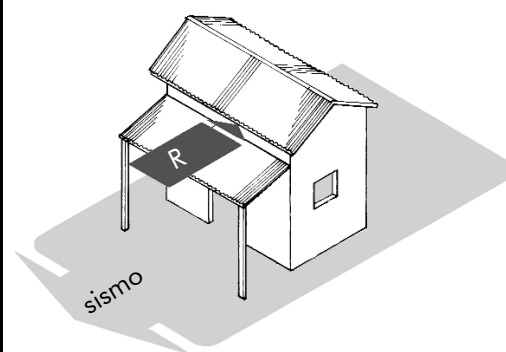
### Efecto



Esta vivienda tiene muros de diferentes dimensiones que frente a un sismo se van a comportar de manera deficiente haciendo que esta se caiga más rápidamente.



Las paredes más largas sin muros de arriostres intermedios y con ángulos débiles resisten menos al sismo provocando su colapso.



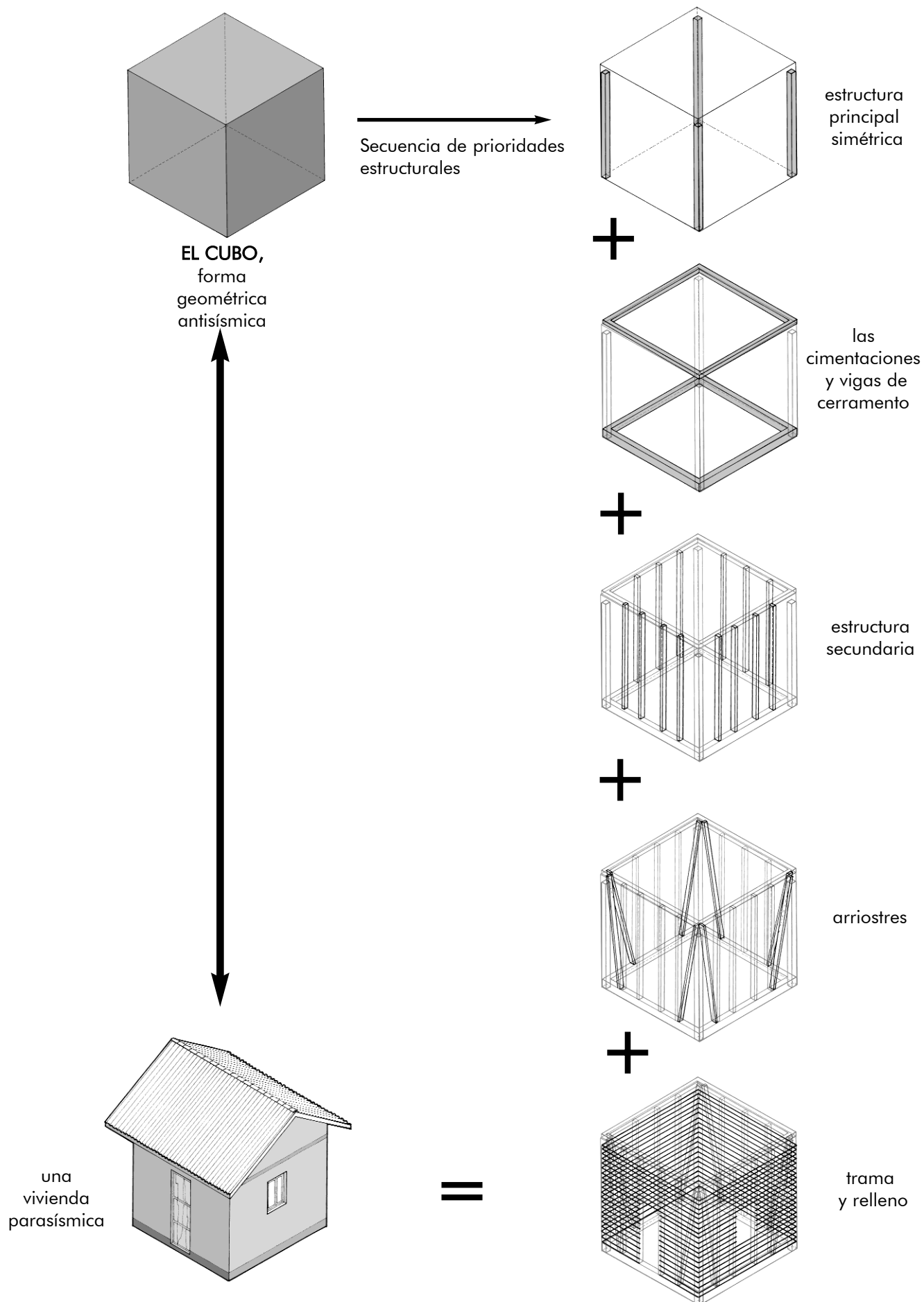
Estas por tener los muros muy altos y delgados tienen mayor flexibilidad y menor resistencia al sismo.

También podemos señalar otros ejemplos que deben evitarse. :

- Las formas de los edificios en " T " y " C ".
- Evitar tener vigas de techo sueltas.
- Viviendas sin sobrecimientos.
- Estructuras de techo muy pesadas.
- Construcciones hechas en terrenos con pendiente.
- Evitar grandes espacios abiertos entre los muros.

# VIVIENDA PARASISMICA

Una vivienda parasísmica es aquella que está construida con un conjunto de principios técnicos constructivos y de diseño apropiados para enfrentar un sismo. La vivienda en forma de cubo es el principio básico para garantizar la resistencia al sismo, a partir de esto desarrollamos las etapas técnicas estructurales necesarias.



## SELECCION DEL TERRENO PARA CONSTRUIR

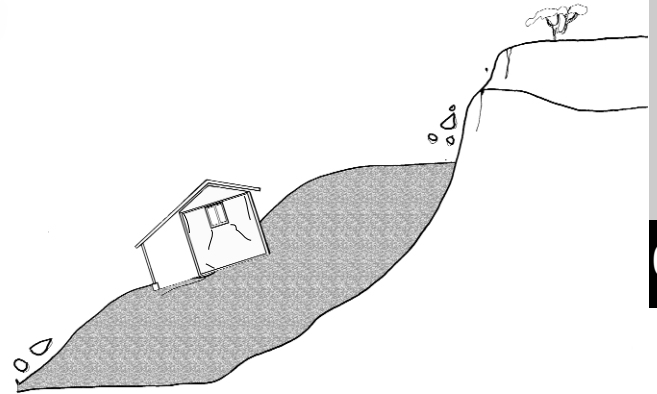
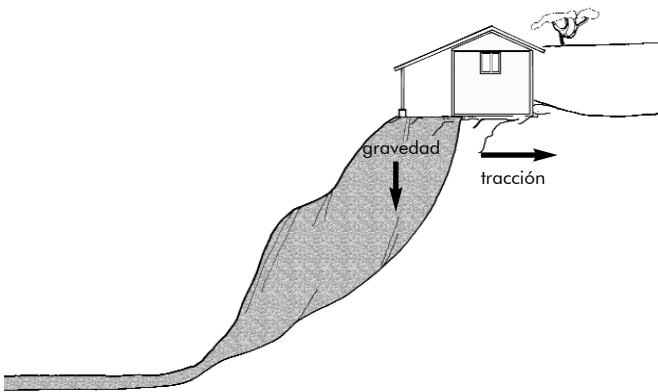
Construir una vivienda requiere de una decisión adecuada al escoger el terreno, se necesitan ciertos criterios básicos de reconocimiento: un terreno plano y seco con un suelo duro será lo apropiado.

Es mejor evitar las zonas no adecuadas para la construcción: pantanos, barrancos, cerca de los ríos, sobre antiguas minas, sobre rellenos sanitarios, etc. Si construimos una vivienda correctamente pero en un terreno malo, corremos los mismos riesgos que en una mala construcción.

Posición

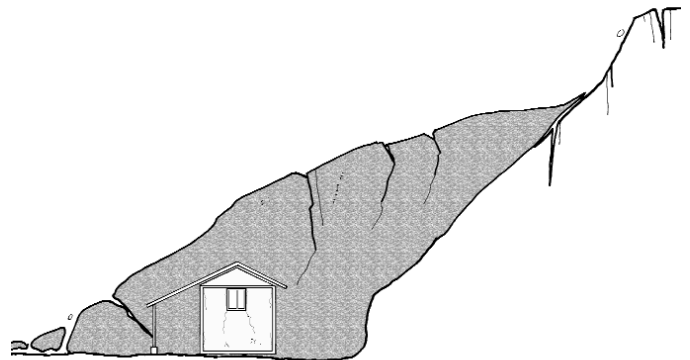
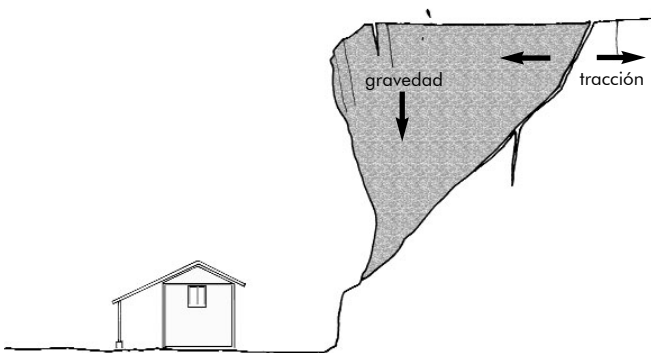
Efectos

### VIVIENDAS EN BARRANCOS



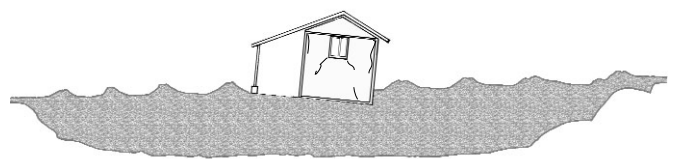
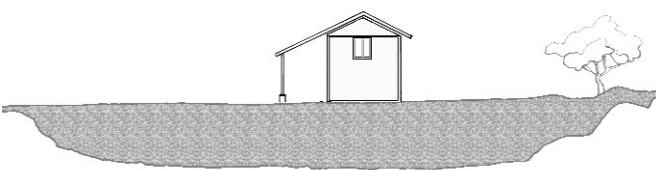
Los barrancos constituidos por terrenos blandos o deleznales, limo-arcillosos, depósitos de materiales, etc. no son buenos para recibir una vivienda.

### VIVIENDAS EN ZONAS BAJAS



No es recomendable construir una vivienda bajo un barranco que tiene los paramentos perpendiculares y que presenta grietas importantes, estas serán aprovechadas por el sismo.

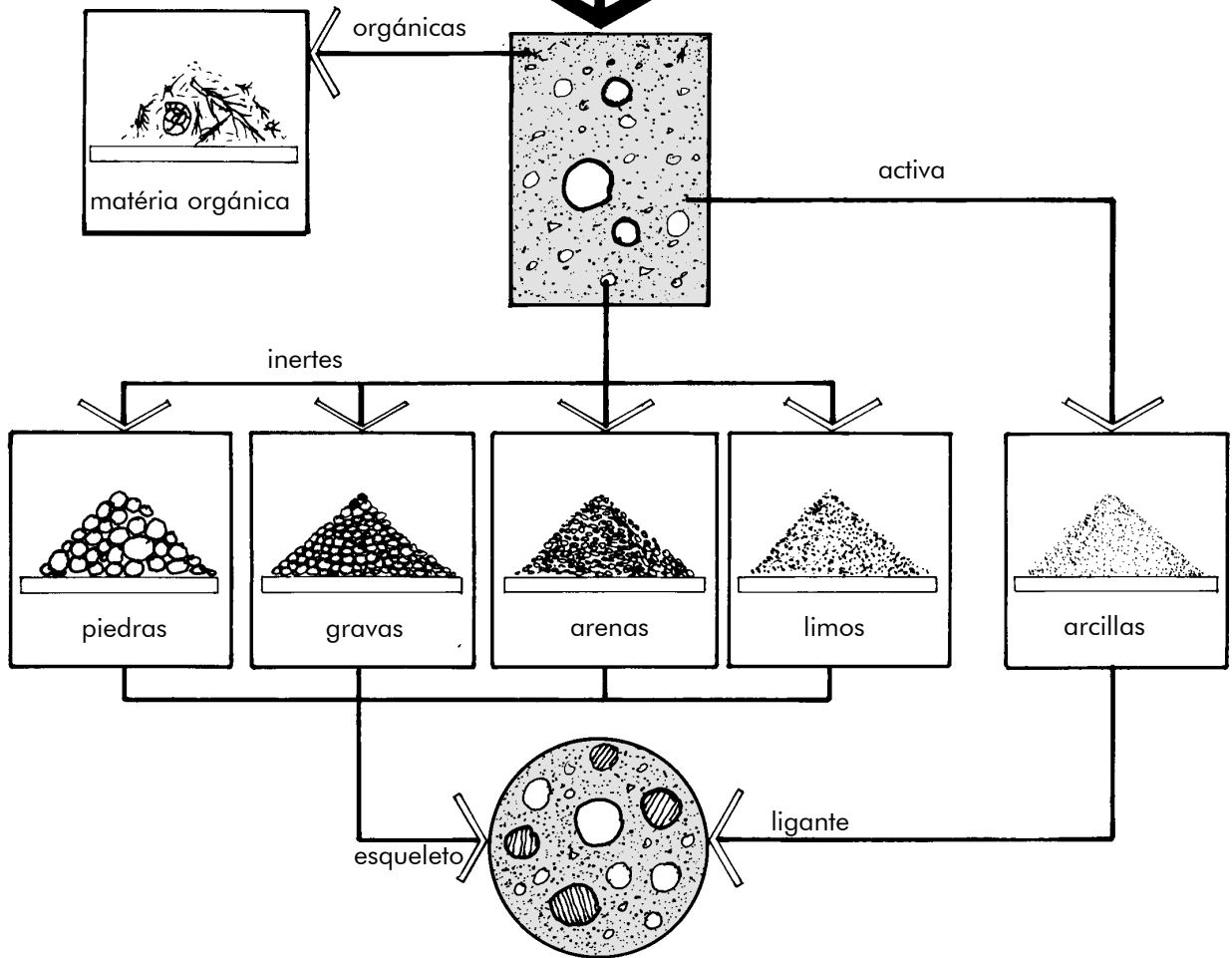
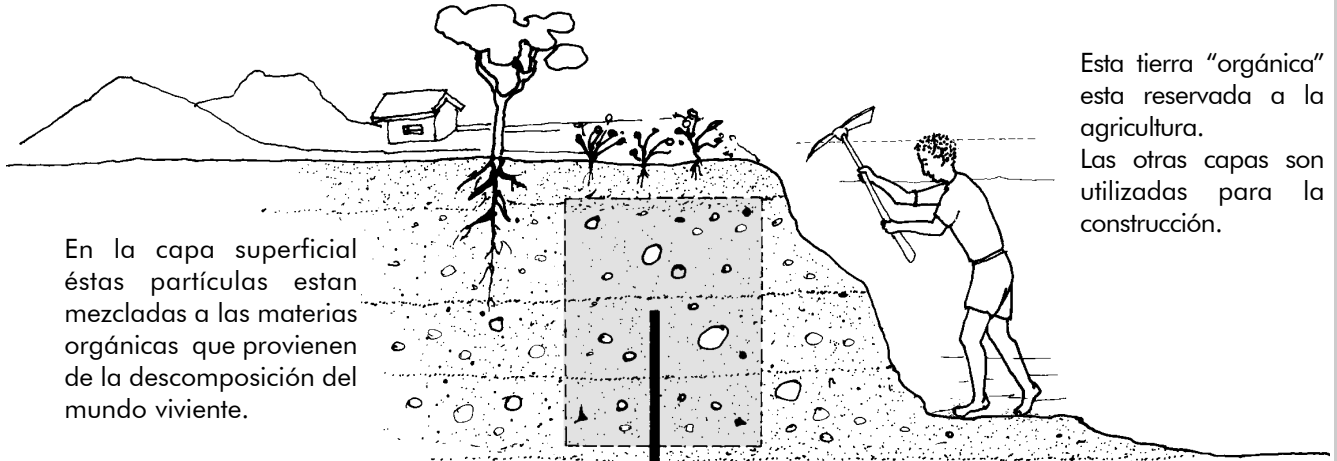
### VIVIENDAS EN TERRENOS BLANDOS



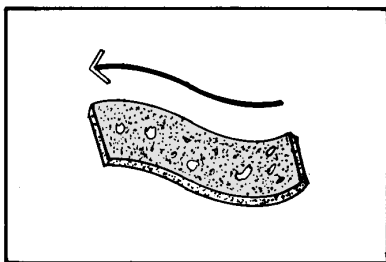
En caso de un sismo la presencia de agua provoca el efecto de "licuación" y es en ese momento que el proceso de hundimiento total del suelo lleva a la ruina las construcciones.

# EL MATERIAL TIERRA

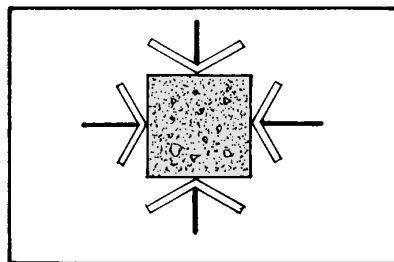
**ORIGEN:** El material tierra proviene de la erosión mecánica y química de la roca-madre. Esta roca se desagrega en partículas minerales de dimensiones variables desde los guijarros hasta los polvos arcillosos.



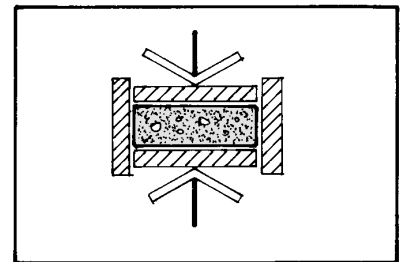
## PROPIEDADES DE LA TIERRA



Plasticidad



Cohesividad



Compactabilidad

Existen varios tipos de tierra según la importancia en cantidad de uno de los componentes: TIERRA GRAVOSA - TIERRA ARENOSA - TIERRA LIMOSA - TIERRA ARCILLOSA

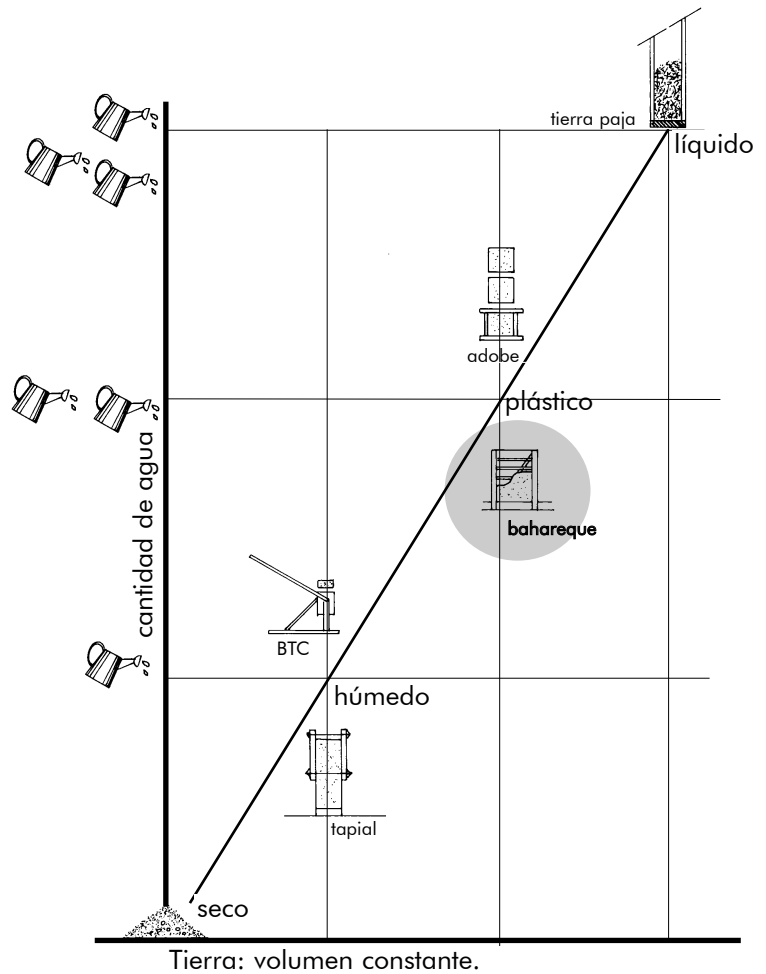


# ESTADOS HIDRICOS, COHESION Y ESTABILIZACION

## ESTADOS HIDRICOS:

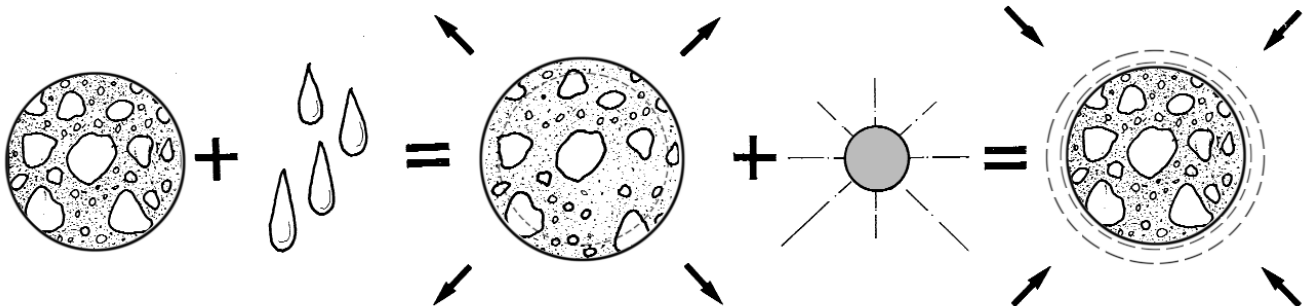
A medida que absorbe agua la tierra (de 20 a 30% según los tipos de tierras), así será el cambio de su estado. Existen 4 estados fundamentales: **SECO - HUMEDO - PLÁSTICO - LIQUIDO**:

El mortero es producido en el estado **PLÁSTICO**, esto permite que la puesta en los paneles sea fácil ya que va a penetrar mejor y se va a adherir a las cañas.



## PROPIEDAD DE LA COHESION

Para preparar el mortero de relleno de los paños se utiliza la propiedad de la **COHESION** que funciona en dos fases:



**Fase 1:** La tierra absorbe el agua, las arcillas comienzan a hincharse, es un proceso lento que necesita de tiempo.

**Fase 2:** La tierra se seca, las arcillas disminuyen de volumen atrayendo hacia ellas los otros componentes que se encuentran en estado totalmente seco y ligados.

Si la inter-penetración entre los granos es de tal manera que no hay vacíos posibles, entonces una vez seca la tierra es capaz de resistir a los esfuerzos de compresión del orden de 3MPa.

## ESTABILIZACION

Cuando la tierra es muy arcillosa hay un riesgo de fisuración excesiva después del secado, hay que lograr la cantidad necesaria ya que la presencia de arcilla es la que permite un mejor agarre entre las cañas o barras:

En caso de tierra muy arcillosa, la corrección posible es:

- aumentar arena con el fin de reducir la cohesión.
- mezclar con paja con el fin de limitar la talla de las fisuras.



# ANALISIS DE LA TIERRA

**OBJETIVO:** A través de pruebas de campo simples verificar si la tierra conviene para la construcción, estas nos muestran las características de la tierra. Para verificar sus componentes o granulometría: la manipulación - olor, su plasticidad, "el cigarro" la cohesión y " la pastilla ", el resultado de estas pruebas nos indican la calidad de la tierra.

## LA MANIPULACION - EL OLOR



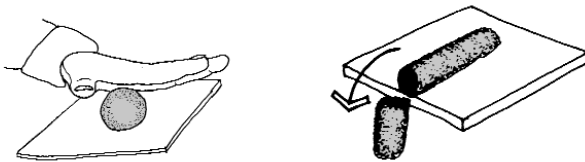
- Con el agua, nuestros sentidos permiten identificar los componentes de la tierra desprendimiento de un olor.

- tierra **ORGANICA** - Desprendimiento de un olor.
- tierra **ARENOSA** - Rugoso, quebradizo, poco pegajoso
- tierra **LIMOSA** - Fino, fácil de reducir en polvo, pegajoso.
- tierra **ARCILLOSA** - Difícil de romper, lento para deshacerse en el agua, muy pegajoso y fino.

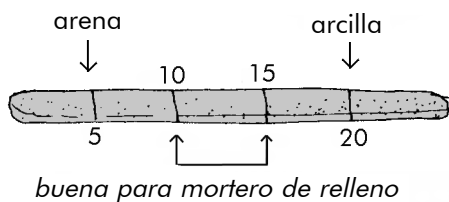
### CONVENIENCIA:

Lo ideal es encontrar una tierra a la vez arenosa y arcillosa.  
Tener cuidado de las tierras limosas porque una vez secas no resisten al agua.

## "EL CIGARRO"



menos de 5 cm. **DEMASIADO ARENOSO**  
más de 20 cm. **DEMASIADO ARCILLOSO**

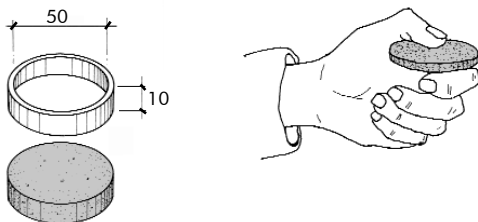


- Retirar las gravas de la muestra.
- Mojar, mezclar y dejar reposar la tierra una media hora hasta que la arcilla pueda reaccionar con el agua.
- La tierra no debe ensuciar las manos.
- Sobre una plancha, moldear un cigarro de 3 cm. de diámetro.
- Empujar lentamente el cigarro hacia el vacío.
- Medir el largo del pedazo que se desprendió.
- Recomenzar 3 veces y realizar un promedio.

### CONVENIENCIA:

Entre 7 et 15 cm buena tierra.

## "LA PASTILLA"



- No hay retracción, fácil de convertirlo en polvo:

Tierra **ARENOSA**



- Retracción, fácil de convertirlo en polvo:

Tierra **LIMOSA**



- Retracción importante, muy difícil de reducirlo en polvo:

Tierra **ARCILLOSA**



- Recuperar la tierra del ensayo precedente en el estado plástico.  
Moldear 2 pastillas con la ayuda de un pedazo de tubo pvc. o similar.  
Después de secado:
- Observar los eventuales fenómenos de retracción.
  - Evaluar la resistencia de la tierra por ruptura y aplastamiento entre el pulgar y el índice

### CONVENIENCIA:

Menos de 1 mm de retracción, difícil de reducir en polvo:  
Buena tierra.

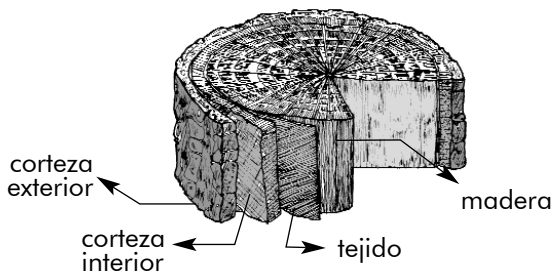
## SUGERENCIA.

Verificar directamente en el paño después de seco su aspecto: tipos de fisuras, adherencia y cohesión.

# LA MADERA

Dentro de los recursos forestales tropicales esta la madera, constituye el recurso renovable más abundante ella contribuye a la solución del problema habitacional.

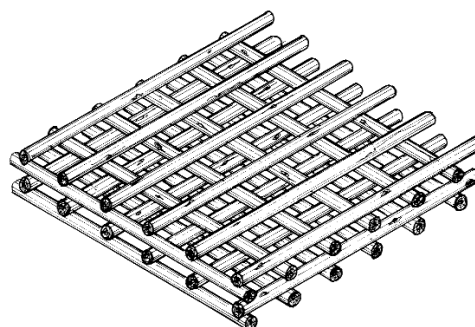
Presenta propiedades de resistencia físicas y mecánicas muy importantes y es accesible para la población siempre y cuando se haga racionalmente.



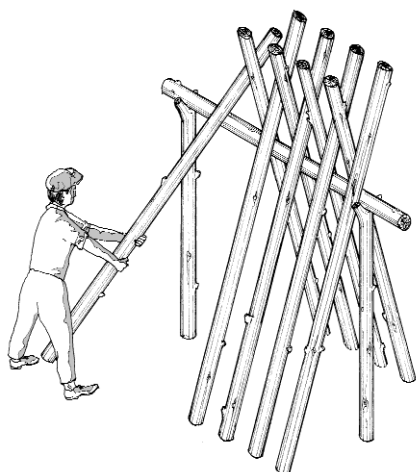
**Corte:** El corte de la madera se debe realizar cuando el contenido de sabia sea el más bajo (luna llena) y en época de seca. Así se reducirán las posibilidades de ataques de insectos. Luego de cortado el tronco con su corteza se deja reposar en el suelo seco unos 30 días, cuidando de las flexiones.

**Secado:** Después del corte la madera debe ser secada para mejorar sus propiedades tecnológicas y estabilidad dimensional, así mismo para que elimine la sabia que aun queda. En este proceso se producen cambios dimensionales que pueden originar defectos en la pieza. Otra función del secado es obtener un producto donde el contenido de humedad sea compatible con el que tendrá que adquirir una vez puesta en obra.

Secado al aire libre por apilado horizontal



Secado al aire libre en caballete



**Métodos de secado:** al aire libre o secado natural y secado artificial

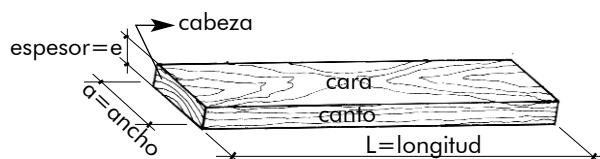
- al aire libre no debe exponerse directamente al sol, se hará en terrenos planos, limpios y con buen drenaje. El apilado puede hacerse de varias formas, apilado horizontal, en caballete y por los extremos.
- en el secado artificial se emplean la temperatura, humedad y ventilación diferentes a las naturales, obtenidas por medio de instalaciones especiales (hornos). Este método reduce el tiempo de secado y la madera va a adquirir valores de humedad muy bajos.

**Preservación:** La preservación o inmunización de la madera tiene por objeto modificar su composición química tornandola venenosa o repelente a los elementos biológicos. Los preservadores pueden ser compuestos químicos puros o mezclas de compuestos, ellos deben penetrar hasta una profundidad considerable, para lograr esto la madera debe estar seca y ya cortada.

**Métodos de preservación:** con aplicación y por presión.

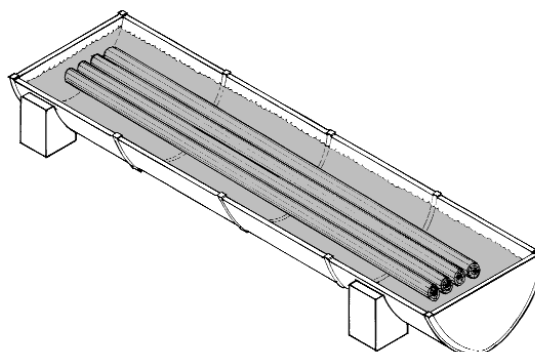
- aplicación con brochas, pulverización, inmersión, o con baños calientes y fríos.
- por presión el preservador se aplica utilizando presiones distintas a la de la atmósfera dentro de un autoclave.

## Terminología para su uso



1 pie = 12 pulgadas = 30.48 cm  
1 pulgada = 2.54 cm

Método de preservación por inmersión



## VARAS - Cañas / Bambú

Clasificados en botánica como **gramíneas**, estas especies de tallos verticales, cilíndricos y huecos nos ofrecen una serie de características físicas y mecánicas que permiten su utilización en la construcción.

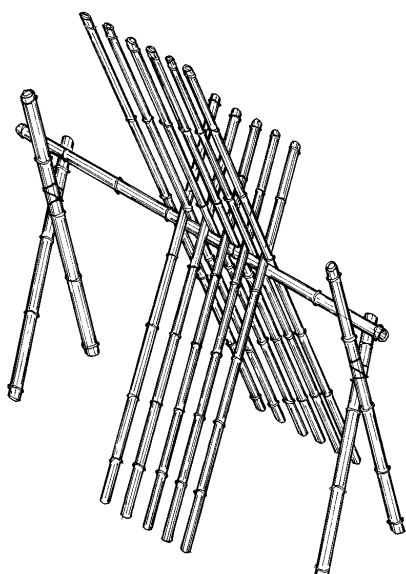
Es un material accesible, de fácil laborabilidad con métodos manuales y sencillos.

**Corte.** El momento más adecuado: en época seca, en luna menguante y en edad adulta que estará en función de la especie.

### Recomendaciones para el corte:

- El corte debe ser entre 30 y 40 cm por encima del suelo y después de un nudo.
- Si va a ser utilizado como elemento estructural debe ser cortado en la edad adulta.
- El corte se hará de manera "limpia" para no lastimar el tallo, el instrumento utilizado debe estar bien afilado.
- Después del corte se necesita un período de curado donde el objetivo será de expulsar la sabia que se encuentra al interior del tallo y para ello es necesario dejar las varas en el campo de corte de forma vertical, sin quitar sus ramas y evitando el contacto con el suelo, aquí se dejarán unos 4 a 8 días.

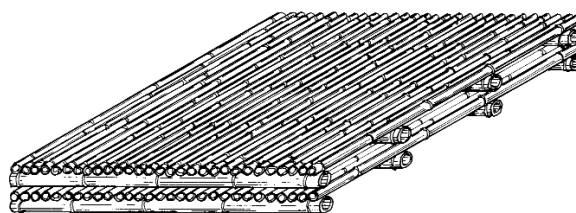
Secado al aire libre en caballete



**Secado:** Es necesario realizarlo ya que evita las deformaciones, rajaduras, y cambios dimensionales en obra. Los organismos biológicos no viven en las cañas donde su grado de humedad esta por debajo del 15%. Las propiedades de resistencia aumentan en una caña de bajo contenido de humedad.

El secado puede hacerse al aire libre o bajo techo pero libre de cierres, unos 60 días, también usando calor a partir de una estufa o a fuego abierto, teniendo mucho cuidado de que este sea moderado para que no raje las varas, será de 2 a 3 semanas en estufa.

Secado al aire libre por apilado horizontal

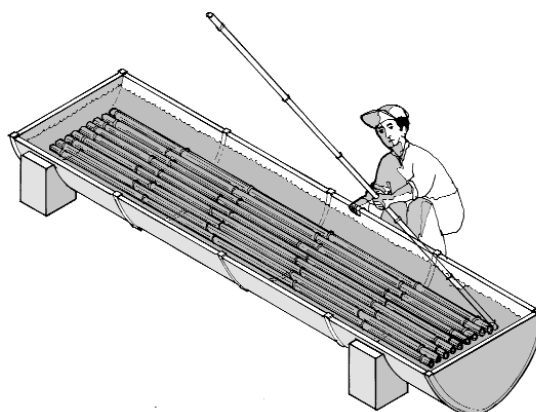


**Preservación:** Esta permite la durabilidad de las varas. Consiste en aprovechar los espacios entre las fibras interiores para depositar los productos germicidas, fungicidas e insecticidas para las varas que estarán expuestas, para las varas que quedarán embebidas en el muro solo será necesario eliminar los almidones y azúcares que puedan quedar aún al interior.

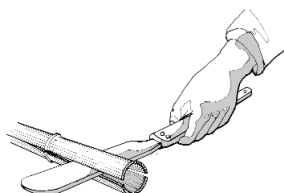
Para esto existen varios métodos:

- Por inmersión en una solución conservante (salina, cal o asfalto quemado) durante 5 horas o simplemente en agua limpia durante un mes, cambiando el agua diario.
- Procedimiento "Boucherie" con conexión de los tallos a un depósito elevado con producto preservante.
- Llenado de los tallos, tapados en un extremo con productos preservantes.

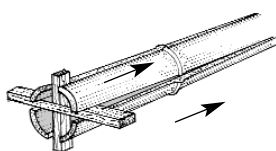
Método de preservación por inmersión



### Formas para lograr el corte del bambú en latas.



corte con machete



cruceta de madera dura

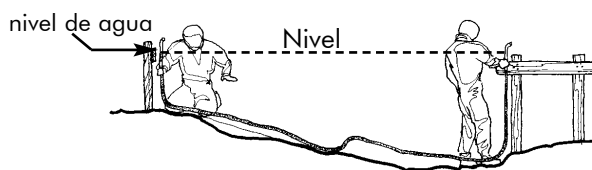
### Especies más utilizadas en la construcción en América Central:

- Arundo donax (caña gigante, caña bambú, vara de coheta)
- Gynerium sagittatum (caña brava, caña blanca, caña amarga, vara de tusa)
- Phragmites communis (caña acuática común)
- Guadua angustifolia (caña de guayaquil, bambú, guadua)
- Chusquea spp (chusque, carrizo suro)

# TRAZADO Y REPLANTEO

La primera operación que se realiza al inicio de la construcción de una vivienda, consiste en trasladar el diseño realizado sobre el papel al terreno. Un trazado correcto es importante puesto que de ello depende el éxito de las etapas siguientes de la construcción.

- 1. Nivel vertical.** Con la ayuda de una manguera transparente y agua se realiza:
- la verificación del % de desnivel del terreno
  - definir las alturas de las cimentación
  - trasladar alturas de un punto a otro.

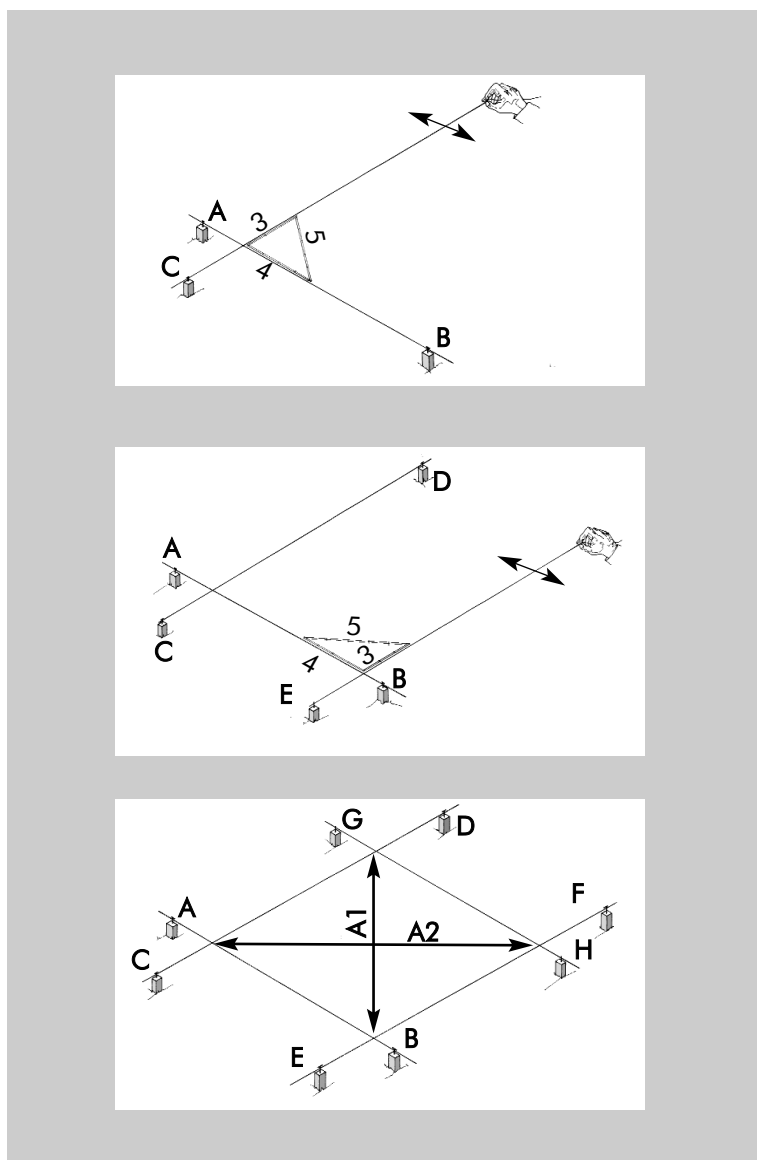


**2- Trazado.** Una vez preparado el terreno: limpio y nivelado. Definir con la ayuda de estacas provisionales y una cuerda, una línea AB que denominamos línea "maestra" o de referencia.

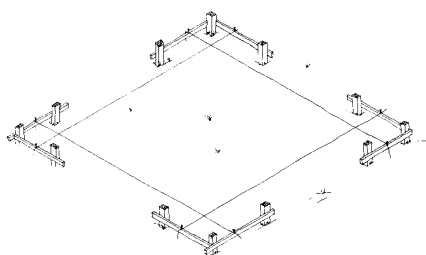
Para trazar la línea ortogonal CD (ángulo recto) a la línea "maestra", se utiliza el método del 3,4,5, o sea realizar una escuadra con ayuda de un decámetro.

Ubicamos el punto de cruce, fijamos el punto D, se tira la cuerda hacia el punto E tratando de alinear a la escuadra previamente definida.

La siguiente línea ortogonal EF se realiza igual que la anterior. Finalmente la línea GH paralela a la línea maestra, tomando previamente las distancias requeridas.

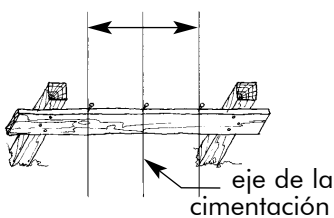


## Instalación de estacas y vallas



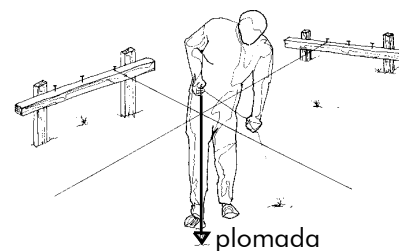
Una vez definido el cuadro se verifica el ángulo correcto de los 4 lados, se hace midiendo las dos diagonales  $A1 = A2$ .

## Ancho de la fundación



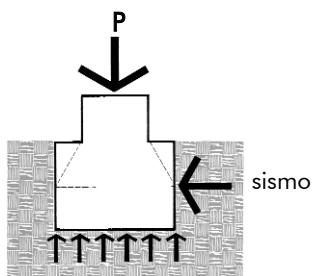
Después se procede a colocar las vallas definitivas con el fin de definir el eje y el ancho de la cimentación y del muro con las dimensiones definitivas de la vivienda.

## Marcado de los límites de la zanja



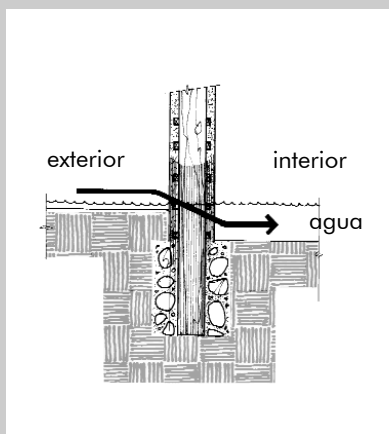
Luego se procede al traslado de los puntos al suelo para su trazado y excavación, esto con ayuda de una plomada y cuerdas.

# CIMENTACIONES



El trabajo de las cimentaciones es de transmitir la carga de la construcción al terreno. El peso de la estructura debe estar adaptado a la capacidad portante del terreno que debe a su vez ser un suelo estable. También se garantizará una buena conexión entre la estructura y la cimentación y un buen anclaje entre esta y el suelo.

## PROBLEMAS - PATOLOGIAS: cimentaciones deficientes

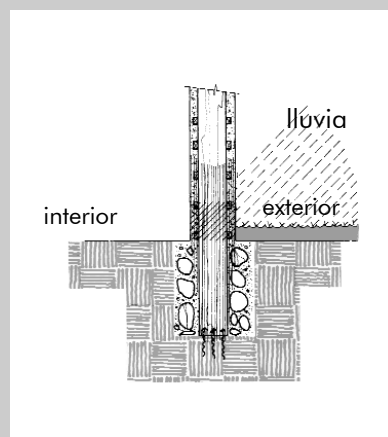


Inundación

Es necesario tener una buena cimentación y que los sobrecimientos depasen unos 20cm por encima del nivel del terreno al exterior para evitar así que:

- cuando llueva el muro no absorba la humedad.
- si el nivel de piso interior es más bajo que el exterior hayan inundaciones.

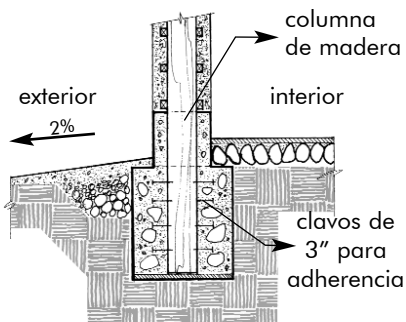
Ya que si esto ocurre los muros serán debilitados y frente a un sismo se caerán fácilmente.



Absorción de humedad

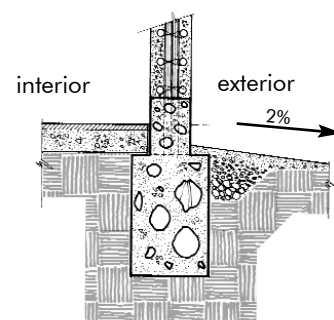
## TIPOS DE SOBRECIENTOS Y CIMENTOS

La decisión de escoger un tipo de material para las cimentaciones estará en función de la disponibilidad del material, los costos y rapidez en la puesta en obra.

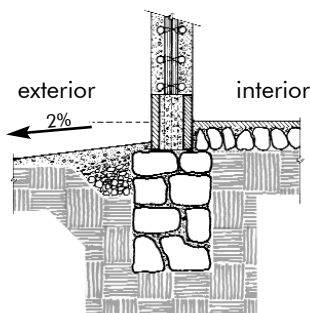


Cimentación: columna empotrada en el hormigón.

El ancho mínimo de una cimentación sera de 40cm. Sin embargo se recomienda que sea una relación 1.5 veces el ancho del muro.

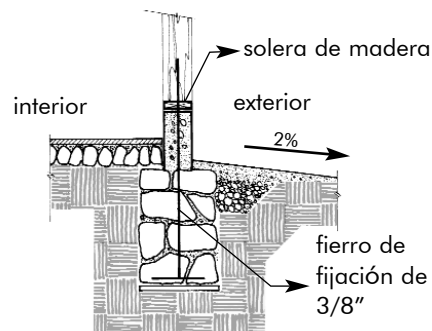


Cimiento de hormigón ciclópeo



Sobrecimiento con bloques de hormigón (39x19x14cm) o similar y rellenos con hormigón.

Altura mínima sera de 20cm.

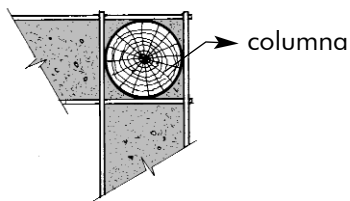


Cimiento con columna de madera fijada al sobrecimiento de hormigón.

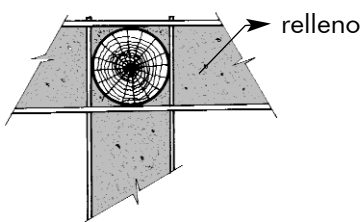
## ESTRUCTURA Y RELLENO - Bahareque Tradicional

El bahareque tradicional consiste en una estructura de madera rolliza o bambú (guadua) rellena de tierra con paja, embutiendola al interior de la osamenta doble de tiras de bambú o cañas delgadas.

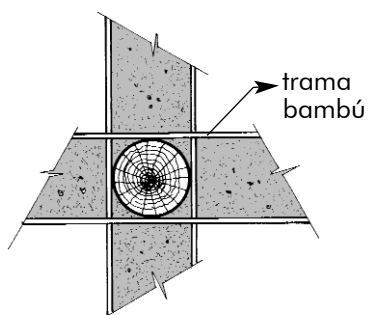
Encuentro en esquina



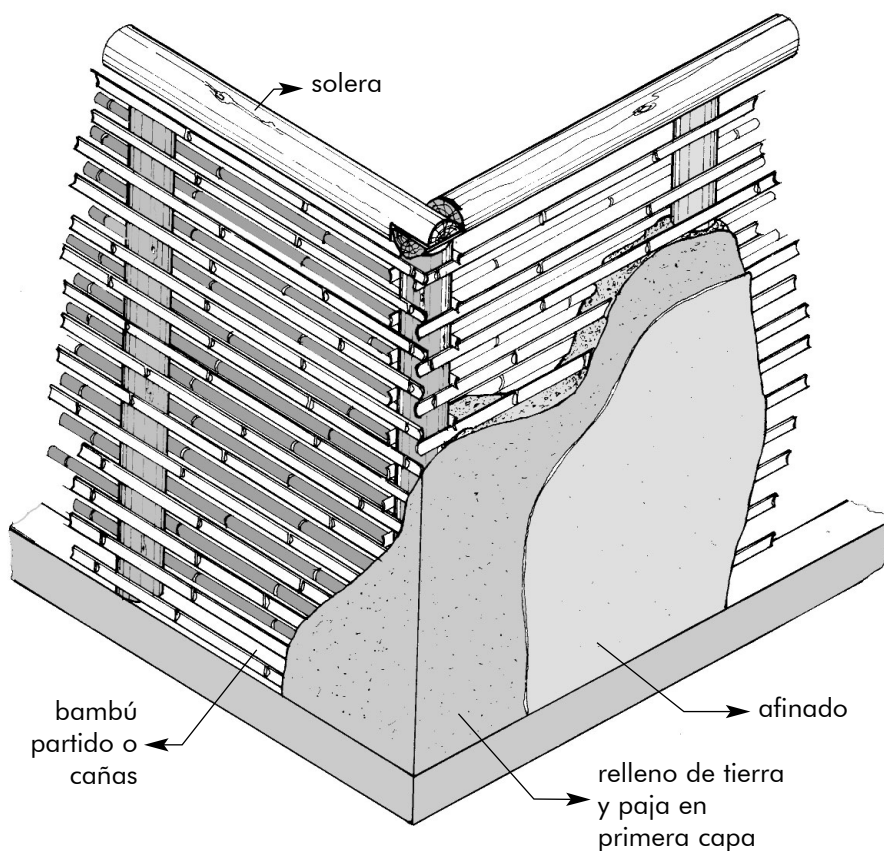
Encuentro en "T"



Encuentro en "+"

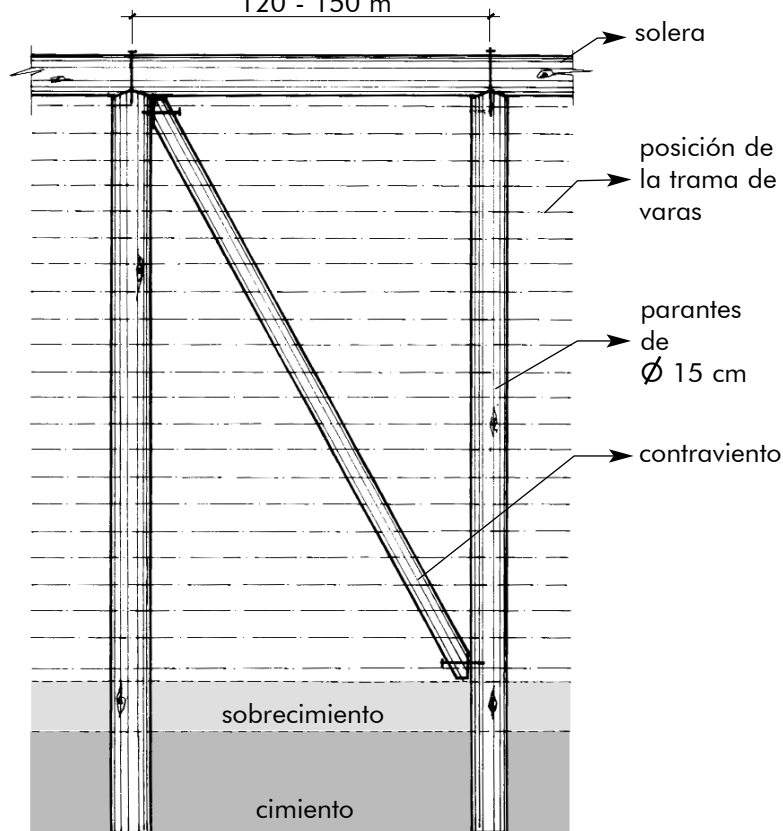


Detalle de la estructura del muro

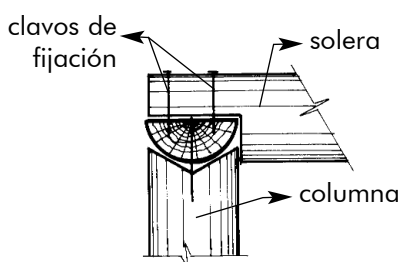


Elevación tipo para muro

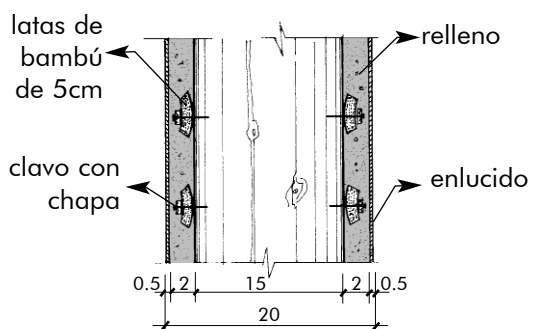
120 - 150 m



Detalle de solera-columna



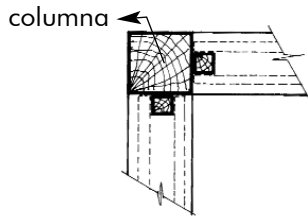
Corte de muro



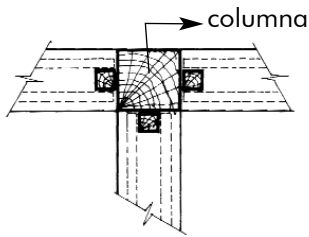
# ESTRUCTURA Y RELLENO - Bahareque Convencional

Este tipo de Bahareque es una versión mas moderna del bahareque tradicional, esta es la mas usada. Cuenta con una trama de varas de cañas o bambú fijadas con alambres y clavos a una estructura de madera aserrada que permita un mejor ensamblado acabado.

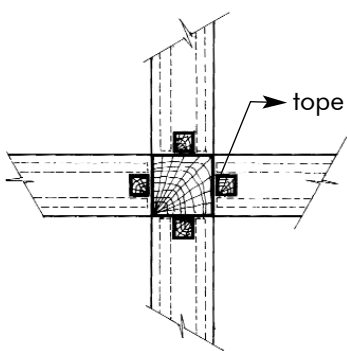
Encuentro en esquina



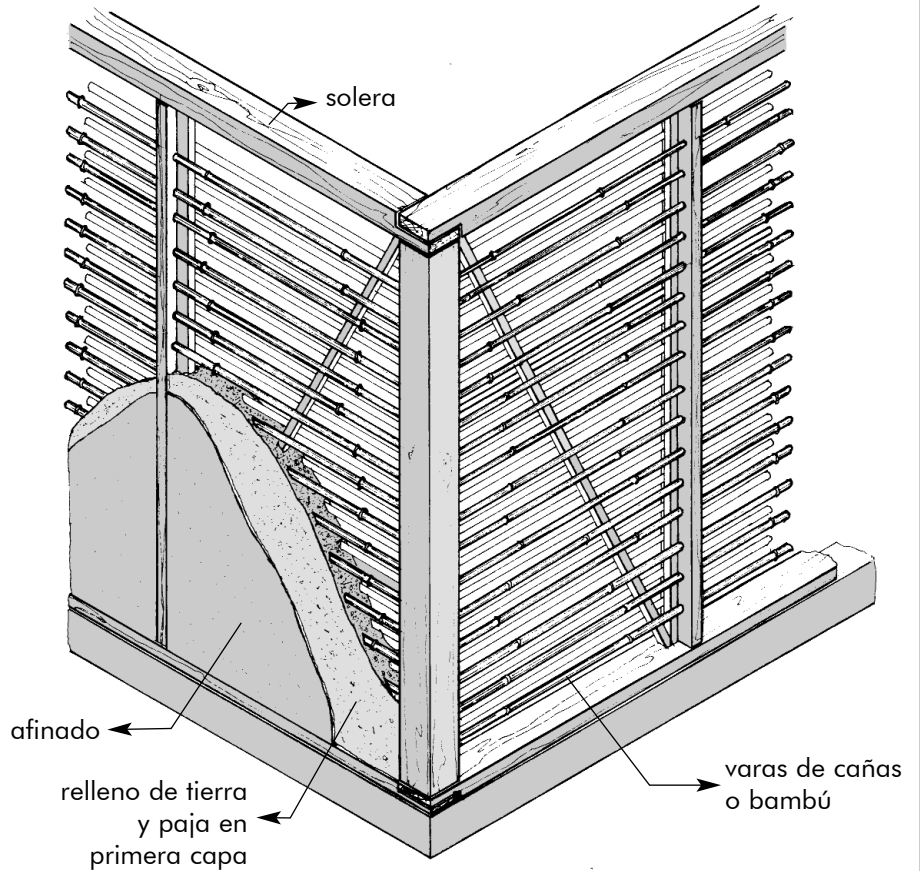
Encuentro en "T"



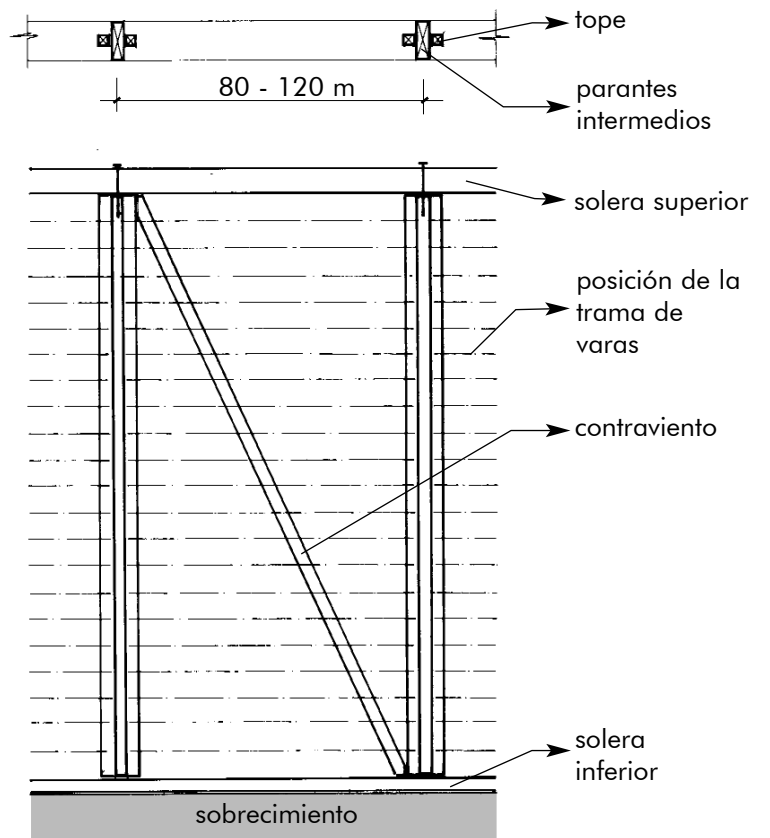
Encuentro en "+"



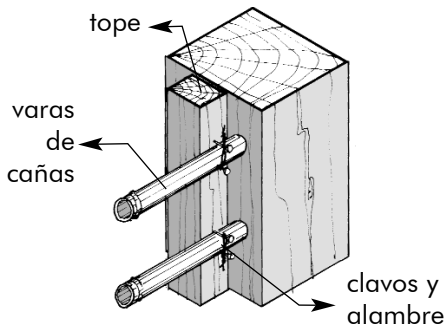
Detalle de la estructura del muro



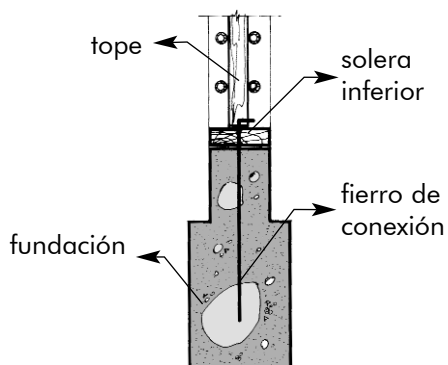
Elevación tipo para muro



Detalle de amarre de cañas



Detalle de fijación de solera y cimiento

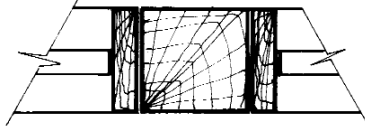




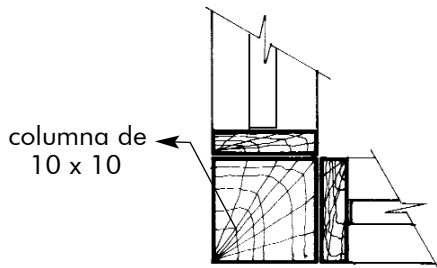
## ESTRUCTURA Y RELLENO - Paneles Prefabricados

El panel prefabricado "Quincha" es un bastidor de madera aserrada, entretejido con varas de cañas o latas de bambú, trenzadas de manera que permita su autofijación, estos paneles después de ser montados constituyen paredes que serán revocadas con mortero de tierra y paja en una primera capa y luego una capa fina de terminación. La ventaja del panel prefabricado es que permite hacer simultáneamente los paneles y la estructura que lo va a portar en el muro reduciéndose el tiempo de montaje del mismo.

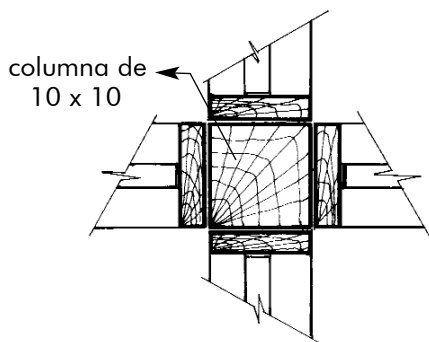
Encuentro interior de muro



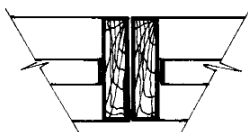
Encuentro en esquina



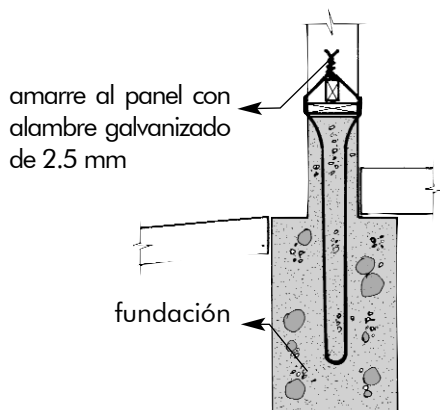
Encuentro en "+"



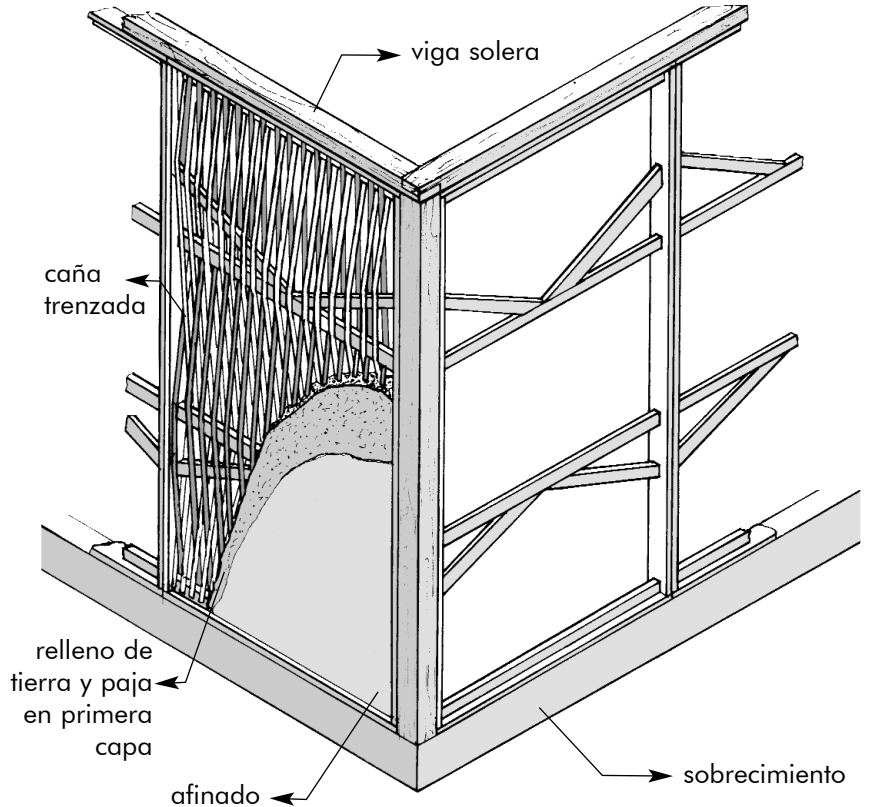
Encuentro entre dos paneles



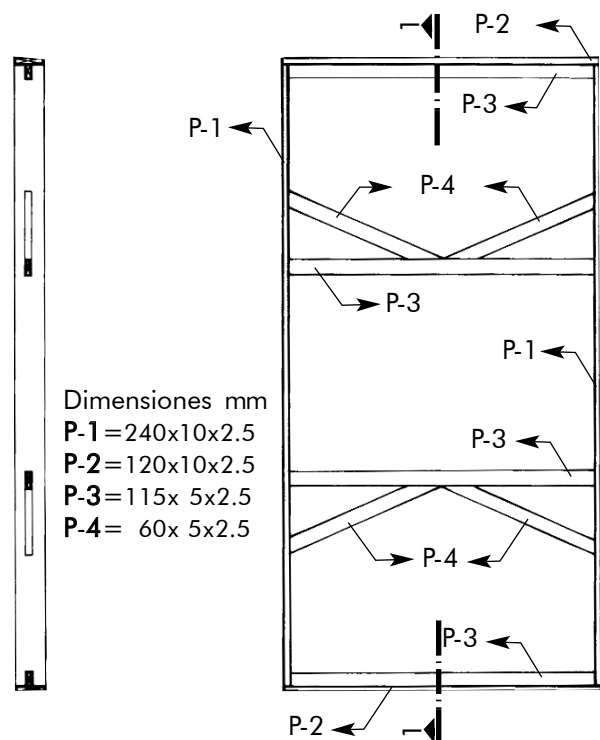
Detalle de fijación de la cimentación a los paneles



Detalle del muro con panel prefabricado



Panel tipo para muro

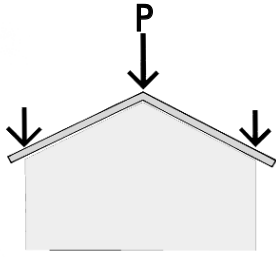


Dimensiones mm  
 P-1 = 240x10x2.5  
 P-2 = 120x10x2.5  
 P-3 = 115x 5x2.5  
 P-4 = 60x 5x2.5

Corte 1-1

Elevación

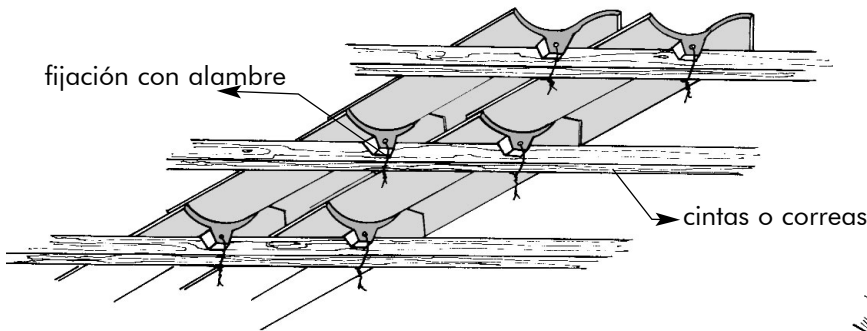
# ESTRUCTURAS PARA TECHOS



El techo: estructura y cobertura se comportan como un diafragma (rígido y flexible) que resiste a la flexión y el cizallamiento.  
 Una vivienda en zona sísmica requiere de un techo ligero y que reparta su carga de manera homogénea sobre los muros.  
 También es necesario que se consideren los aleros como parte de la protección del muro, ellos no deben ser menores de 50cm ni mayores de 1m.

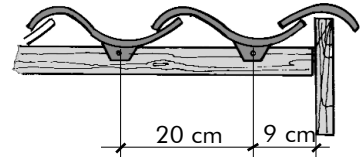
## TIPOS

### TEJAS DE MICRO-CONCRETO

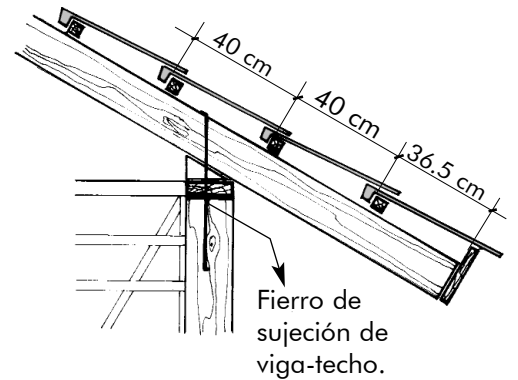


Las tejas de microconcreto aíslan mejor el ambiente interior del calor y el ruido de la lluvia. Pero requiere de una estructura uniforme y mayor cantidad de cintas o correas. Para un metro cuadrado de techo es necesario 12.5 unidades de tejas.

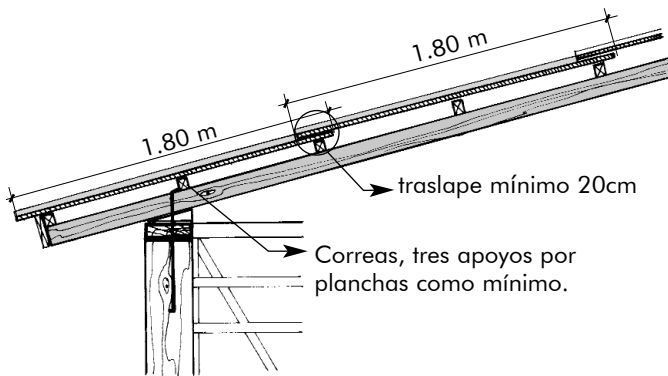
### Instalación lateral



### Detalle de traslape y anclaje



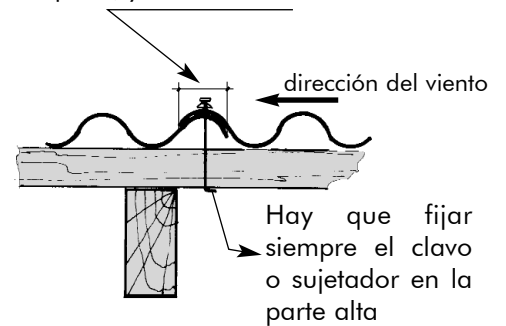
### PLANCHAS ONDULADAS



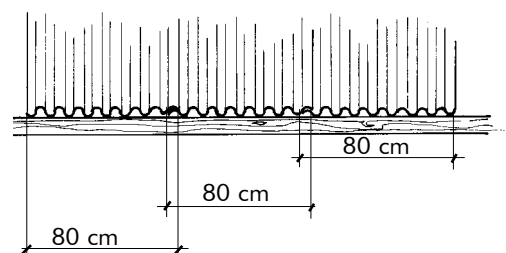
Las planchas onduladas, (Zinc) son más fáciles para colocar en una casa además son económicas, pero dejan pasar el calor y el ruido. Una vez que se ha perforado es necesario cambiar toda la plancha. Para un 1.20m<sup>2</sup> de techo es necesario 1 plancha.

### Traslape y fijación

En láminas que tienen ondas pequeñas (25mm) el traslape se hace con una onda completa, y en el sentido del viento.



### Traslape lateral



# REVESTIMIENTOS

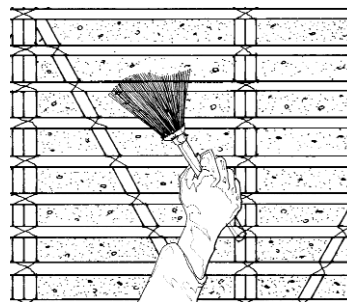
Tratamiento que se aplica en la superficie de la pared con el fin de protegerla de las incidencias del clima y el uso. También sirve para darle un mejor valor estético a la casa.

Una pared protegida por un revestimiento estará en mejores condiciones frente a un sismo

**El trabajo de realización de los repellos comprende varias etapas:**

## 1. Preparación:

Limpiar el muro con el fin de eliminar elementos sueltos de tierra y arena, para garantizar la adherencia del repello a la trama del muro. Si se decide humedecer el muro, se deberá esperar un tiempo prudencial para que el muro pueda evaporar y absorber hacia el interior el agua.



## 2. La primera capa:

Sirve para nivelar las imperfecciones del muro y que este pueda recibir la capa de afinado.

El espesor de esta capa será de 8mm a 20mm.

El mortero debe tener las proporciones siguientes:

1 parte de tierra arcillosa a 5mm.

2 partes de arena ( que pasen la malla de 5mm)

1/3 de paja cortada a 3cms de largo.



## 3. "Incisiones"

Inmediatamente después de colocada la primera capa, antes que seque se realizan las "incisiones" con la ayuda de un cepillo de puas o clavos, esto mejora la adhesión de la segunda capa con la primera.



## 4. La segunda capa "el afinado".

Una capa delgada de sello o protección y que da la calidad estética, esta se realiza cuando la primera capa esta completamente seca.

El espesor es de 1 a 2mm.

El mortero en proporciones aproximadas será de:

1 de tierra (que pase por la malla de 2mm)

3 ó 4 de arena fina.

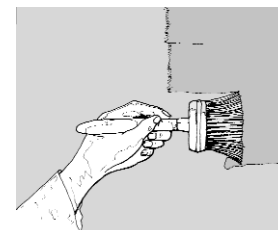
Es importante cuando se decide realizar el repello que siempre se hagan pruebas de la mezcla, cambiando de proporciones hasta llegar a la mezcla adecuada que no fisure y sea resistente.



## 5. Sellado.

Se realiza con una esponja haciendo movimientos circulares y luego se espera unos minutos (15 a 20min) para proceder a pasar la brocha seca haciendo movimientos rectos, el objetivo es de sellar la superficie. Alternativas: existen otras alternativas o combinaciones.

cal y arena,  
cal, arena, tierra,  
yeso y arena,  
yeso, cal y arena



# Anexo

## VIVIENDA BAHAREQUE CEREN REFORZADO

Esta propuesta está basada en una técnica ancestral desarrollada por los antiguos habitantes en la denominada joya de Ceren de El Salvador, actualmente quedan restos arqueológicos que testimonian de su presencia, donde podemos verificar las formas y técnicas constructivas utilizadas.

A raíz de una visita realizada (1995) a este sitio arqueológico el autor se propone realizar una búsqueda para desarrollar una nueva propuesta partiendo o tomando como base las formas constructivas propias de esta civilización y adaptarlas a formas y materiales contemporáneos pero sobre todo a la condicionante sísmica. Posteriormente se realizaron las primeras experimentaciones en el centro de investigaciones CRATerre - Francia.

En el año 2001, se pudo concretizar con la ejecución de un prototipo llamado la "semilla" dentro del marco "programa de reconstrucción de viviendas en El Salvador" bajo el encargo de MISEREOR y FUNDASAL. Comprobándose sobre en el terreno las ventajas y efectividad del sistema, que en el futuro puede contribuir a la solución del problema de vivienda.

Una de las características de esta propuesta es la eliminación de la madera, (evitar así su tala indiscriminada) su resistencia estructural y una ejecución simple. Esta propuesta se denomina "BAHAREQUE-CEREN" precisamente en homenaje a esa cultura prehispánica y testimoniar la continuidad de una cultura constructiva.

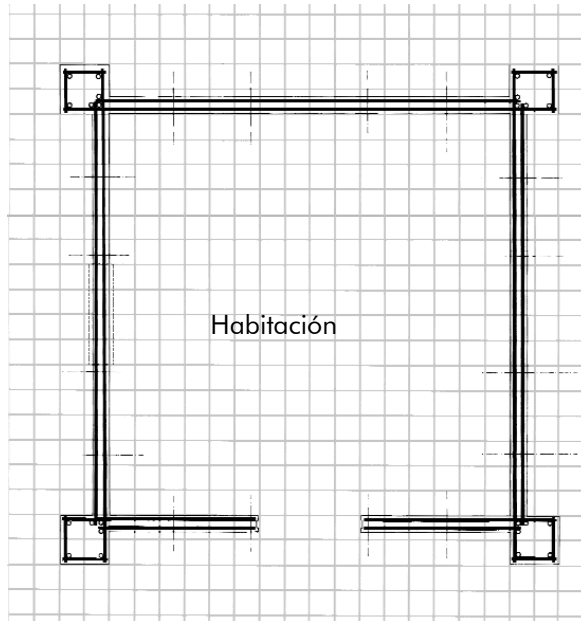
Arq. Wilfredo Carazas Aedo

## EVOLUCION DE LA SEMILLA

Las dimensiones de la vivienda se desarrollan tomando un módulo llamado "la semilla", que reúne las condiciones parasísmicas, a partir de esta se desarrollan las ampliaciones sucesivas.

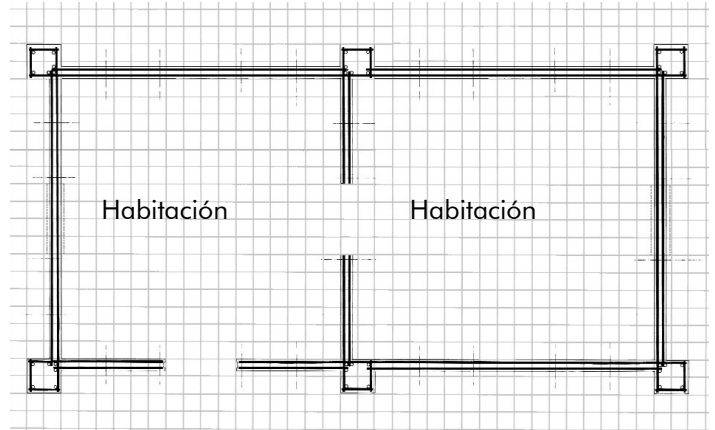
El tamaño y crecimiento de la vivienda se realizará en función de las condiciones económicas, disponibilidad de materiales y tiempo.

Si existen condiciones se puede construir directamente la última etapa.



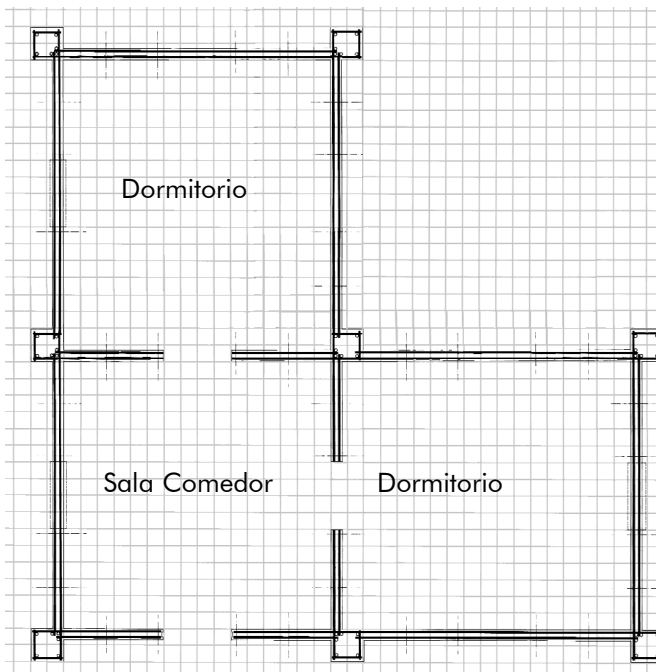
**LA SEMILLA**

Espacio habitable = 10.24 m<sup>2</sup>



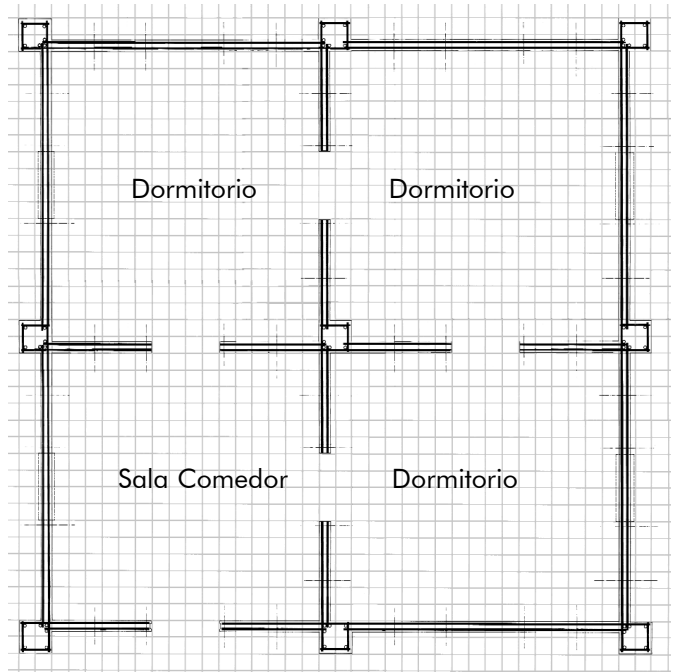
**VIVIENDA BASICA RURAL**

Espacio habitable = 21.28 m<sup>2</sup>



**VIVIENDA INTERMEDIA**

Espacio habitable = 32.32 m<sup>2</sup>



**VIVIENDA COMPLETA**

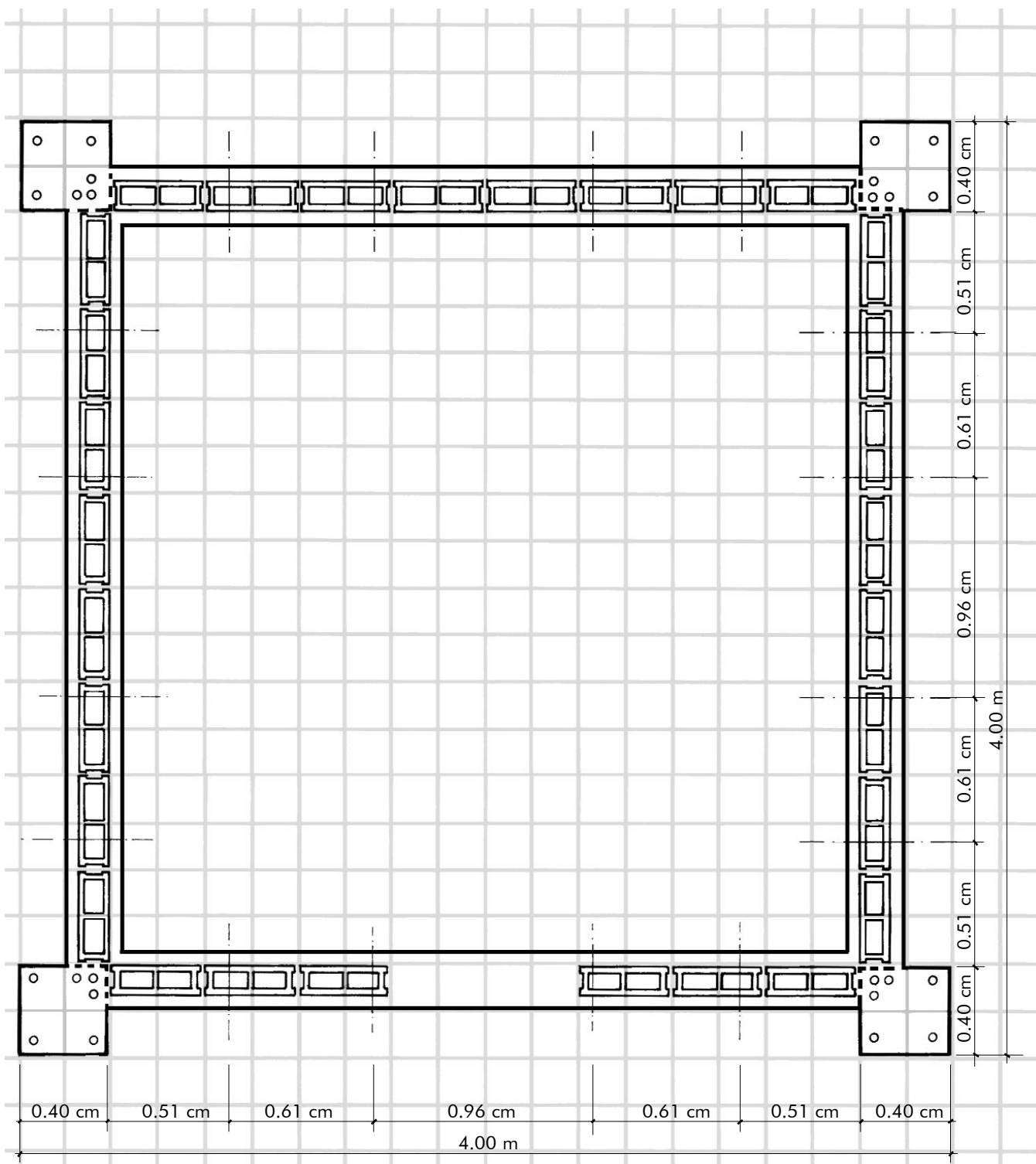
Espacio habitable = 44.2 m<sup>2</sup>

**IMPORTANTE.** No se considera el espacio destinado a la cocina porque tradicionalmente esta ubicado en un anexo. Si las condiciones lo favorecen se puede considerar "la semilla" como cocina.

**CUIDADO:** Estas formas no son iguales a una vivienda rectangular o en "L". Aquí es la suma de módulos debidamente arriostrados.

## PLANTA DE FUNDACION Y SOBRECIMIENTO

Después de realizar la cimentación e instalación de las columnas se procede a la ejecución del sobrecimiento que consistirá en la colocación de los bloques de hormigón huecos, seguidamente se instalan las varas verticales a la distancia señalada.



Cantidad de bloques de 39 x14 x19 o similar = 30 bloques x célula  
El cimiento de concreto ciclópeo será de 25 cm de ancho x 40 cm de alto

## PLANTA DE INSTALACION DE VARAS

Para una mejor comprensión se han clasificado las varas en relación a su longitud, a continuación las cantidades necesarias para una célula

### Varas horizontales

	Cantidad	Dimensión
V-1	80 varas	3.98 m
V-2	80 varas	3.36 m
V-3	40 varas	1.78 m
V-4	40 varas	1.24 m
V-5	200 varas	0.38 m

### Varas verticales

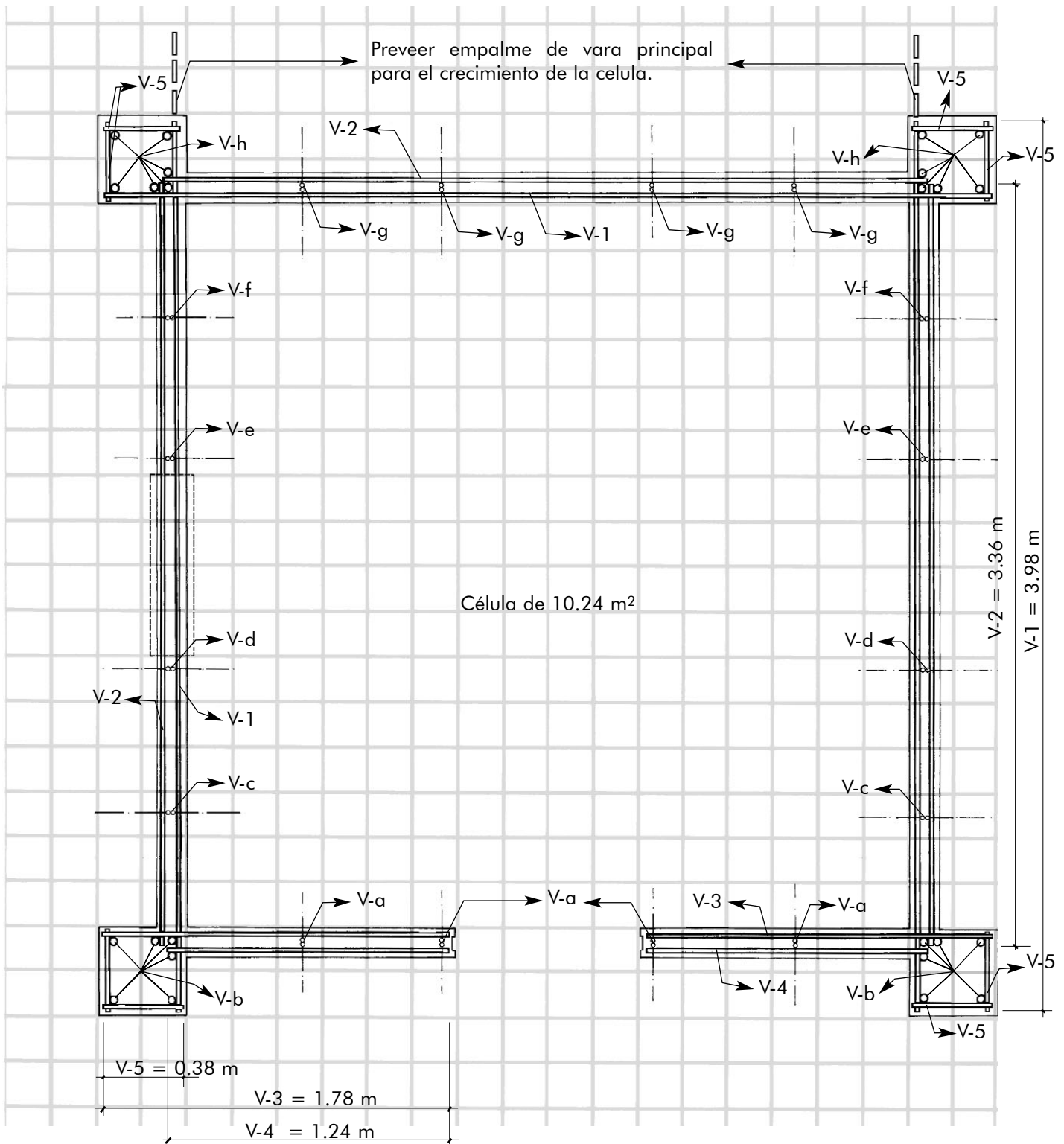
	Cantidad	Dimensión
V-a	8	2.30 m
V-b	12	2.60 m
V-c	4	2.41 m
V-d	4	2.53 m
V-e	4	2.80 m

### Varas verticales

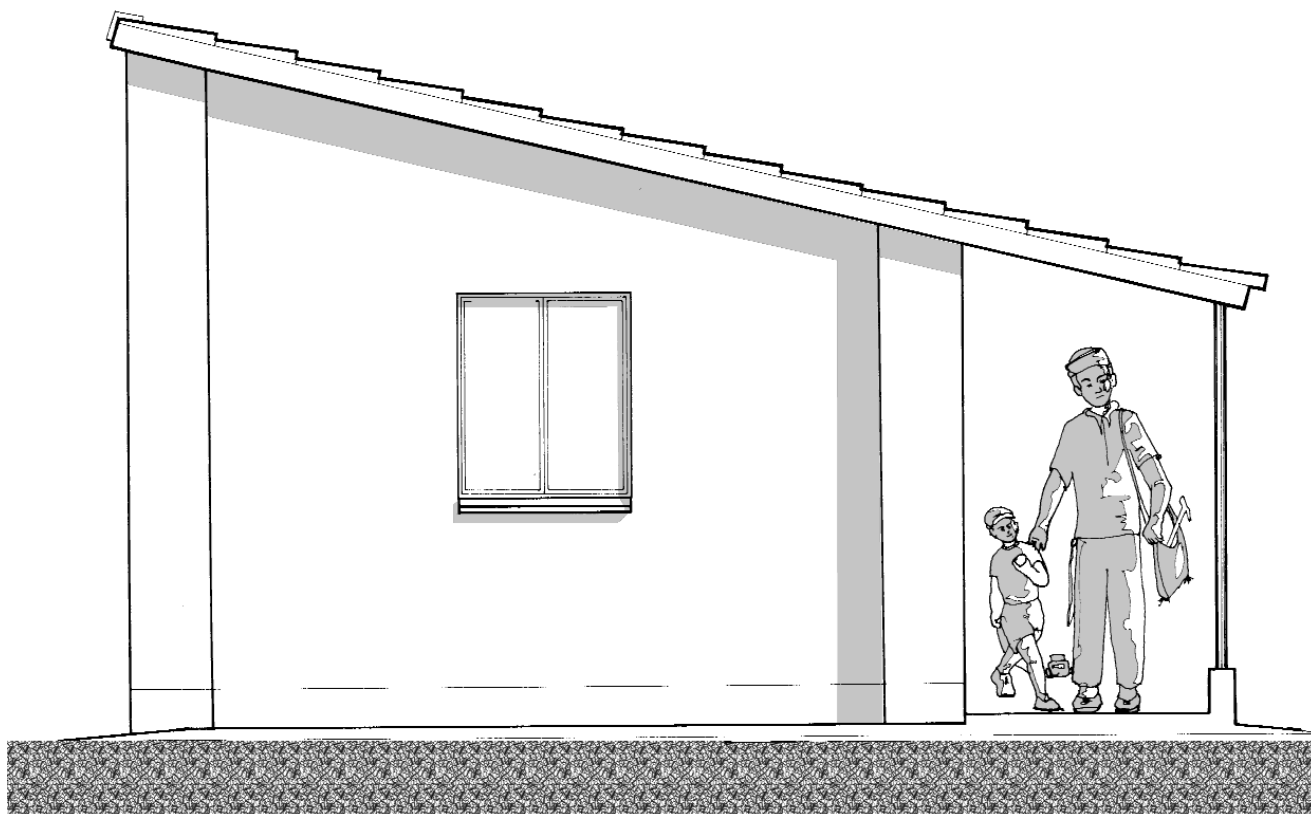
V-f	4	2.92 m
V-g	8	3.10 m
V-h	12	3.40 m

### Contravientos:

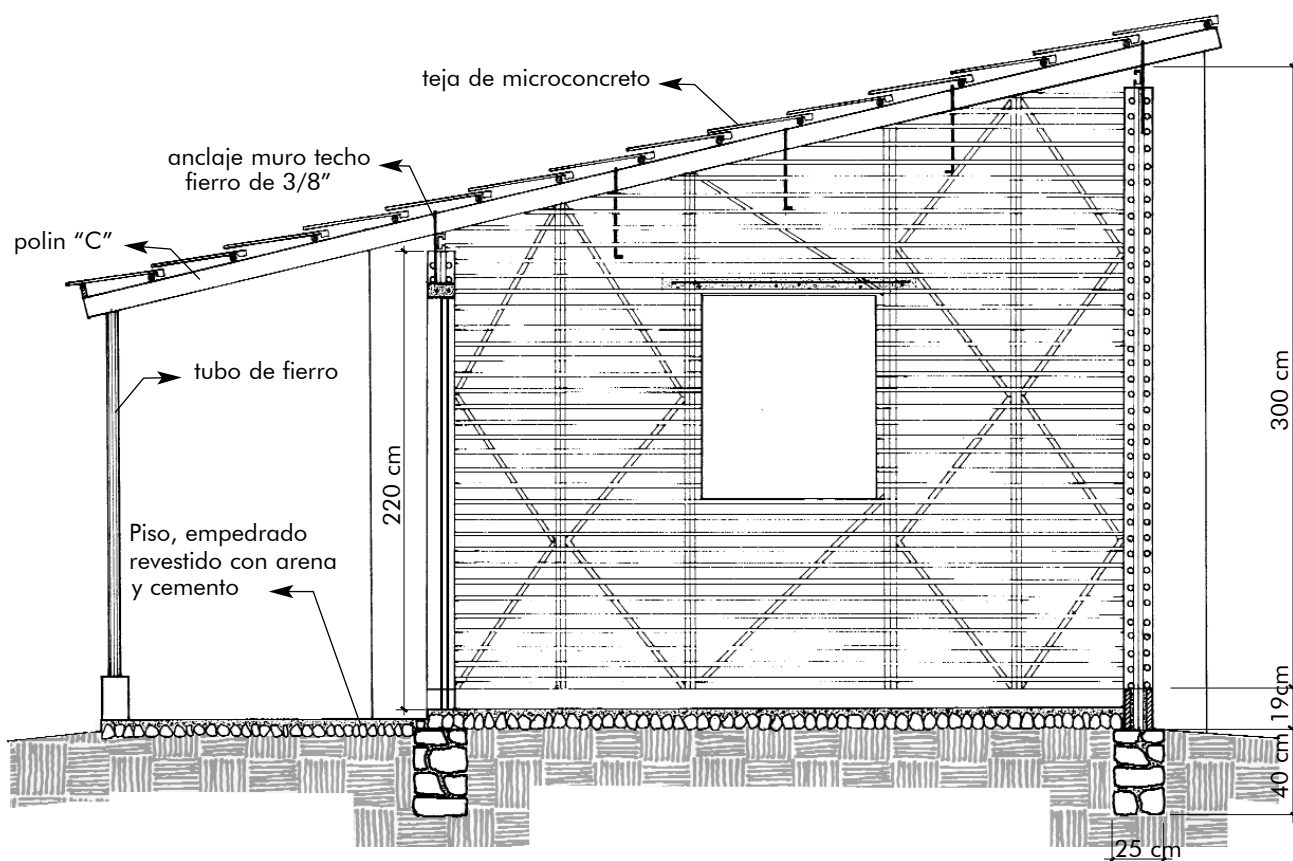
cantidad 60	dimensión 0.90m
-------------	-----------------



# ELEVACION Y CORTE



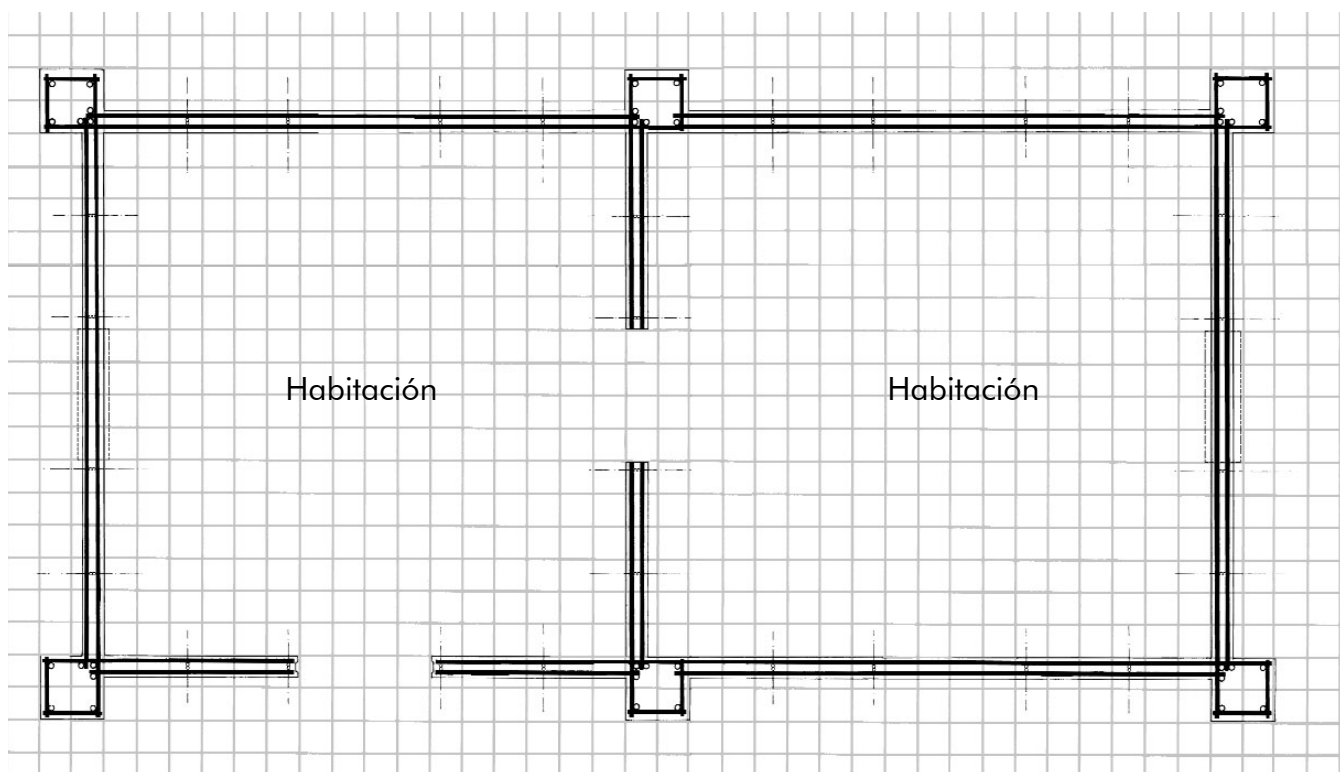
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA



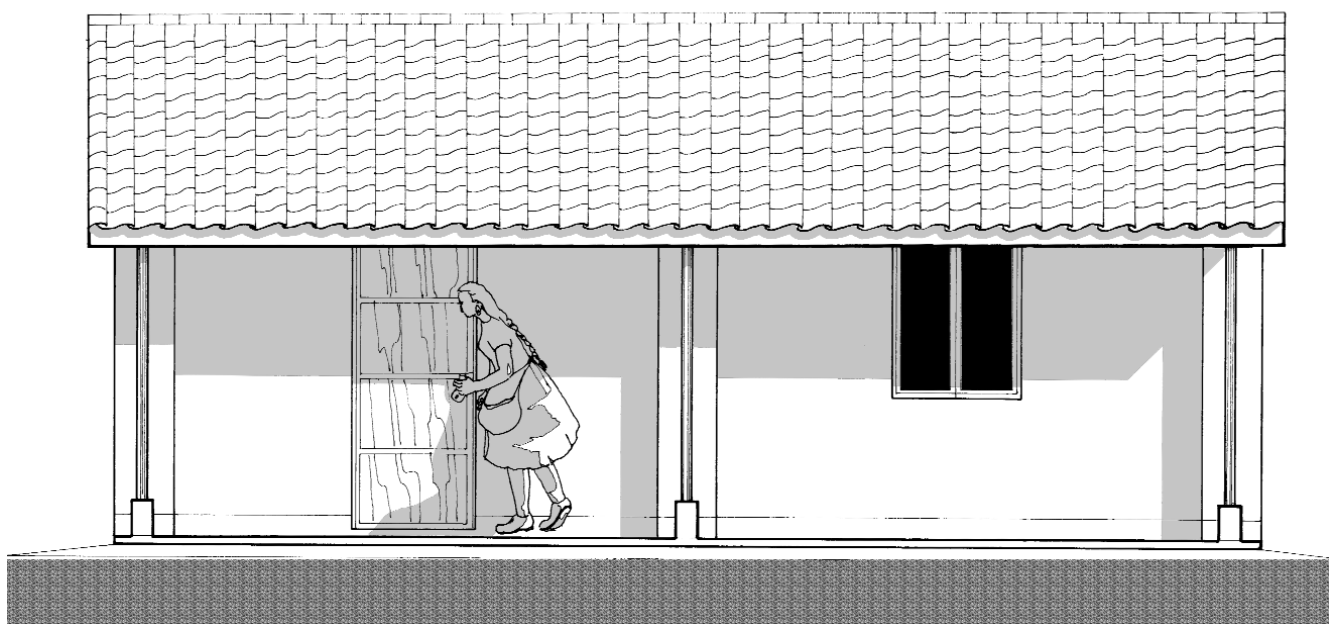
CORTE A-A



# VIVIENDA RURAL CON 21.28 m<sup>2</sup> DE ESPACIO HABITABLE

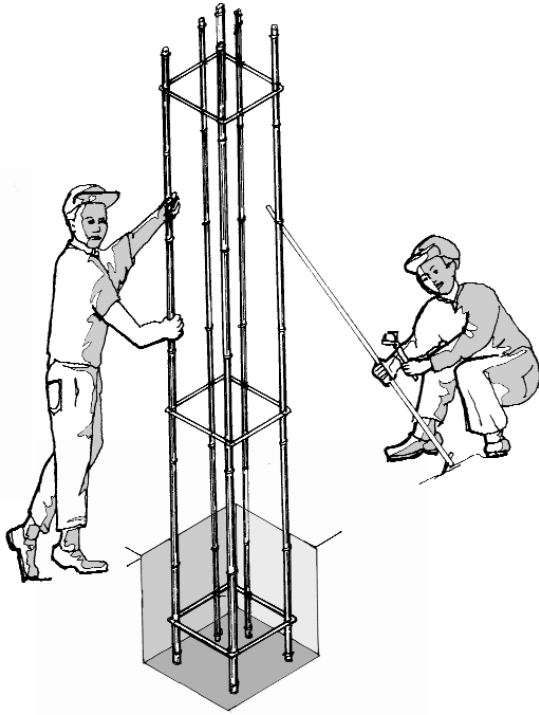


PLANTA DE LA VIVIENDA

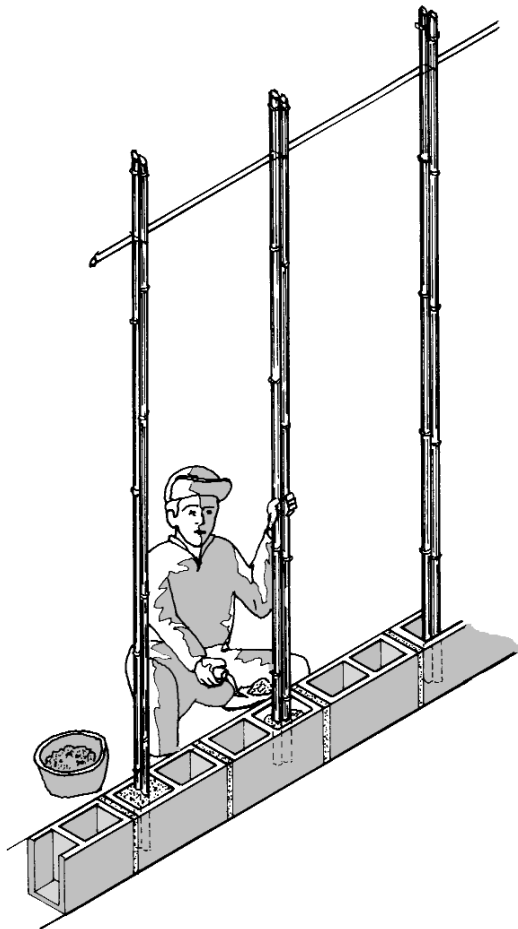


FACHADA

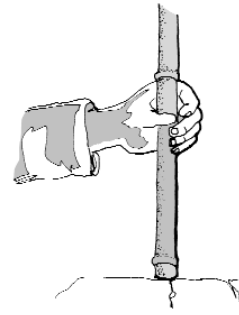
## DETALLES CONSTRUCTIVOS



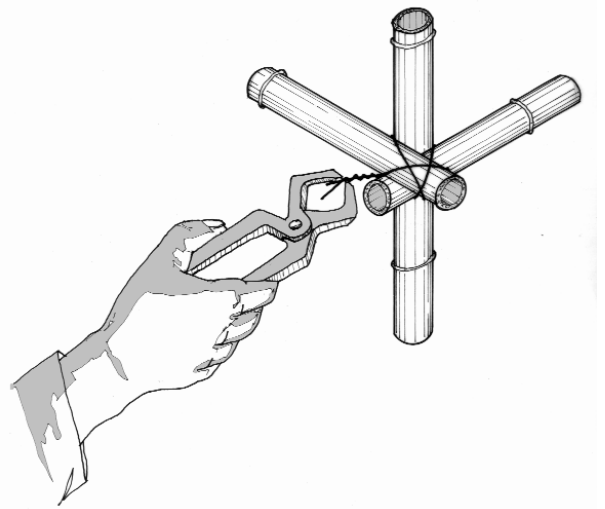
Para la instalación de las columnas debe utilizarse plomada para garantizar su verticalidad y se aseguran con contravientos de manera provisional.



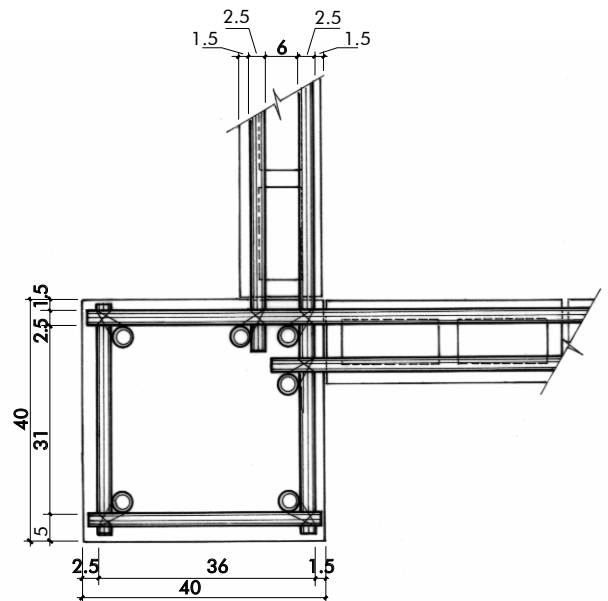
Luego de definir la posición de las varas verticales se procede a fijarlas. En caso de utilizar los bloques de hormigón huecos se aprovechan estos.



El corte de las varas de cañas, se debe hacer siempre después de un nudo.

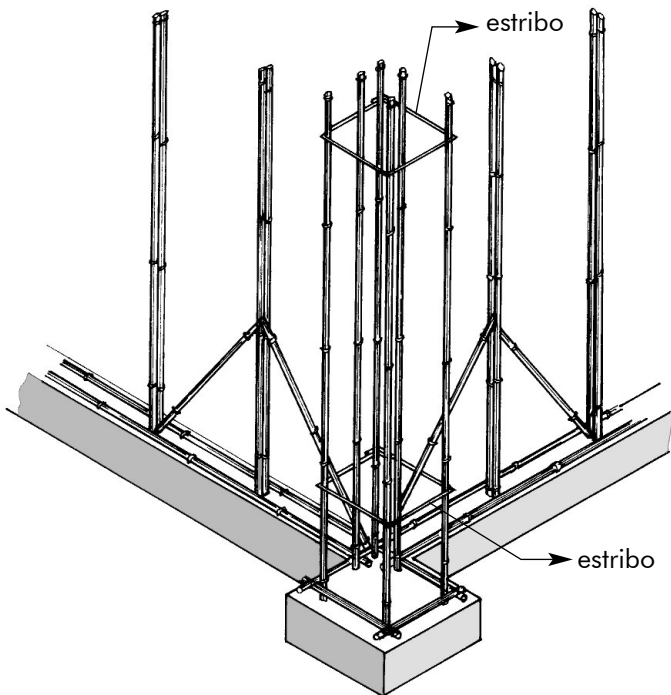


El amarre de las varas se hará con un material flexible, que puede ser alambre galvanizado o fibra vegetal tratada.

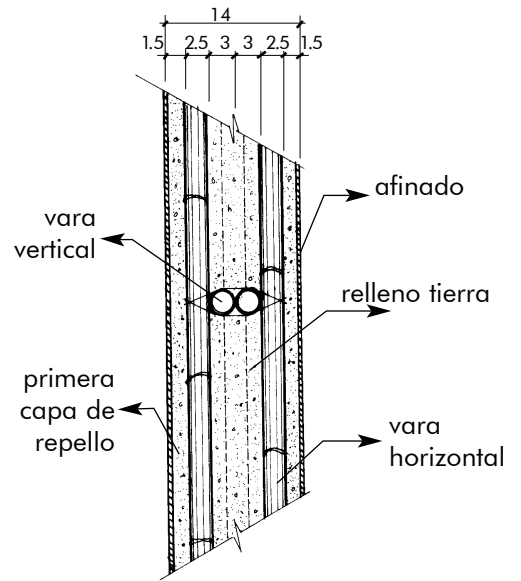


Detalle de empalme de las varas en la columna de esquinas.

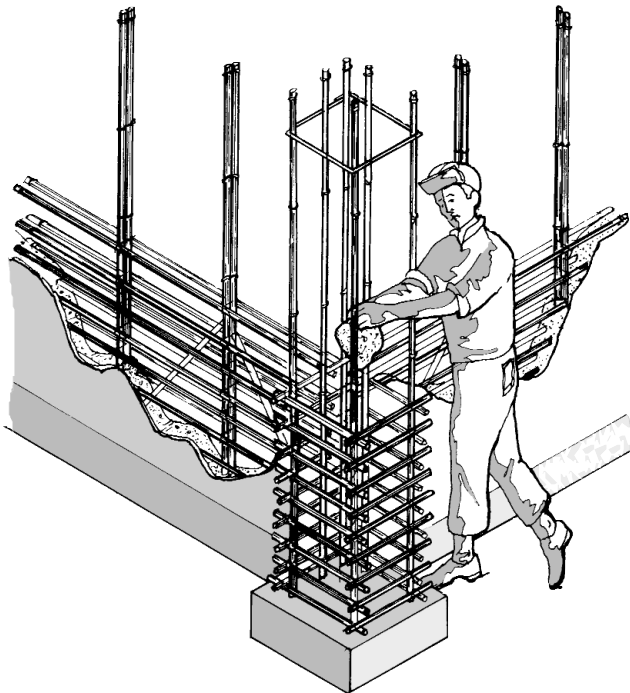
## DETALLES CONSTRUCTIVOS



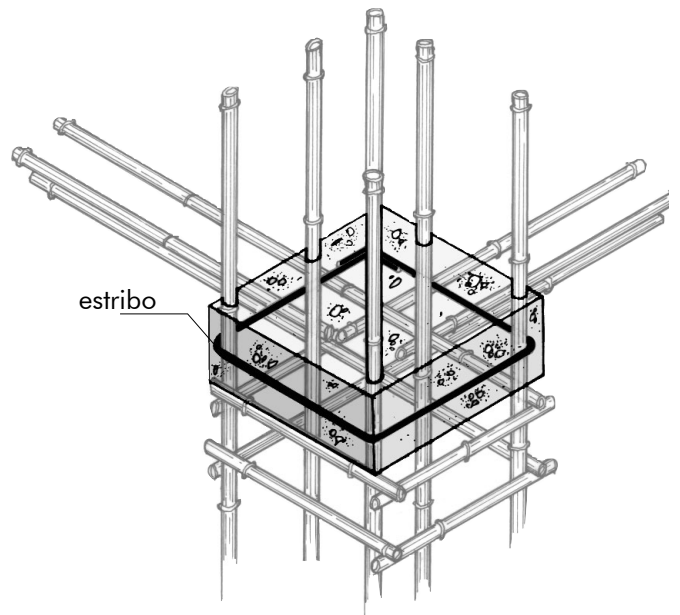
Después de colocadas las varas verticales de columnas y muros y antes de las varas horizontales deben fijarse los contravientos.



Detalle de unión de varas verticales y horizontales



Después de colocar las varas horizontales hasta una altura de 50 cm se recomienda rellenar primero las columnas con mortero de barro y paja y seguidamente las paredes. La separación entre las barras horizontales será entre 6cm a 8cm.



Detalle del recubrimiento del estribo de hierro (diámetro 1/4" ), con mortero de hormigón con el fin de rigidizar la columna.

## SECUENCIA DE INSTALACION DE VARAS

