

CASAS SISMORRESISTENTES Y SALUDABLES DE ADOBE REFORZADO CON CUERDAS



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ



CASAS SISMORRESISTENTES Y SALUDABLES DE ADOBE REFORZADO CON CUERDAS

Versión imprimible

MARCIAL BLONDET

Editor

INVESTIGADORES PRINCIPALES

Marcial Blondet

Julio Vargas Neumann

Nicola Tarque

ASISTENTES DE INVESTIGACIÓN

Carlos Sosa

Jonathan Soto

Malena Serrano

Elin Mattsson

ELABORACIÓN, DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Alvaro Rubiños

DIBUJO ARTÍSTICO

Omar Zevallos

COLABORADORES

Gerencia de Investigación y Normalización del SENCICO

Esta cartilla reproduce parcialmente textos y figuras de la publicación Manual de Construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo, saludables y seguras. ISBN: 978-9972-42-940-8 del Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP, en virtud de su autorización expresa en la primera edición: octubre 2010

CASAS SISMORRESISTENTES Y SALUDABLES DE ADOBE REFORZADO CON CUERDAS

Marcial Blondet y Julio Vargas Neumann

© Marcial Blondet y Julio Vargas Neumann, 2015

Este manual se desarrolló con el financiamiento del SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACION PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (SENCICO). Se permite la reproducción total o parcial de esta publicación en cualquier medio, siempre que se mencione la fuente.

Agradecimientos

A Tesania Velasquez, Carla Sagastegui, Juan Miguel Espinoza, María Teresa Rodríguez y Ruth Nevado de la DARS-PUCP, por participar con entusiasmo en un proyecto de construcción sismorresistente con adobe reforzado con cuerdas;

a Gladys Villa García y a todo el personal del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas PUCP, por su capacidad técnica y excelente trabajo durante la investigación de esta tecnología;

a Sandra Carrillo, por sus valiosas sugerencias para la comunicación efectiva y transferencia tecnológica;

al Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), por financiar el desarrollo de este manual.

Reconocimientos

El contenido técnico de este manual se basa principalmente en las siguientes cartillas:

- Vargas, J., D. Torrealva y M. Blondet 2007a. Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas – Zona Costa. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Vargas, J., D. Torrealva y M. Blondet 2007b. Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas – Zona Sierra. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

Este manual también recoge valiosa información de las siguientes cartillas:

- Blondet, M. (editor). 2007. Construcción antisísmica de viviendas de ladrillo - Para albañiles y maestros de obra. Tercera edición. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- CARE Perú. 2007. Saneamiento básico de letrinas de pozo seco ventilado. Lima, Perú.
- GTZ (Cooperación Alemana para el Desarrollo). 2008. Manual de Capacitación para Instalador de Cocina Mejorada Familiar (Cámara de combustión de ladrillo pandereta y pastelero). Lima, Perú.
- GTZ (Cooperación Alemana para el Desarrollo). 2009. Manual de Construcciones Sismorresistentes en adobe – Tecnología de geomalla. Lima, Perú.

PRESENTACION

El adobe es un material de construcción muy común en el Perú y en el mundo. Lamentablemente, la mayoría de las casas que usan este material de forma tradicional (sin refuerzo sísmico) no está preparada para resistir terremotos. Los terremotos destruyen miles de construcciones de adobe y causan muerte y lesiones a muchas personas. Estas tragedias pueden ser evitadas mediante la construcción de casas de adobe sismorresistentes.

La finalidad de este manual es enseñar cómo construir casas de adobe de un piso de forma sismorresistente y saludable. Se presenta una técnica reforzamiento en base a mallas de cuerdas, que hacen más resistentes a las casas de adobe de un piso y evitan su colapso en un terremoto. Además, se señala la importancia de mejorar las condiciones higiénicas de las viviendas a través de la construcción de cocinas mejoradas y letrinas de pozo seco ventilado.

Este manual está dirigido principalmente a maestros de obra y personal con experiencia en construcción, quienes podrán aprender, paso a paso, cómo construir una casa de adobe de un piso reforzada con cuerdas. De esta manera, podrán mejorar sus habilidades constructivas y brindar un mejor servicio de a su comunidad.

Se espera que este manual sea usado en programas de capacitación que cuenten con una metodología adecuada de transferencia tecnológica, y que permita que las personas capacitadas aprendan de la tecnología y la utilicen espontáneamente en futuras construcciones. Así, miles de personas que actualmente viven en riesgo sísmico podrán vivir seguros y tranquilos.

CONTENIDO

PRESENTACION	
1. LA CASA DE ADOBE SISMORRESISTENTE	09
1.1 Características de la casa de adobe sismorresistente	09
1.2 Propuestas de casas	12
✓ La casa de dos ambientes	12
✓ La casa de tres ambientes	13
✓ La casa de cuatro ambientes	14
2. UBICACIÓN DE LA CASA	15
3. ELABORACIÓN DE LOS ADOBES	17
3.1 Elección de una buena tierra para hacer adobes	17
✓ Prueba del rollito	17
✓ Prueba de la bolita	18
3.2 Construcción del tendal	18
3.3 Fabricación de los moldes	19
3.4 Preparación del barro para hacer adobes	19
3.5 Elaboración de adobes	20
3.6 Secado y apilado de adobes	22
3.7 Prueba de resistencia de adobes	23
4. CONSTRUCCIÓN DE LOS CIMIENTOS	24
4.1 Nivelación del terreno	24
4.2 Trazado y replanteo	26
4.3 Excavación de cimientos	29
4.4 Llenado de cimientos	29
5. CONSTRUCCIÓN DE LOS SOBRECIMIENTOS	31
5.1 Construcción del encofrado	31
5.2 Llenado del sobrecimiento	32
6. CONSTRUCCIÓN DE LAS PAREDES	33
6.1 Prueba para escoger el mortero de barro	33
6.2 Emplantillado	34
6.3 Construcción de las paredes de adobe	35
7. CONSTRUCCIÓN DE VIGA COLLAR	39
8. COLOCACIÓN LA MALLA DE CUERDAS	41
8.1 Amarrado de la malla de cuerdas	41
9. CONSTRUCCIÓN DEL TECHO	46
9.1 Construcción del techo horizontal	46
9.2 Construcción del techo inclinado	48
10. TARRAJEO DE MUROS	49
11. COLOCACION DE PUERTAS Y VENTANAS	50
12. ACABADOS	51
12.1 Pisos	51
12.2 Veredas	52
12.3 Instalaciones eléctricas	53
13. LA CASA DE ADOBE SALUDABLE	54
Apéndice 1	
EMPLANTILLADOS DE LAS PROPUESTAS DE VIVIENDA	55

1. LA CASA DE ADOBE SISMORRESISTENTE

1.1 Características de una casa de adobe sismorresistente

Una casa de adobe sismorresistente soporta los terremotos, a diferencia de una casa de adobe tradicional (sin refuerzo sísmico).

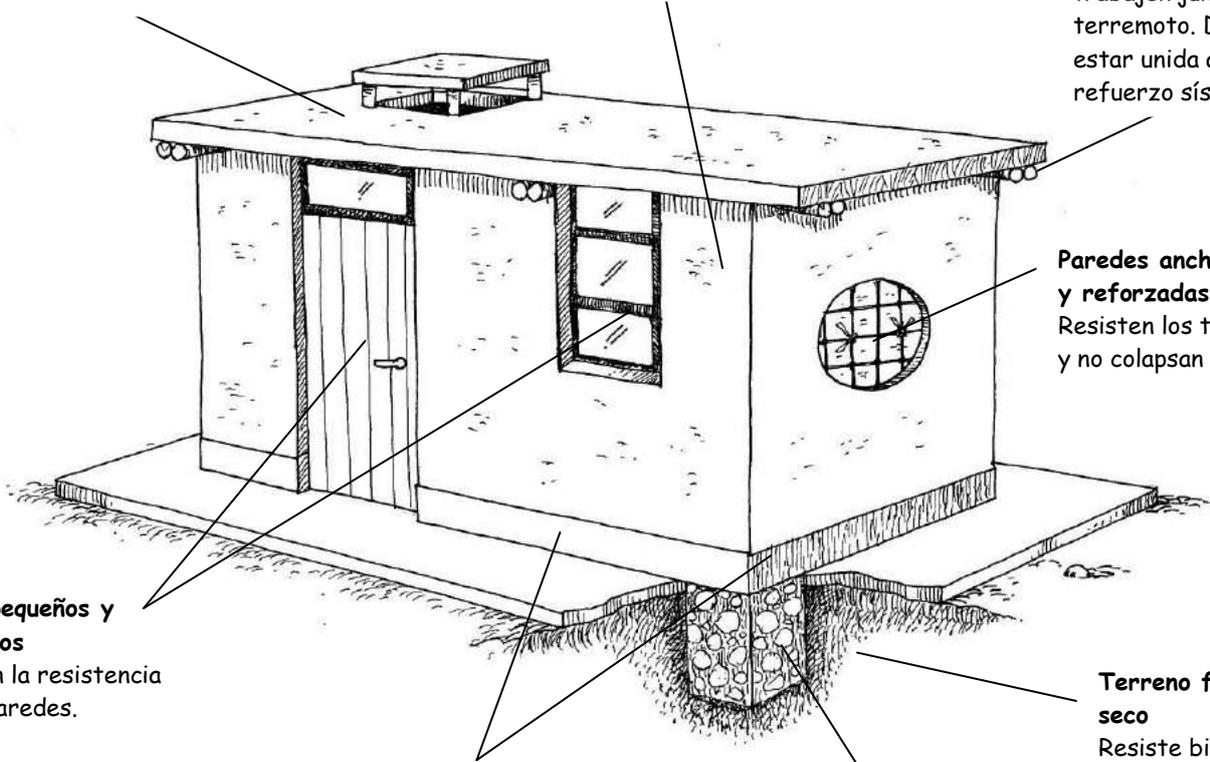
La siguiente figura muestra las características de una casa de adobe sismorresistente:



Techo liviano
Transmite menos fuerzas a las paredes durante un terremoto.

Tarrajeo de barro
Protege del sol al refuerzo sísmico y aumenta la resistencia de las paredes.

Viga collar
Amarra todas las paredes para que trabajen juntas en un terremoto. Debe estar unida al refuerzo sísmico



Paredes anchas y reforzadas
Resisten los terremotos y no colapsan

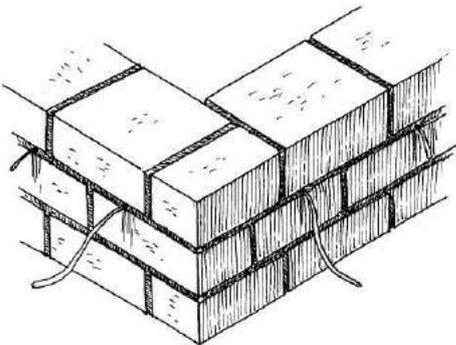
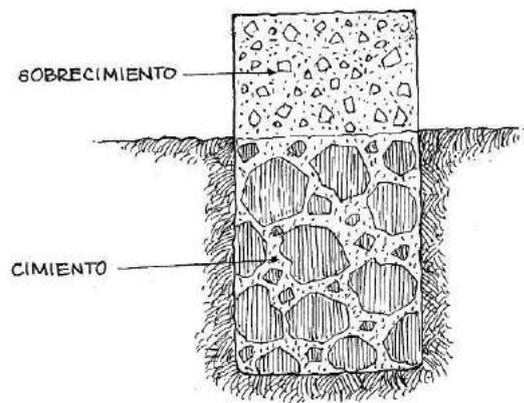
Vanos pequeños y centrados
Mejoran la resistencia de las paredes.

Sobrecimientos
Protegen a las paredes de la humedad del suelo.

Cimientos
Reparten el peso de la casa al suelo.

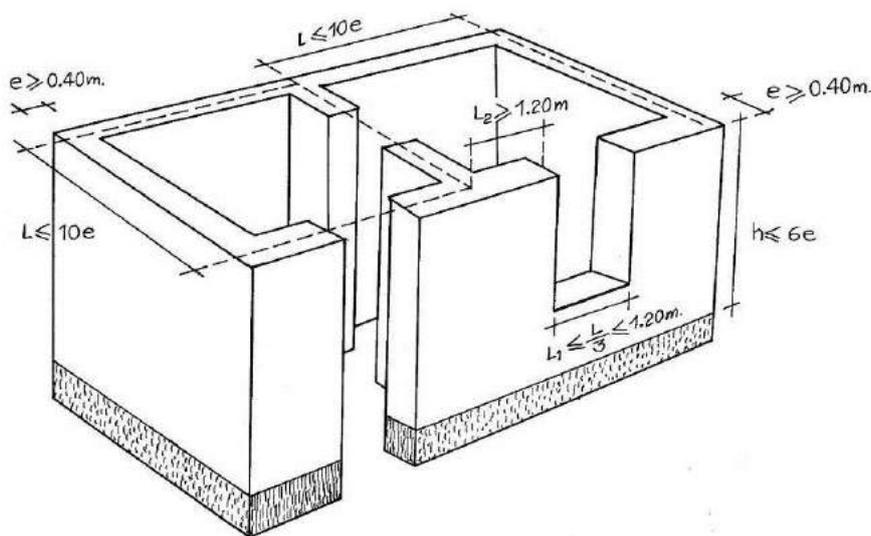
Terreno firme y seco
Resiste bien el peso de la casa.

Los cimientos y sobrecimientos están hechos con una mezcla de concreto y piedras para que sean resistentes y durables.



Las paredes están hechas con adobes anchos y resistentes. Los adobes se colocan de manera que haya buen amarre en las esquinas.

La distribución de paredes es regular para que la casa sea fuerte por todos sus lados. Una casa sismorresistente sigue las siguientes recomendaciones:



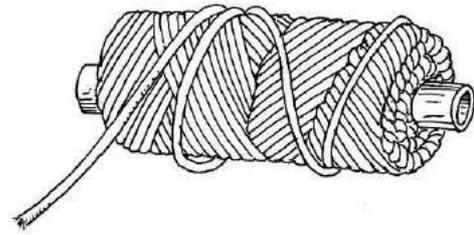
Por ejemplo, si las paredes tienen un ancho de 40 cm ($e = 0,40$ m), se tendrá:

1. Muros de 4,00 m de largo como máximo (entre muros transversales).
2. Altura máxima de paredes igual a 2,40 m.
3. Ventanas y puertas centradas de 1,20 m de ancho como máximo.

Recomendaciones

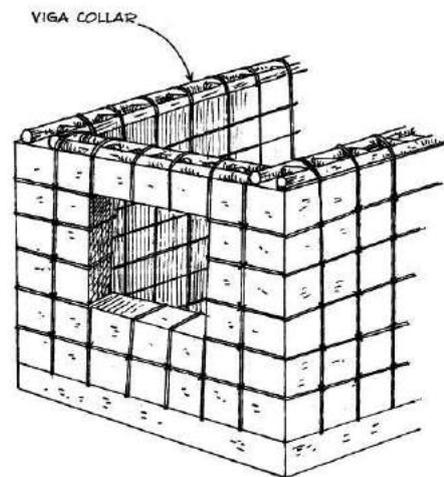
La casa debe tener solo un piso. **NO** construyas casas de adobe de dos o tres pisos porque no resisten bien los terremotos.

Las paredes están reforzadas con una malla hecha con cuerdas de "driza". Las drizas sirven para izar banderas o para las cortinas de las ventanas. El diámetro mínimo es de 5/32".



Estas cuerdas se fijan envuelven todas las paredes de adobe para hacerlas más resistentes a los terremotos.

Sobre todas las paredes se coloca una viga collar de madera. Esta viga collar, envuelta por las cuerdas, amarra todas las paredes para que trabajen juntas durante un terremoto.

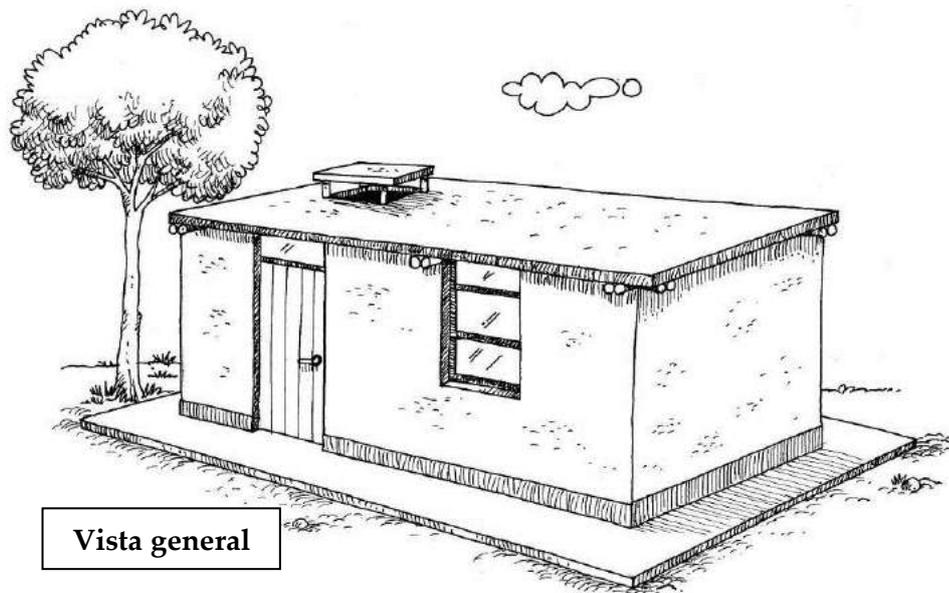


Las paredes se tarrajean con barro. El tarrajeo protege a las cuerdas del sol, da mayor resistencia a las paredes y brinda un mejor acabado a tu casa.

1.2 Propuestas de casas

Este manual propone tres casas de adobe sismorresistentes. Elige la más adecuada para tus posibilidades y constrúyela con la ayuda de tu familia y tu comunidad.

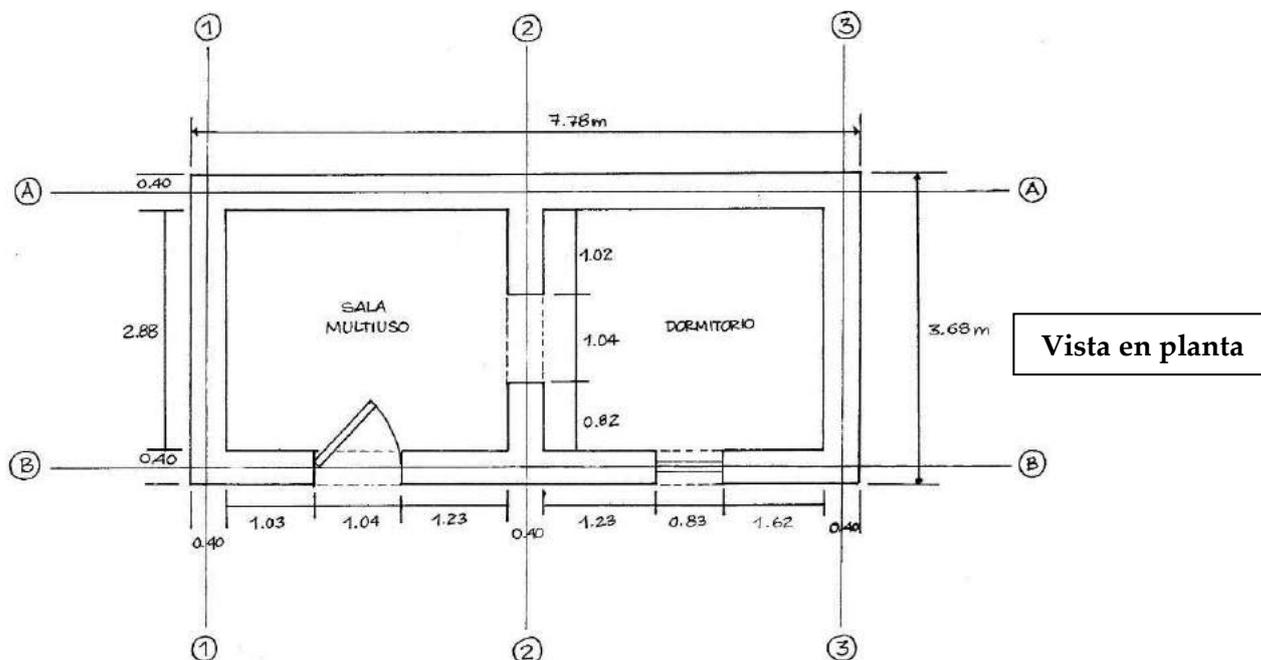
✓ La casa de dos ambientes



Vista general

Esta casa tiene 29 m² de área construida y dos ambientes: una sala multiuso y un dormitorio.

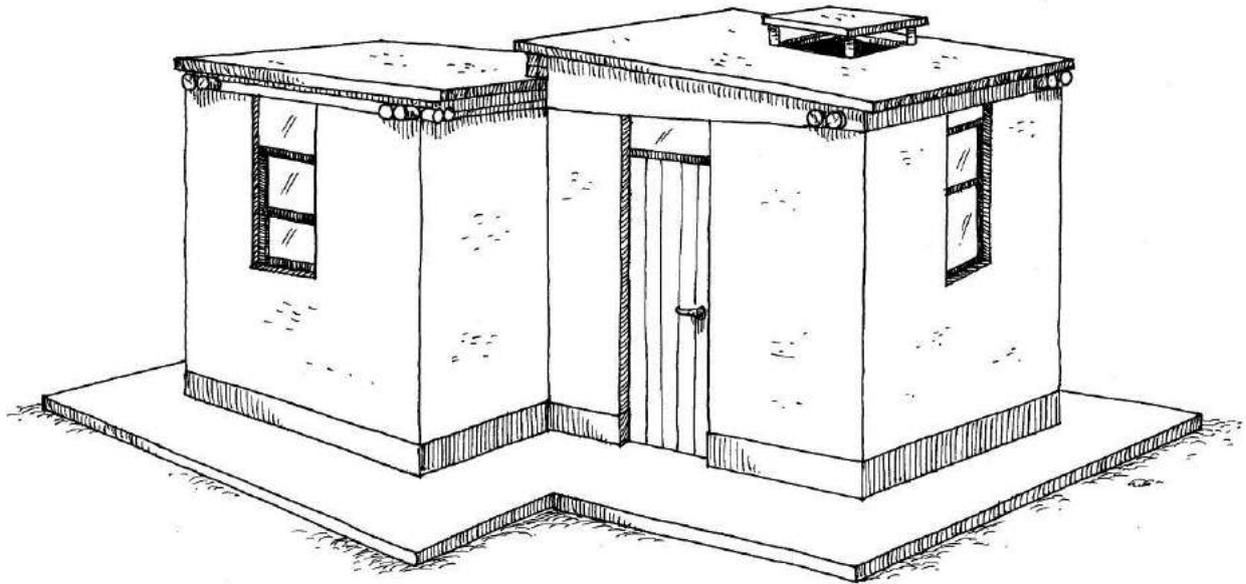
La sala multiuso tiene buena iluminación y ventilación gracias a la teatina ubicada en el techo que permite el ingreso de luz y de aire. El dormitorio tiene una ventana que ilumina y ventila el ambiente. La cocina está ubicada fuera de la casa.



Vista en planta

Puedes ampliar esta casa conforme obtengas mayores recursos económicos. Para hacer la ampliación solo tendrás que seguir las enseñanzas de este manual.

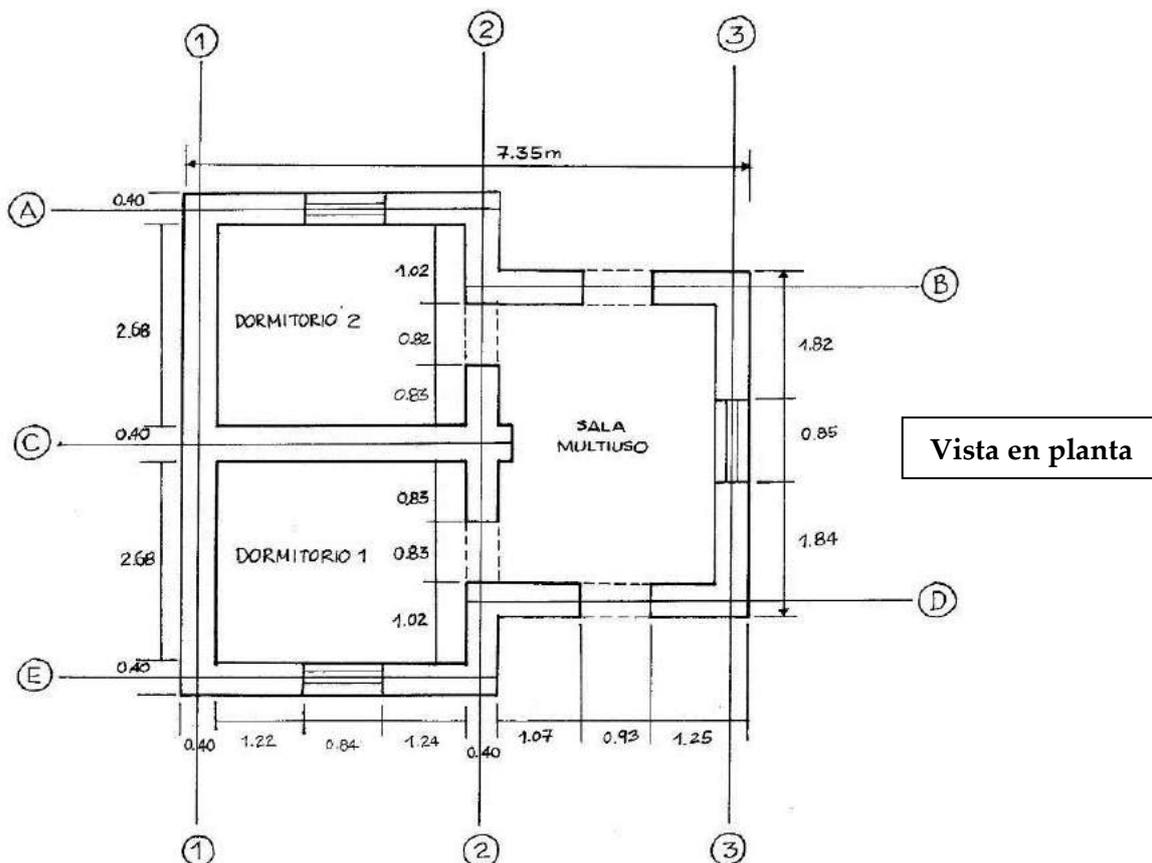
✓ La casa de tres ambientes



Vista general

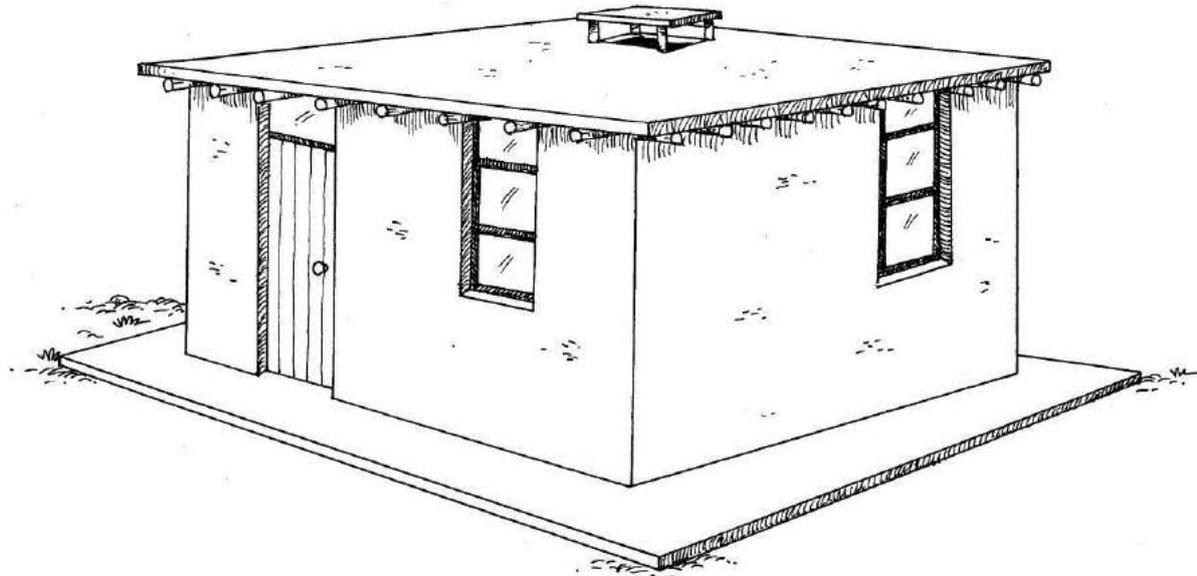
Esta casa tiene 42 m² de área construida y tres ambientes: una sala multiuso y dos dormitorios.

Los dos dormitorios permiten que los niños y adultos tengan cuartos separados. Cada dormitorio tiene una ventana para iluminar y ventilar el ambiente. Tiene una sala multiuso para el lugar de reunión familiar. Cuenta con una teatina para dar buena ventilación e iluminación. La cocina está ubicada fuera de la casa.



Vista en planta

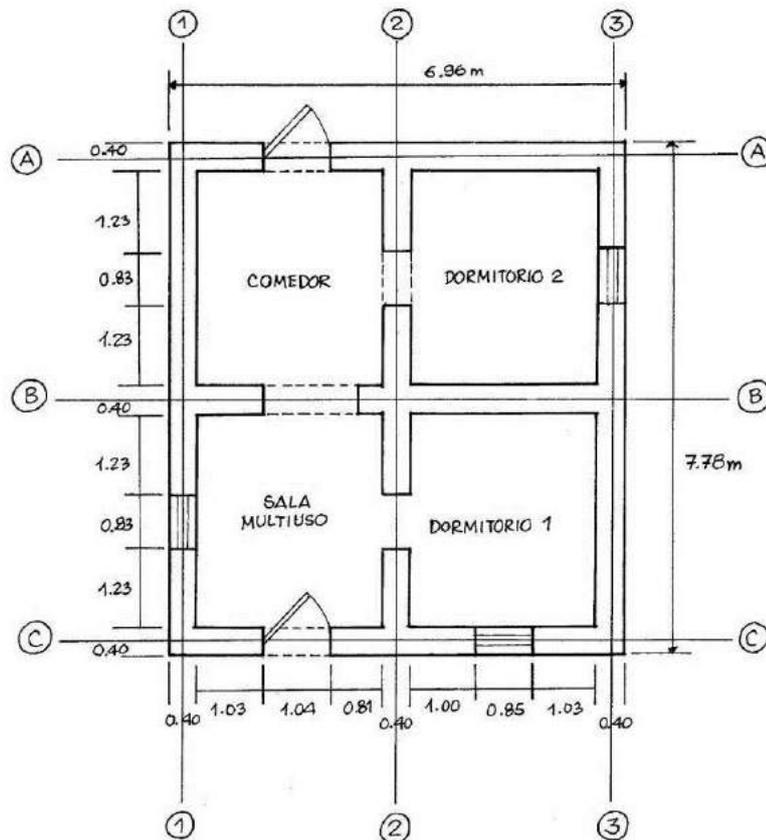
✓ La casa de cuatro ambientes



Vista general

Esta casa tiene 54 m² de área construida y cuatro ambientes: una sala multiuso, un comedor y dos dormitorios.

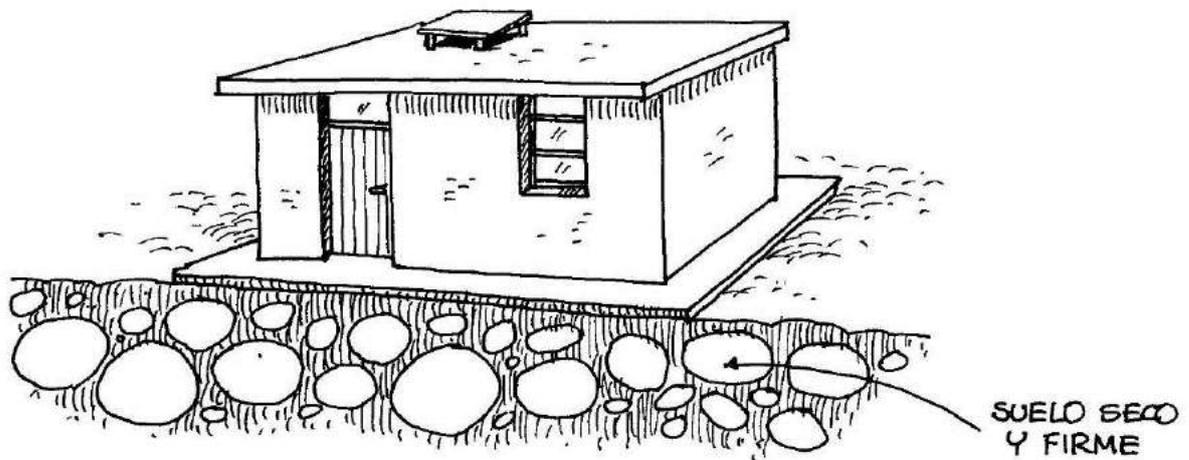
Los dos dormitorios permiten que los niños y adultos tengan un cuarto propio. La sala multiuso puede ser usada como un lugar de reunión familiar. Cuenta con una teatina que da buena iluminación y ventilación. El comedor es el lugar para preparar los alimentos y comer en familia.



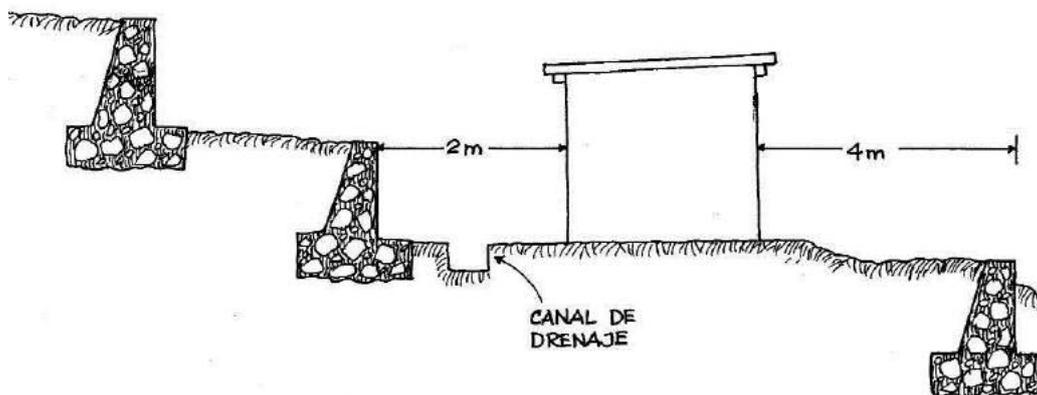
Vista en planta

2. UBICACIÓN DE LA CASA

Es importante que elijas un lugar seguro para la construcción de tu casa. El mejor terreno es sobre suelo seco, firme y resistente de roca o grava.

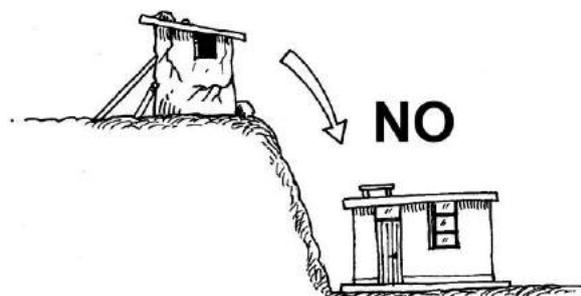


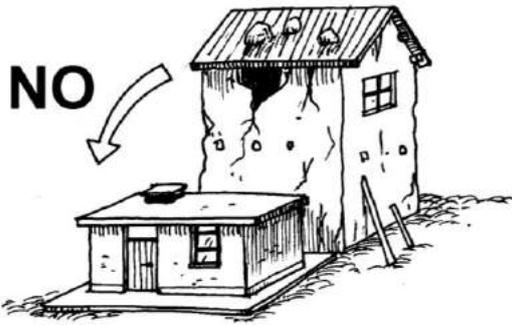
En laderas inclinadas, coordina con tu comunidad la construcción de andenerías y muros de contención de piedra y concreto. Así evitarás que los huaycos dañen tu vivienda. Construye un canal de drenaje para que la lluvia no moje las paredes de tu casa.



NO construyas tu casa....

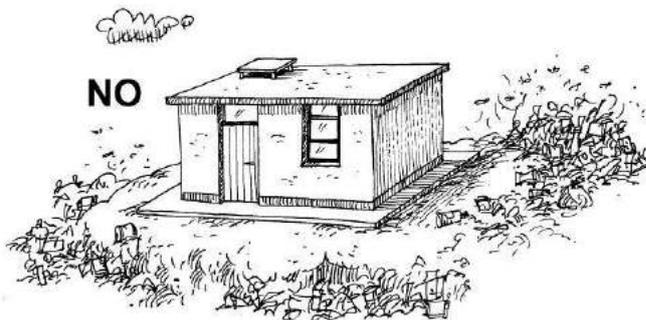
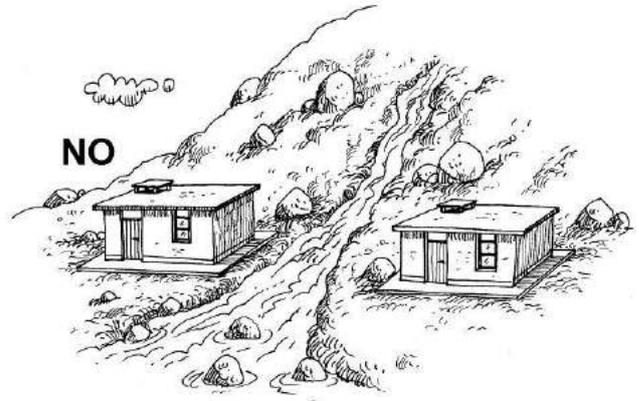
- Al costado o debajo de casas antiguas, con daños notorios o en peligro de caerse...





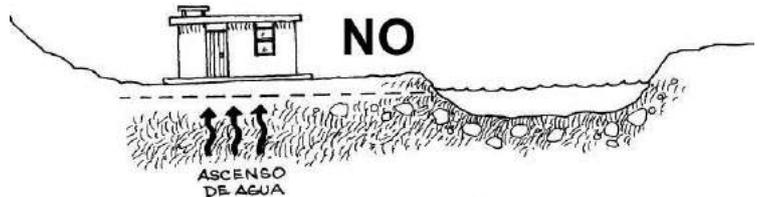
...menos si estas construcciones tienen dos o más pisos ya que podrían caer sobre tu nueva casa, incluso en un terremoto leve.

- Cerca de zonas inundables o lugares por donde los huaycos han pasado en años anteriores...

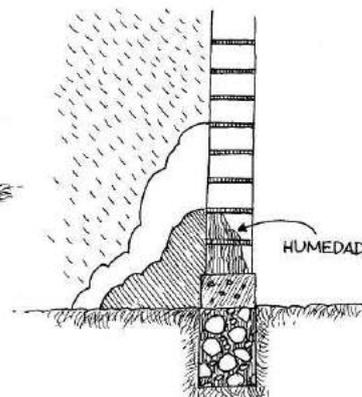
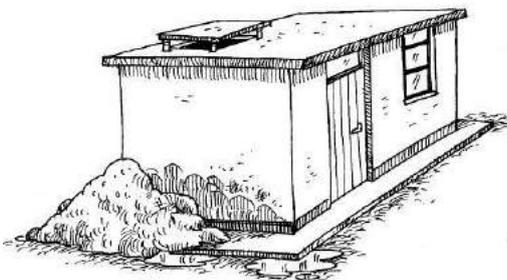


- Sobre zonas de relleno, desmontes o antiguos basurales.

- En lugares donde suba el agua del suelo

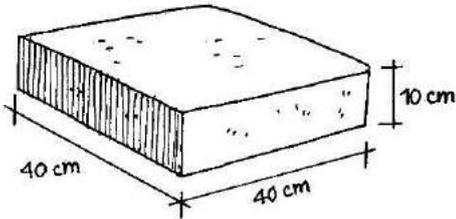


Tampoco dejes rumas de arena, tierra, hormigón o piedras apoyadas sobre las paredes de tu casa, ya que en época de lluvias pasarán la humedad a los muros y los debilitarán.

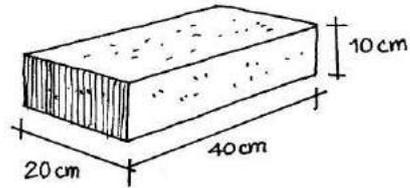


3. ELABORACIÓN DE LOS ADOBES

Los adobes se hacen mezclando buena tierra, arena gruesa, paja y agua. Es necesario que sean anchos y resistentes para que las paredes sean robustas y soporten bien los terremotos. Haz estos dos tipos de adobe:



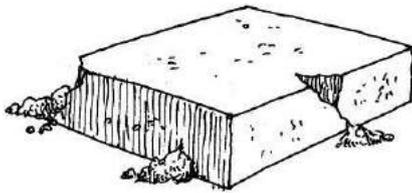
Adobe cuadrado



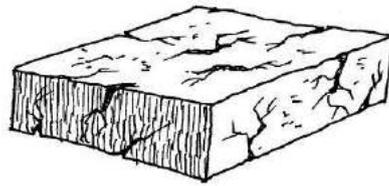
Medio adobe

3.1 Elección de una buena tierra para hacer adobes

No toda la tierra sirve para hacer adobes, mortero o para tarrajear tu casa.



Los adobes que tienen mucha arena se desmenuzan al secarse.



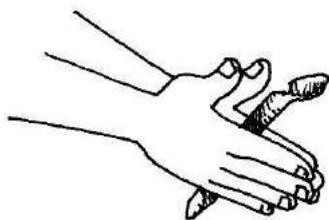
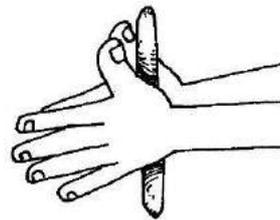
Los adobes que tienen mucha arcilla se rajan al secarse.

Para saber si la tierra es buena para hacer adobes realiza estas simples pruebas:

✓ *Prueba del rollito*

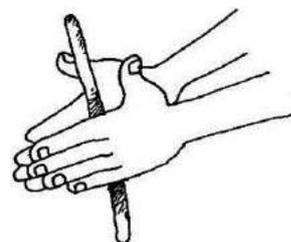
Toma un poco de tierra húmeda y con las palmas de las manos forma rollitos de 2 cm de diámetro.

Resultado 1: si el rollo mide entre 5 cm y 15 cm, la tierra es buena para hacer adobes ya que tiene una cantidad adecuada de arcilla y arena.



Resultado 2: si el rollo se rompe antes de que mida 5 cm, la tierra tiene mucha arena. Agrega un poco de arcilla a la tierra y vuelve a hacer la prueba.

Resultado 3: si el rollo mide más de 15 cm, la tierra tiene mucha arcilla. Agrega un poco de arena gruesa a la tierra y vuelve a hacer la prueba.

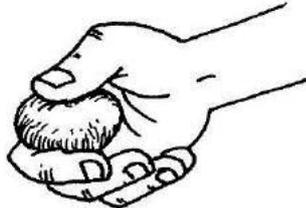


✓ **Prueba de la bolita**

Toma un poco de tierra húmeda y forma cinco bolitas de 2 cm de diámetro. Luego, deja secar las bolitas bajo sombra por dos días.



Cuando las bolitas estén secas, trata de romperlas presionándolas con el dedo pulgar y el dedo índice.



Si la bolita no se rompe, la tierra **SÍ** sirve ya que tiene suficiente arcilla y los adobes serán resistentes.

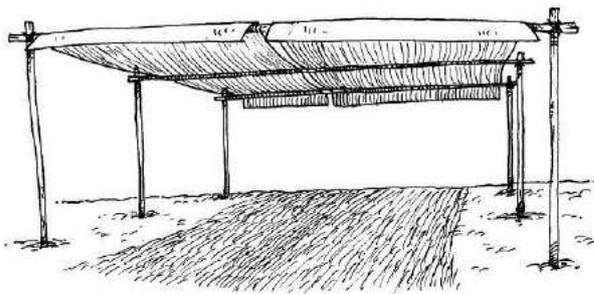


Si la bolita se rompe, la tierra **NO** sirve ya que no tiene suficiente arcilla y los adobes no serán resistentes.

3.2 Construcción del tendal

El tendal es un lugar plano y limpio donde se hacen los adobes para la casa. Construye el tendal así:

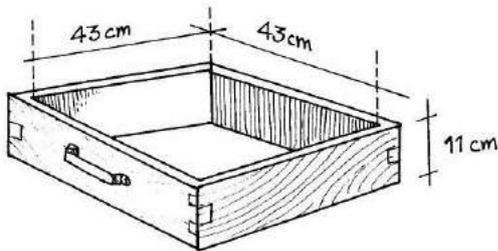
1. Nivelas y compactas el terreno con un pisón. Luego, cubre la superficie del terreno con una capa de arena fina.



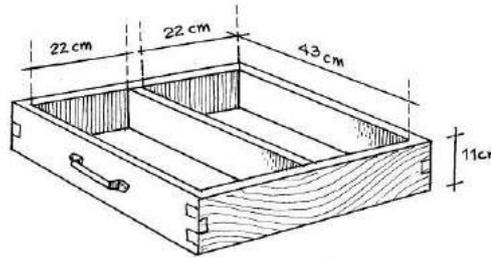
2. Si es posible, cubre el tendal con plástico o esteras para proteger a los adobes del sol y evitar que se rajen.

3.3 Fabricación de los moldes

Los moldes de madera que sirven para hacer los adobes. Fabrica dos moldes: uno para los adobes cuadrados y otro para los medios adobes.



Molde para el adobe cuadrado.



Molde para el medio adobe.

Recuerda:
Las dimensiones mostradas son las medidas internas del molde.

Los adobes se encogen al secarse. Por eso, los moldes deben ser más grandes que los adobes. Así los adobes **secos** medirán 40x40x10 cm (adobe cuadrado) y 20x40x10 cm (medio adobe).

3.4 Preparación del barro para hacer adobes

Para la preparación del barro necesitas buena tierra, arena gruesa, agua y paja de 5 cm de largo. Mezcla los materiales cerca del tendal.

1. Tamiza la tierra usando una zaranda.
La tierra para hacer el barro debe estar limpia y sin piedras, plantas o basura.



2. Acomoda la tierra en rumbas y échale agua hasta que se forme el barro. Deja reposar o "dormir" el barro por 1 ó 2 días.

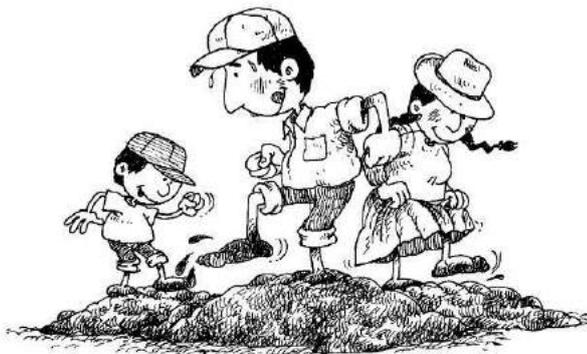
3. Prepara la mezcla según las indicaciones del cuadro. Puedes usar paja de caña, trigo, cebada, ichu o pasto seco. La paja evita que los adobes se rajen al secarse.



Mezcla de barro para hacer adobes

- 5 latas de barro dormido
- 1 lata de arena gruesa
- 1 lata de paja de 5 cm de largo
- ½ lata de agua limpia

4. Mezcla muy bien el barro con los pies o con una pala.



Si vives cerca de una zona donde crecen tunas o cactus, prepara una goma que hará a tus adobes más resistentes a las lluvias. La goma se prepara así:

1. Recoge la penca de la tuna o cactus. Sácale las espinas y córtala en trozos. Remoja los trozos de penca en un recipiente con agua por 15 días, hasta que suelte la goma.

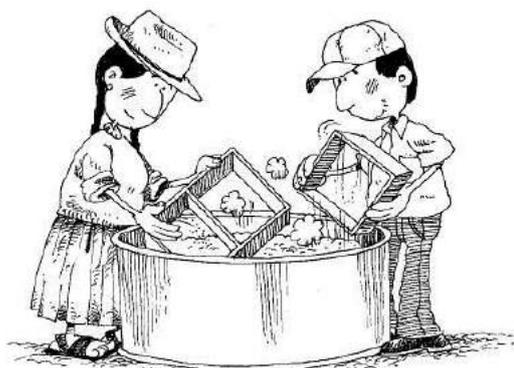


2. Retira los trozos de penca del recipiente y guarda la goma hasta la preparación del barro. Hecha la goma durante el batido final.

3.5 Elaboración de los adobes

Haz tus adobes bajo el tendal. Necesitas barro preparado, una batea con agua y otra batea con arena fina.

1. Humedece con agua los moldes.

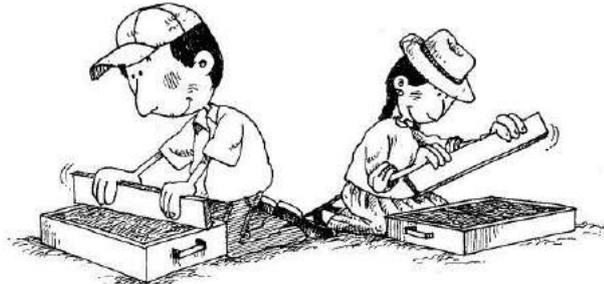


2. Echa arena fina en el interior de los moldes para que el barro no se pegue a los costados.

3. Coloca el molde en el piso del tendal y lanza bolas de barro con fuerza hasta llenarlo.



4. Compacta con las manos o el pie por el centro y las esquinas del molde.



5. Empareja con una regla de madera húmeda.



6. Levanta el molde con mucho cuidado para no deformar el adobe.

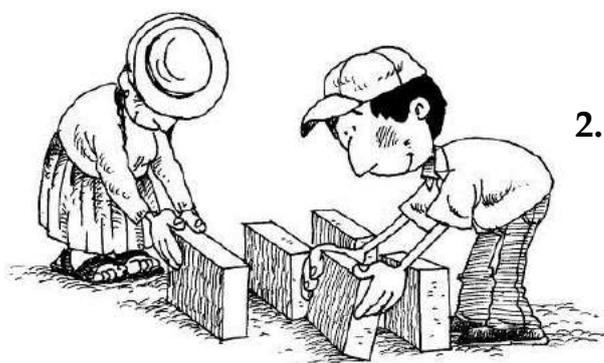
Fabrica esta cantidad de adobes según la vivienda que hayas elegido:

Vivienda	Adobe cuadrado 40x40x10 cm	Medio adobe 20x40x10 cm
2 ambientes	1100 adobes	200 adobes
3 ambientes	1400 adobes	250 adobes
4 ambientes	1700 adobes	250 adobes

3.6 Secado y apilado de adobes

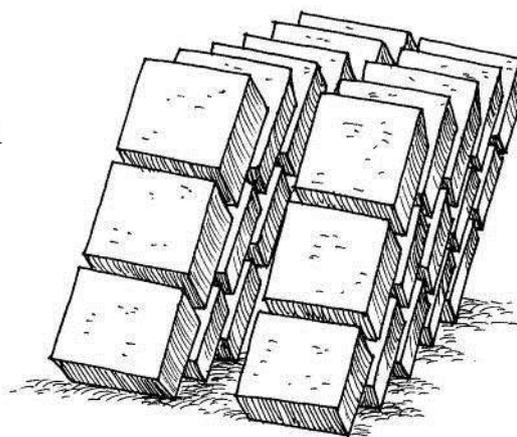
El tiempo de secado de los adobes depende del clima de la zona donde vives. Se recomienda dejar secar los adobes por 3 semanas como mínimo en el tendal. Luego de hacer los adobes, haz lo siguiente:

1. Si el tendal no está cubierto, coloca paja o una capa de arena gruesa sobre los adobes para protegerlos y evitar que se rajen.



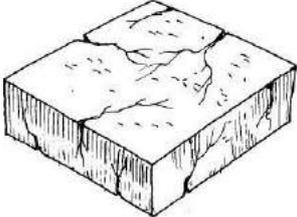
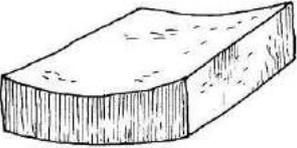
2. Después de 10 días de fabricados, coloca los adobes de costado para que sequen mejor.

3. Una vez secos, apila los adobes cerca del terreno donde construirás tu casa.



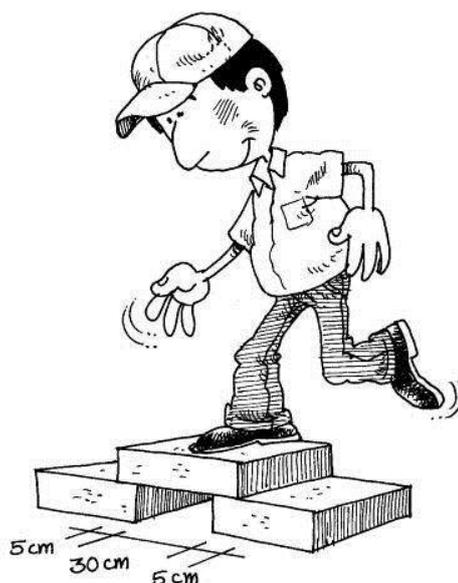
3.7 Prueba de resistencia de los adobes

No uses adobes defectuosos en la construcción de tu vivienda porque debilitarán las paredes.

Problema	Causa	Solución
 <p>Adobes rajados</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La mezcla de barro para hacer adobes tiene mucha arcilla. - Los adobes no están protegidos contra el sol o el viento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agrega arena gruesa a la mezcla de barro y vuelve a hacer los adobes. - Cubre el tendal con plástico o esteras. Coloca paja o arena gruesa sobre los adobes.
 <p>Adobes chuecos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El terreno del tendal no es completamente plano. - La mezcla de barro para hacer adobes tiene mucha agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compacta bien el terreno del tendal hasta que sea plano. - Agrega menos agua a la mezcla de barro para hacer adobes.

Comprueba la resistencia de tus adobes con una simple prueba:

Escoge 3 adobes que no estén rajados ni chuecos. Apoya un adobe sobre otros dos y párate en una pierna sobre la parte central. Un buen adobe resiste el peso de una persona de aproximadamente 80 kg durante un minuto.



4. CONSTRUCCIÓN DE LOS CIMIENTOS

Los cimientos reparten adecuadamente el peso de la casa en el terreno.

4.1 Nivelación del terreno

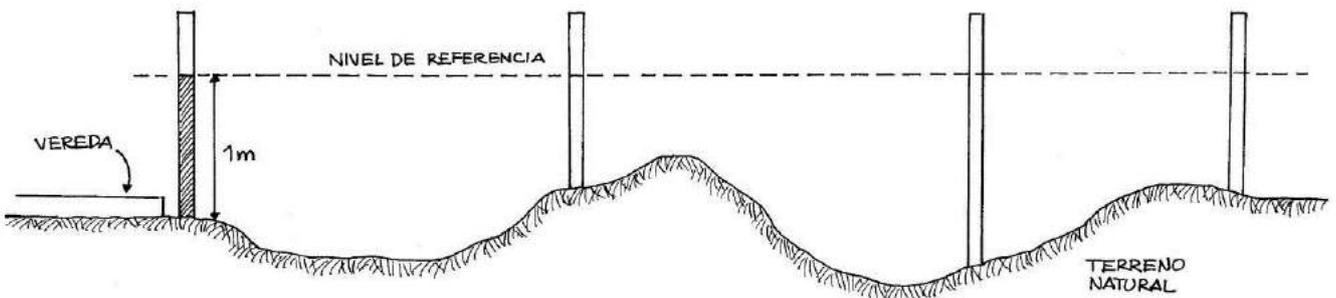
El terreno debe estar bien nivelado. Para nivelar el terreno debes hacer cortes y rellenos. Si tu terreno no es plano o tiene desniveles, sigue los siguientes pasos:

1. Limpia muy bien el terreno donde construirás tu casa. Retira desmonte, basura y plantas.

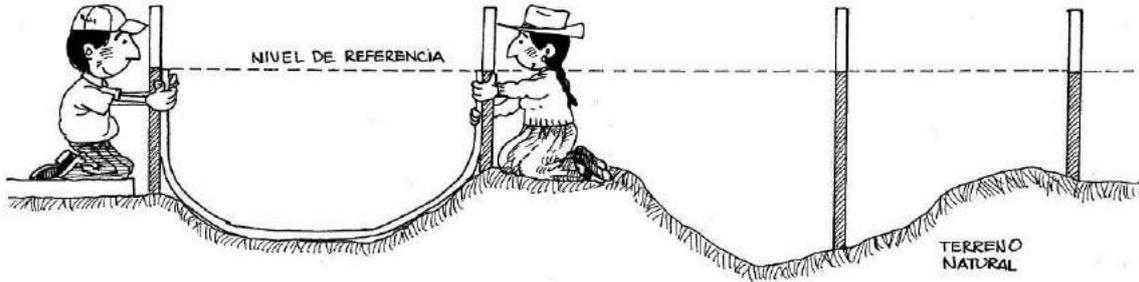


2. Coloca estacas en todo el terreno y verifica que estén a plomo (verticales).

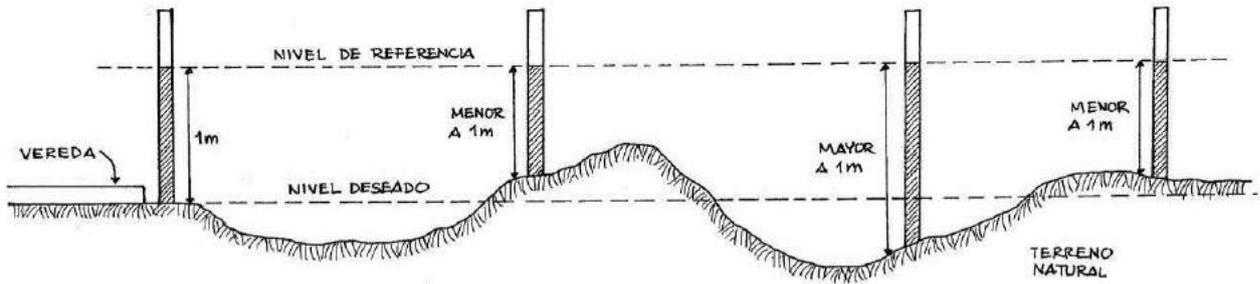
3. Coloca otra estaca en un lugar cercano al terreno (por ejemplo, a lado de una vereda) y marca en esa estaca una altura de un metro (1,00 m). Esta marca será el nivel de referencia para tu casa.



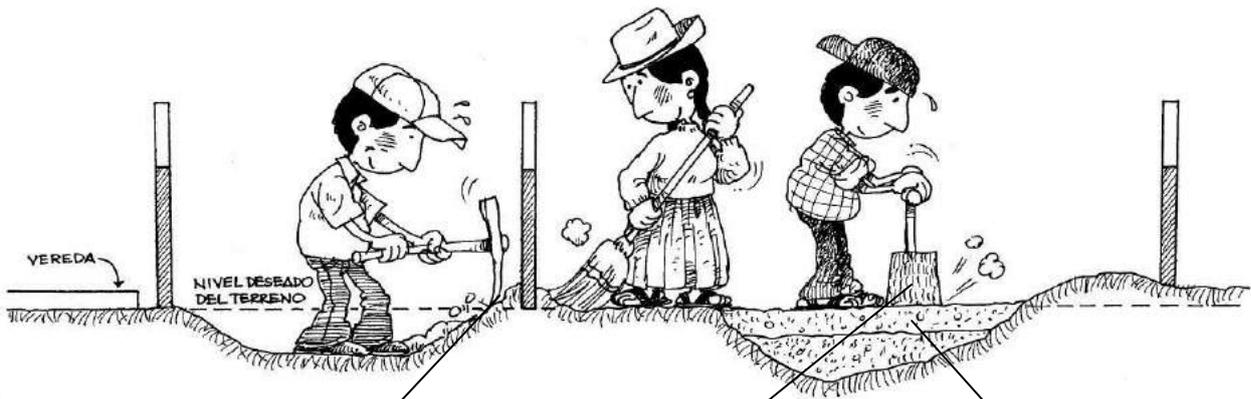
4. Llena de agua una manguera limpia y transparente y verifica que no queden burbujas de aire en el interior. Con la ayuda de la manguera, traslada la marca a todas las demás estacas.



5. Mide en todas las estacas la distancia entre la marca y el terreno natural.



6. Corta o rellena el terreno hasta que la distancia entre la marca de cada estaca y el terreno natural sea 1,00 m.



Los cortes se realizan cuando la medida entre la marca y el terreno natural es menor a 1,00 m.

Los rellenos se realizan cuando la medida entre la marca y el terreno natural es mayor a 1,00 m.

Las capas de tierra son de 30 cm de espesor. Moja cada capa y compáctalas con un pisón.

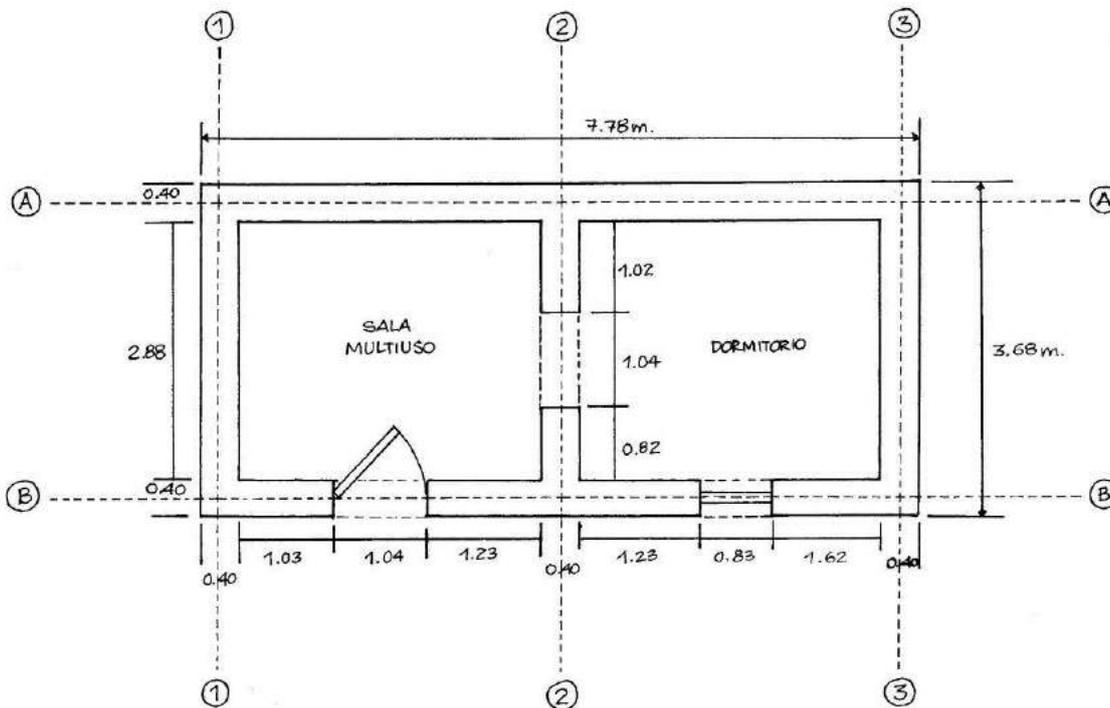
Recomendaciones

Es preferible que en la nivelación del terreno solo hagas excavaciones y no rellenos. Muchas veces los rellenos no se compactan bien y quedan sueltos.

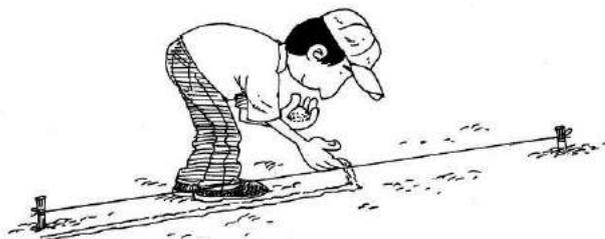
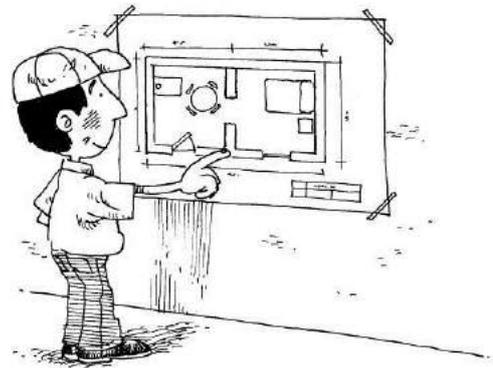
4.2 Trazado y replanteo

El trazado sirve para marcar en el terreno el lugar donde construirás los cimientos de la casa. Traza los ejes de acuerdo a los planos de este manual.

Este manual te mostrará cómo trazar los ejes y los cimientos de la casa de 2 ambientes. Puedes seguir los mismos pasos para las casas de 3 ó 4 ambientes.

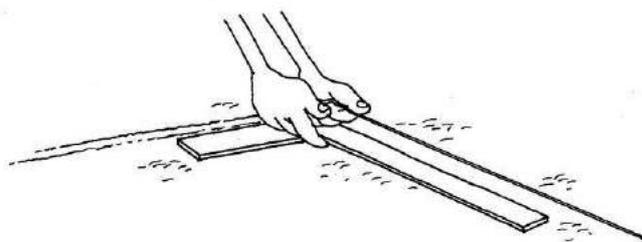


1. Elige en el plano el eje de una de las paredes de la casa.

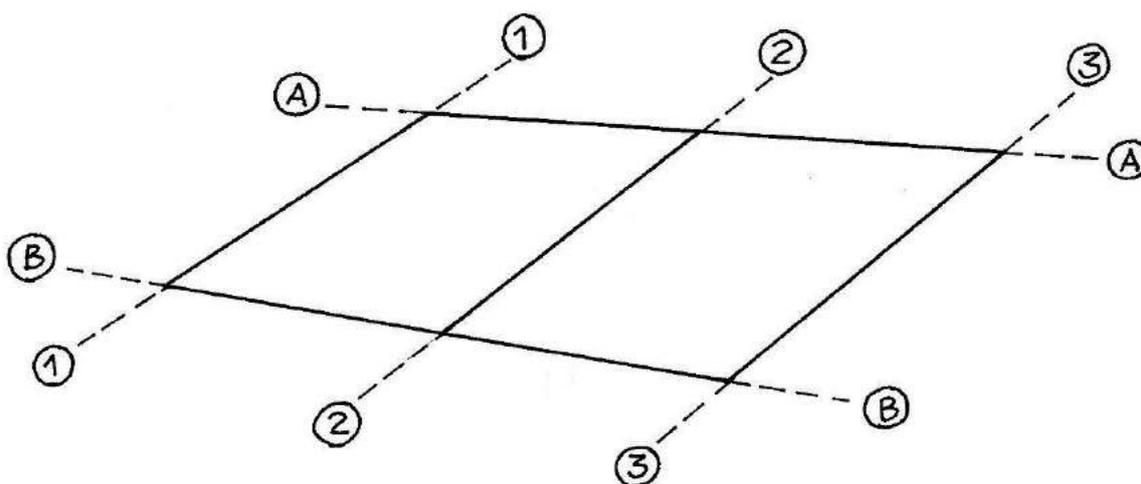


2. Traza con cordel y cal todo el largo del eje de la pared elegida.

3. Traza las paredes perpendiculares usando una escuadra, cordel y cal. Sigue las medidas indicadas en los planos.

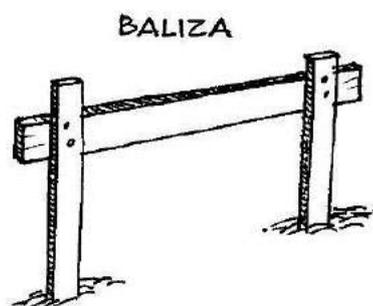


4. Repite este proceso las veces necesarias y marca todos los ejes de las paredes de tu futura vivienda.

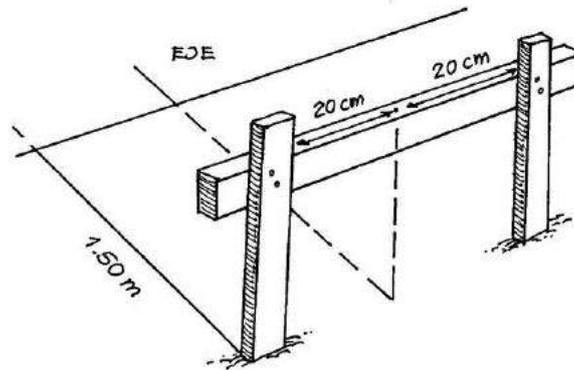


Luego de marcar los ejes de tu casa, marca el ancho de los cimientos de la siguiente manera:

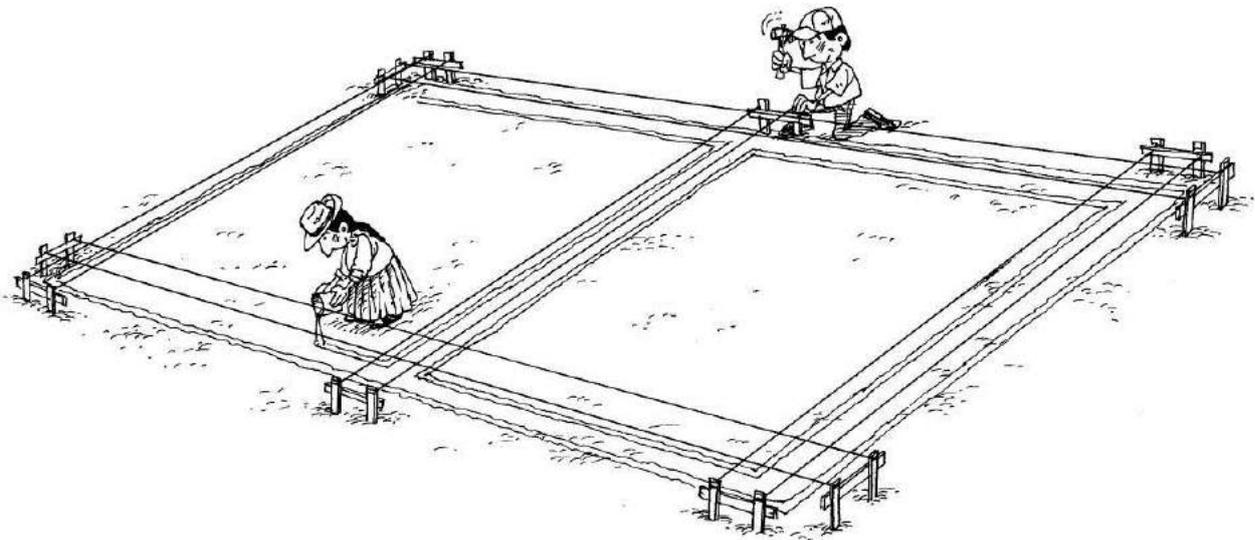
1. Construye varias balizas de madera de 40 cm de ancho. Estas balizas te ayudarán a marcar los cimientos en el terreno.



2. Coloca las balizas en todos los ejes, distanciadas 1,50 m del borde de la construcción. Ubica sobre cada baliza el punto donde cruza el eje. Marca una distancia de 20 cm a cada lado del punto para tener cimientos de 40 cm de ancho.

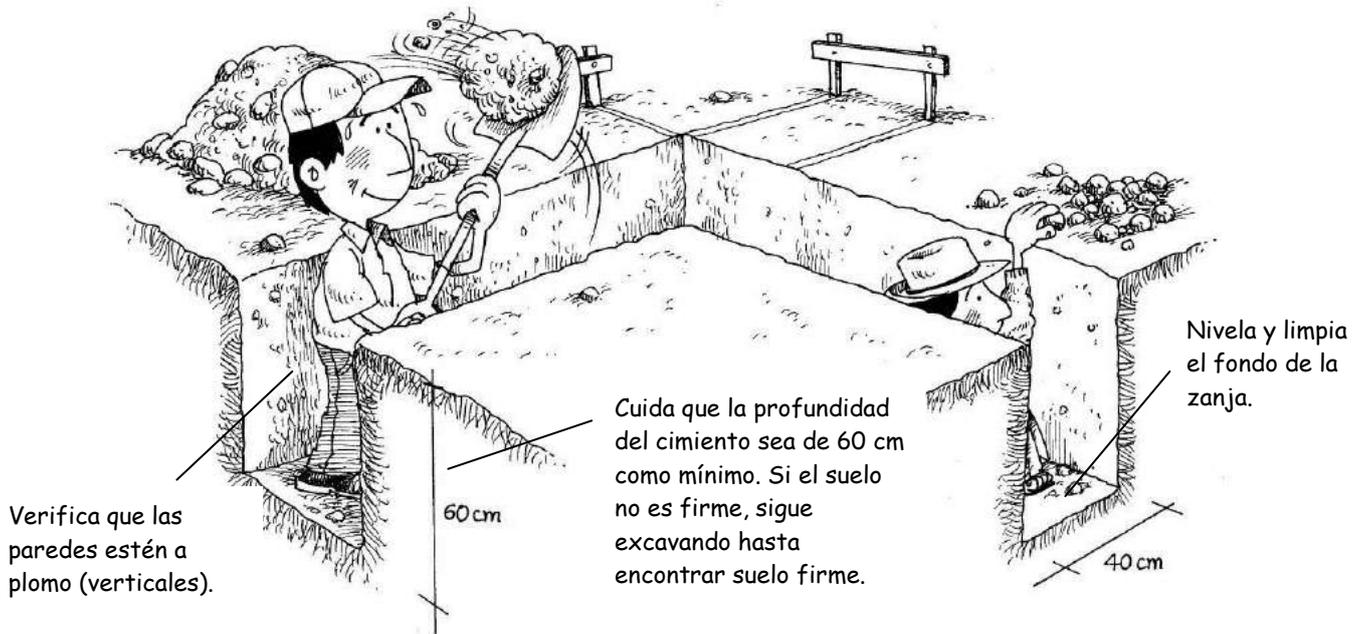


3. Une con cordeles las marcas entre balizas y marca los cimientos de 40 cm de ancho sobre el terreno con cal.



4.3 Excavación de cimientos

Utiliza pico y pala para excavar los cimientos siguiendo las marcas de cal hechas en el terreno.

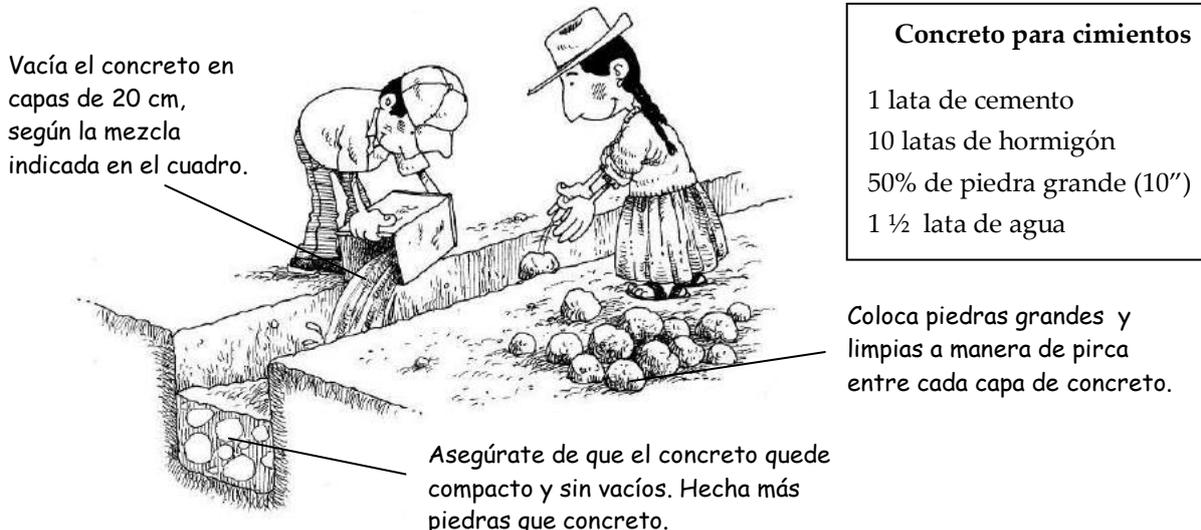


Recomendaciones

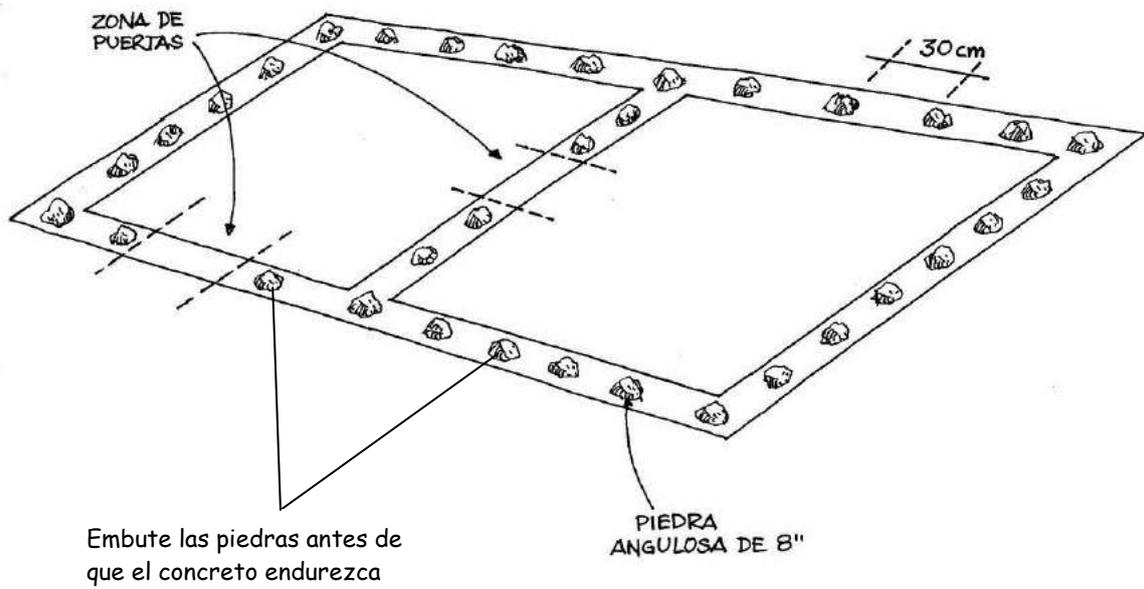
Si al excavar encuentras terreno suelto o relleno, debes consultar con un profesional antes de comenzar la construcción de tu vivienda para tomar medidas de seguridad.

4.4 Llenado de cimientos

Los cimientos están hechos con concreto y piedras. Es recomendable que uses una mezcladora. Si no tienes una mezcladora, prepara la mezcla en un lugar plano, de preferencia sobre un piso de concreto.



Cuando termine de llenar las zanjas, embute piedras angulosas de 8" (20 cm) cada 30 cm por todo el cimiento. Estas piedras mejorarán la unión entre el cemento y el sobrecimiento. No coloques piedras en la zona de las puertas.

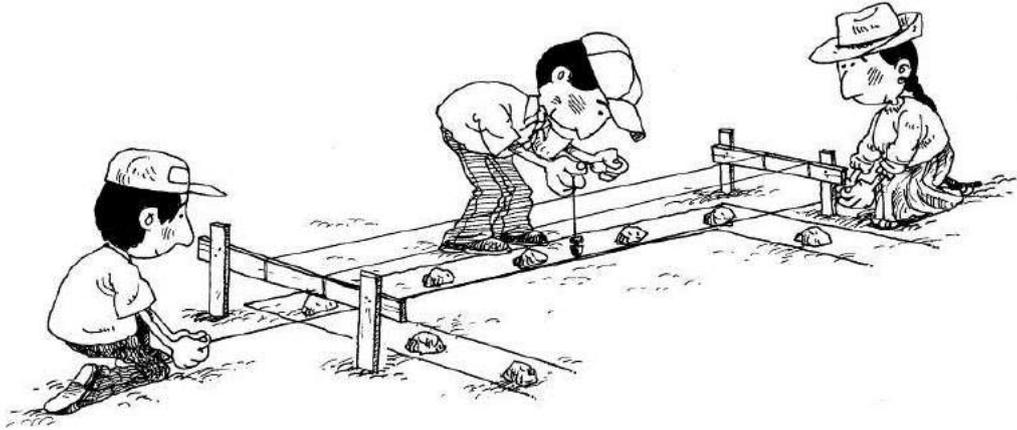


5. CONSTRUCCIÓN DE LOS SOBRECIMIENTOS

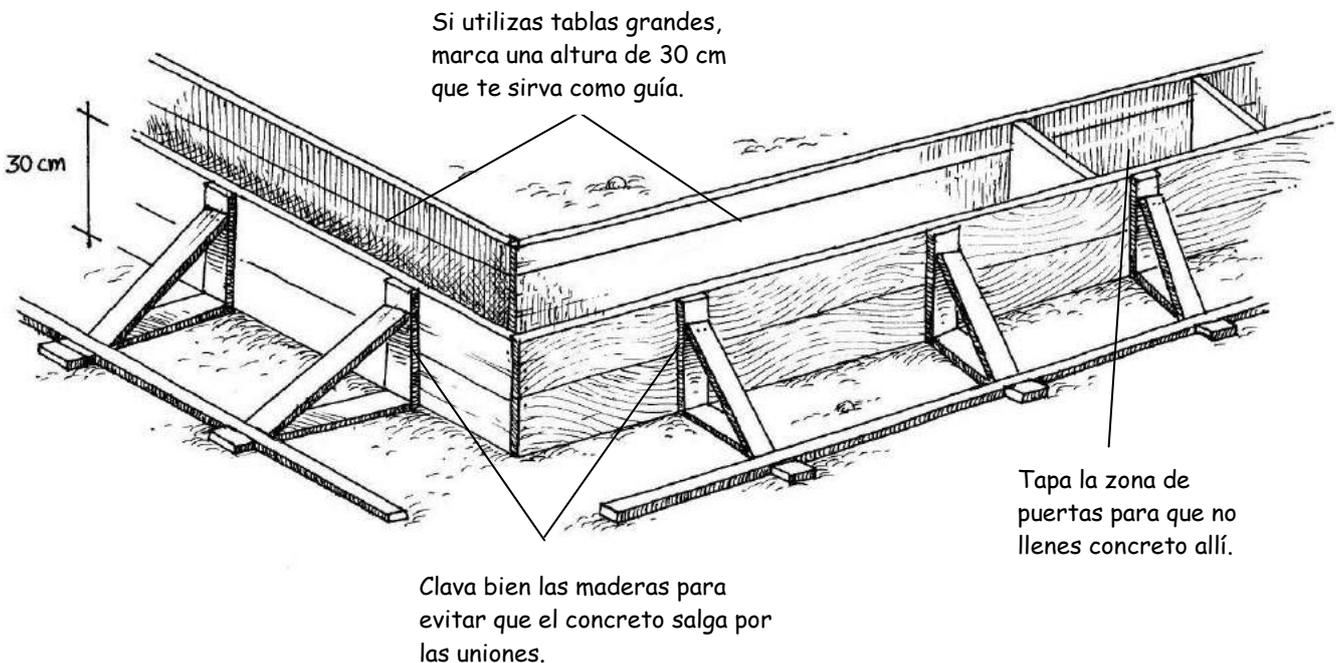
Los sobrecimientos protegen a las paredes de adobe de la humedad del terreno y evitan la erosión que se produce en la parte baja de los muros.

5.1 Construcción del encofrado

1. Vuelve a trazar el contorno de tu casa sobre los cimientos, usando las marcas en las balizas.



2. Construye el encofrado con tablas de madera. El encofrado debe tener una altura de 30 cm y un ancho de 40 cm.



5.2 Llenado del sobrecimiento

El sobrecimiento también está hecho con concreto y piedras. Se construye de esta forma:

1. Prepara la mezcla de concreto indicada en el cuadro. Hecha la mezcla en capas de 10 cm y coloca la piedra mediana entre capa y capa. Repite este proceso hasta alcanzar los 30 cm.



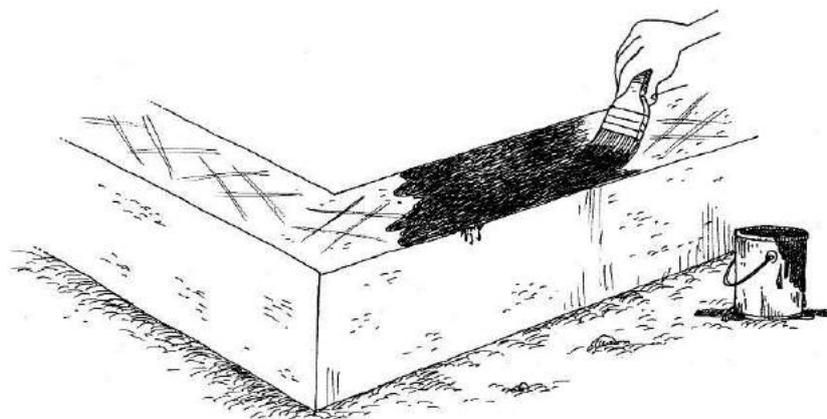
Vacía la mezcla en capas de 10 cm.
Repite el proceso hasta alcanzar 30 cm.

Concreto para sobrecimientos

1 lata de cemento
8 latas de hormigón
25% de piedra mediana (4")
1 lata de agua

Coloca piedras medianas limpias entre cada capa de concreto. Las piedras medianas deben ocupar $\frac{1}{4}$ del volumen total del sobrecimiento.

2. Raya la superficie en forma de rombos. Al día siguiente, retira el encofrado, limpia bien la superficie y coloca una capa de asfalto para proteger al adobe de la humedad.

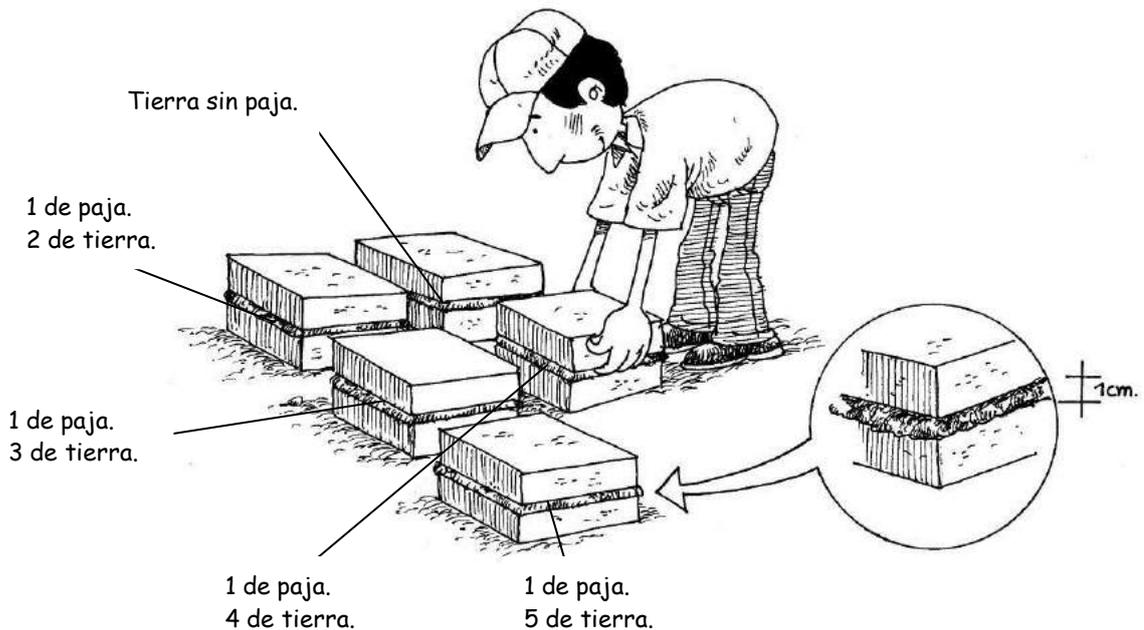


6. CONSTRUCCIÓN DE LAS PAREDES

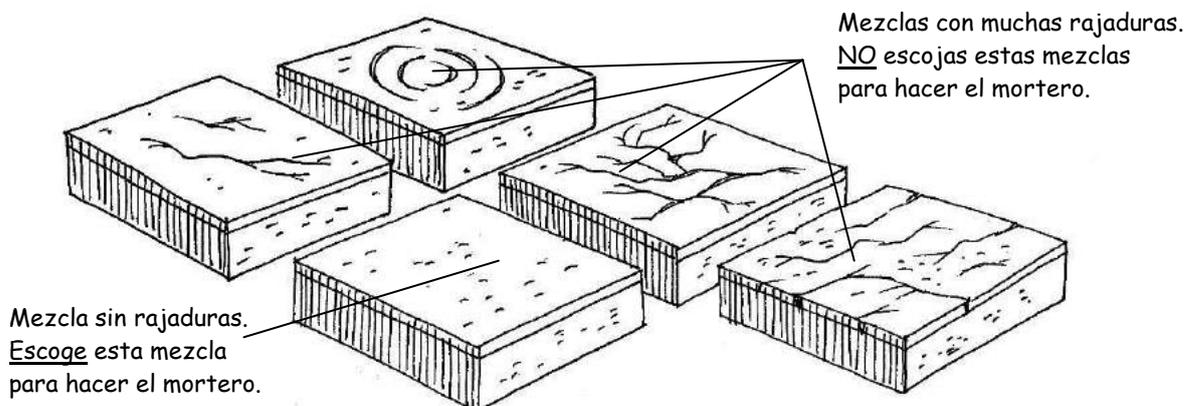
6.1 Prueba para escoger el mortero de barro

El mortero de barro es una mezcla de tierra, paja y agua que permite unir los adobes para construir las paredes. Se prepara con buena tierra y paja. Para saber cuánta paja debes colocar, realiza esta prueba:

1. Prepara morteros con diferente proporción en volumen de tierra y paja. Luego, haz 5 emparedados uniendo dos adobes con mortero de 1 cm de espesor. Cada emparedado debe tener un mortero diferente, como se muestra en la figura.



2. Abre los emparedados después de 2 días y escoge la mezcla de tierra y paja que tenga menos rajaduras. En el caso de que haya dos mezclas que no tengan rajaduras, escoge la que utilice menos cantidad de paja.



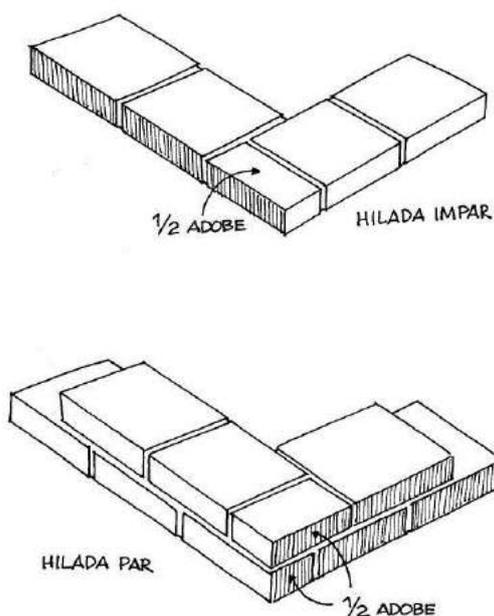
Recuerda:

Las mezclas con muchas rajaduras debilitan las paredes de adobe. Si usas una mezcla sin rajaduras las paredes de tu casa serán resistentes.

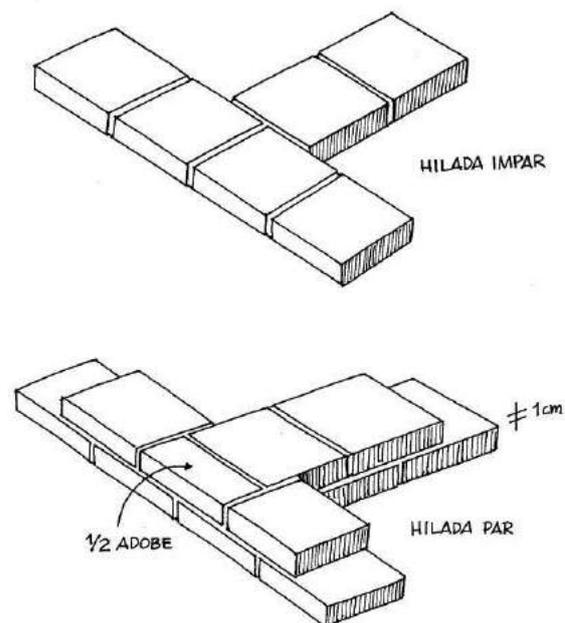
6.2 Emplantillado

Antes de empezar la construcción de las paredes haz una plantilla para que sepas cómo colocar los adobes en cada hilada. Los adobes deben superponerse hasta la mitad. En general, el emplantillado debe seguir estas recomendaciones para los encuentros de muros:

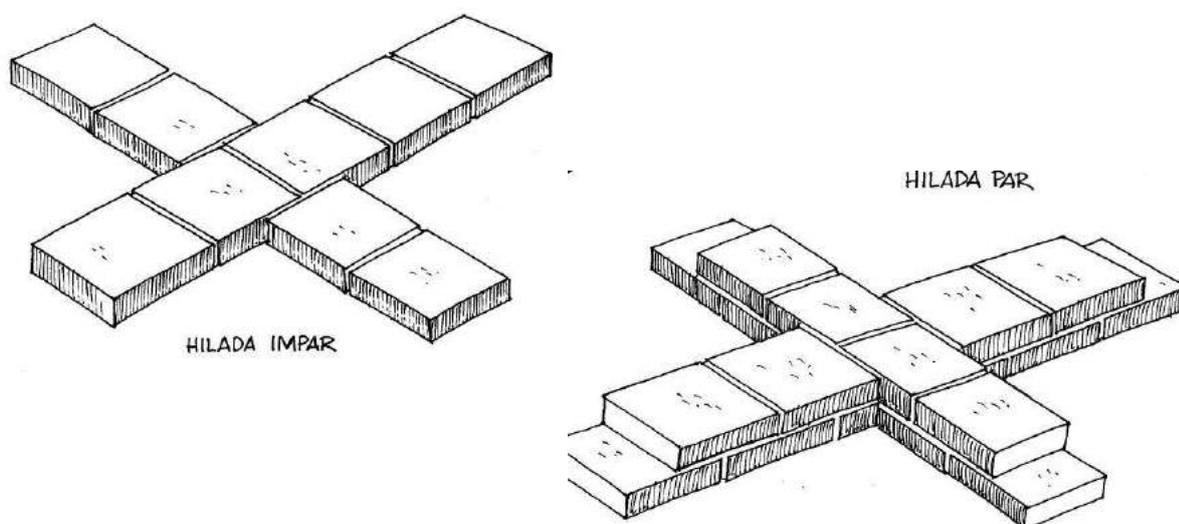
ENCUENTRO EN "L"



ENCUENTRO EN "T"



ENCUENTRO EN CRUZ

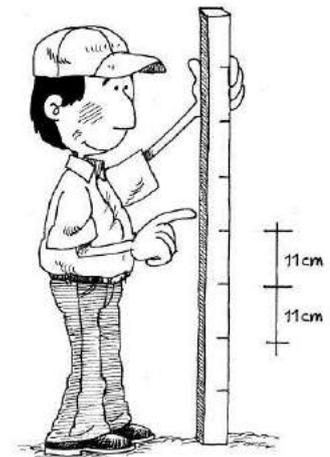


Puedes ver el emplantillado de las viviendas de 2, 3 y 4 ambientes en el Apéndice 1:
"Emplantillados de las propuestas de viviendas"

6.3 Construcción de las paredes de adobe

Para construir las paredes de tu casa sigue los siguientes pasos:

1. Construye un escantillón, que es una madera recta con marcas espaciadas cada 11 cm. Estas marcas corresponden a la altura de cada hilada de adobe (adobe + mortero).

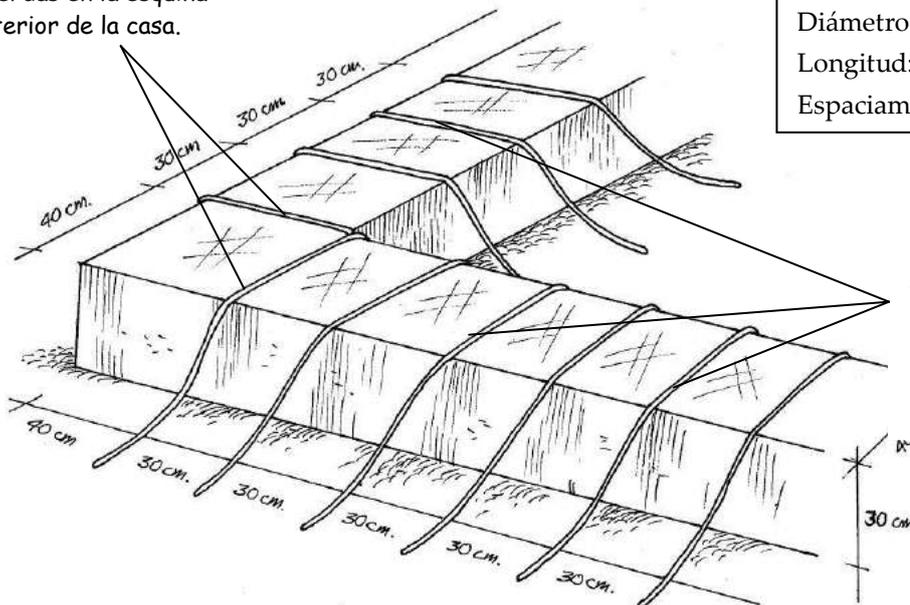


2. Prepara el mortero de barro con la mezcla de tierra y paja que no tuvo rajaduras en los emparedados.

3. Coloca las **cuerdas del sobrecimiento**. Coloca la primera cuerda en la esquina interior de la casa y separa las demás cada 30 cm en todo el largo del sobrecimiento.

Cuerda del sobrecimiento

Empieza colocando las cuerdas en la esquina interior de la casa.



Cuerda del sobrecimiento

Diámetro mínimo:	5/32"
Longitud:	1.60 m
Espaciamiento:	0.30 m

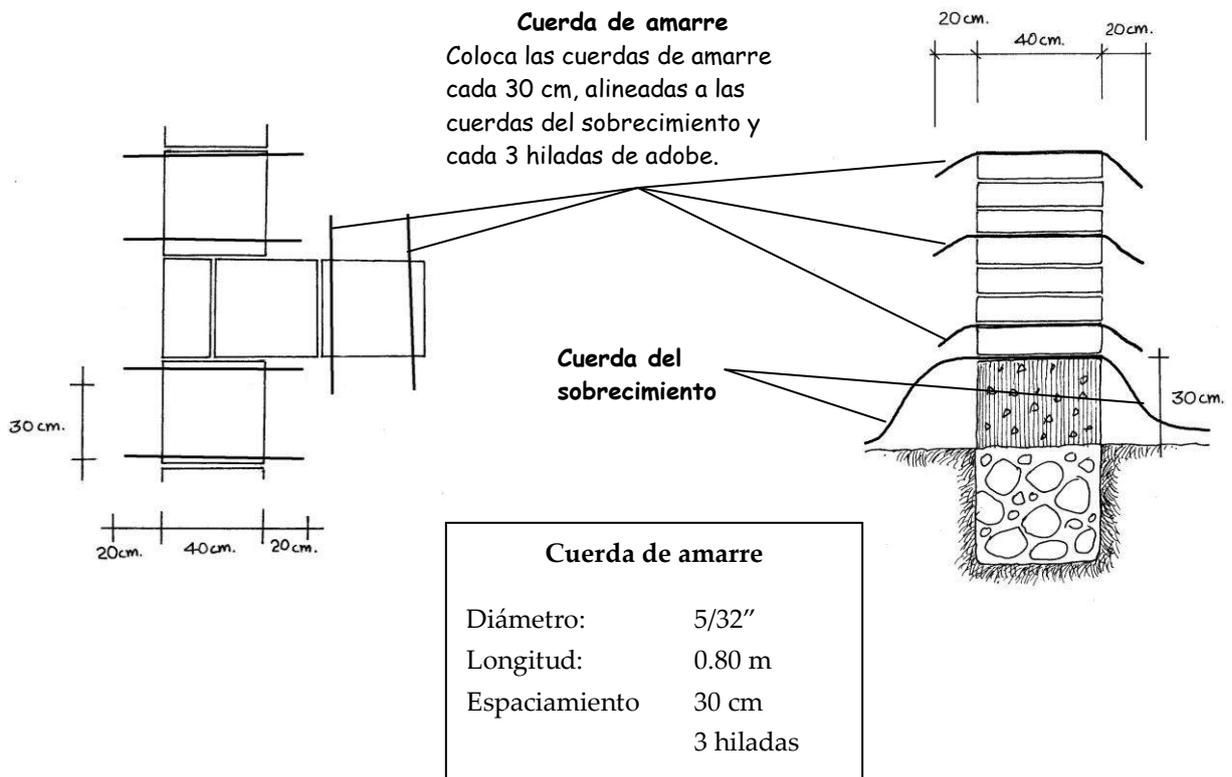
Cuerda del sobrecimiento

Separa las demás cuerdas cada 30 cm. Deben quedar centradas

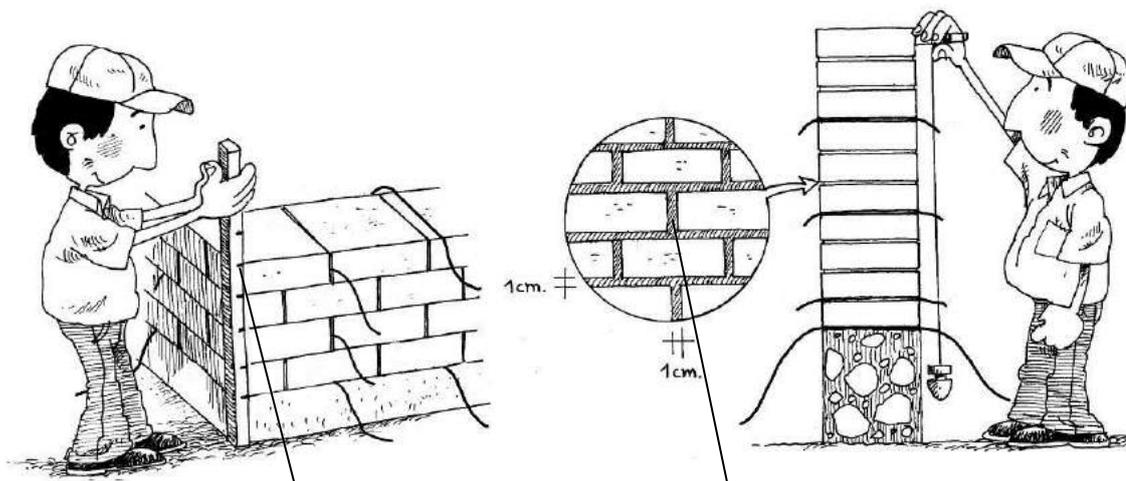
- Escoge los “adobes maestros” y asíntalos sobre una capa de mortero de 1 cm de espesor, de acuerdo al emplantillado. Coloca un cordel para guiar el asentado de los demás adobes. Luego, completa la primera hilada sobre las cuerdas del sobrecimiento.



- Coloca las **cuerdas de amarre** sobre la primera hilada de adobes y cada 3 hiladas. Estas cuerdas ayudarán a fijar las mallas a las paredes de tu casa.



6. Sigue construyendo las paredes. Verifica siempre la altura de cada hilada con el “escantillón” y comprueba que las paredes estén a plomo (verticales).



Verifica que las hiladas coincidan con las marcas del escantillón.

Llena completamente todas las juntas verticales y horizontales para que tu pared sea más resistente.

Recuerda:

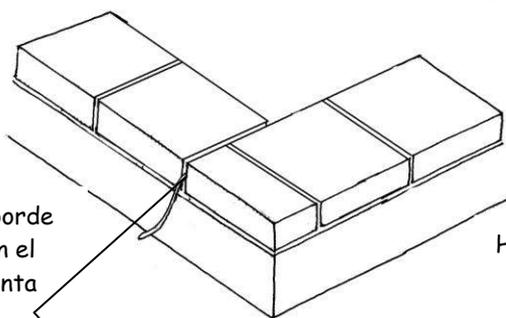
Las juntas muy gruesas debilitan a las paredes. Haz las juntas de 1 cm de espesor como máximo para que la pared sea fuerte.

7. A medida de que construyas las paredes, deja cuerdas de borde. Colócalas al centro de la junta vertical, cerca de los encuentros de las paredes, de la siguiente manera:

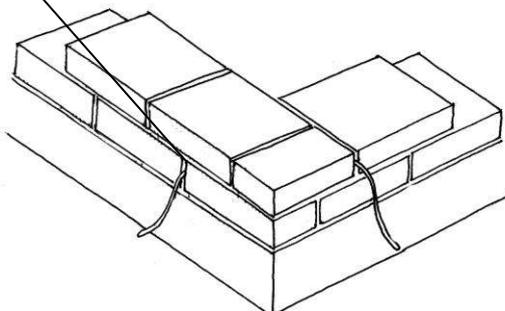
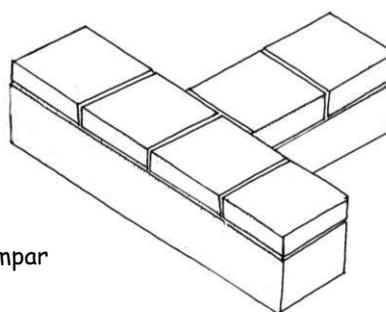
ENCUENTRO EN “L”

ENCUENTRO EN “T”

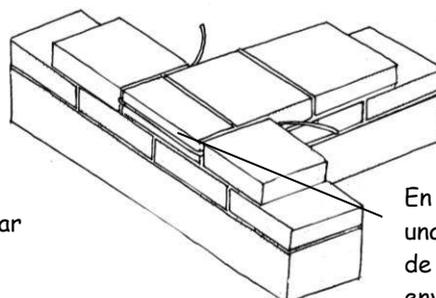
La cuerda de borde debe quedar en el centro de la junta vertical



Hilada Impar

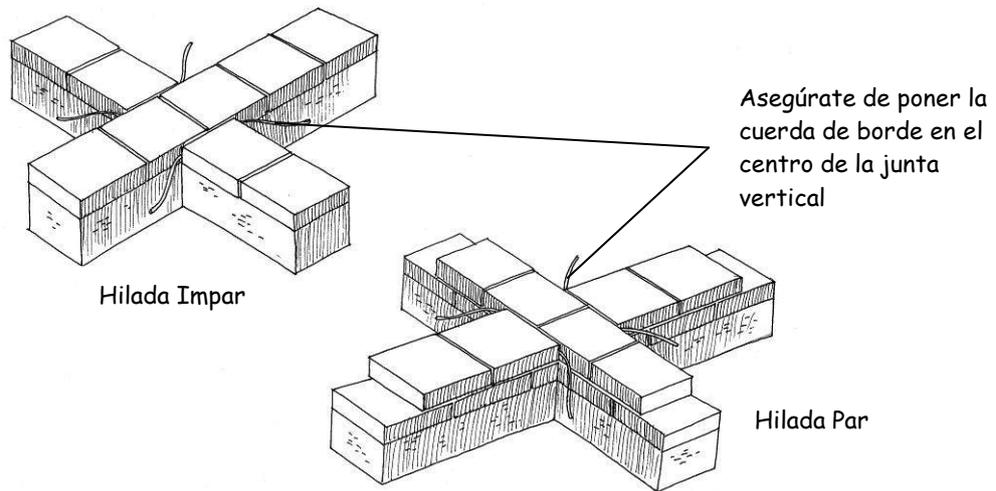


Hilada Par



En este caso, usa una cuerda de borde de 2.00m y colócala envolviendo al adobe

ENCUENTRO EN "L"

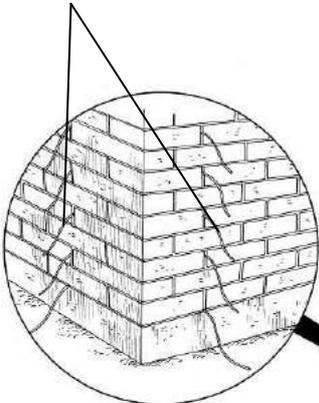


Recuerda:

Antes de colocar las cuerdas de borde, llena con barro la mitad la junta vertical. Luego coloca las cuerdas y finalmente completa el llenado de la junta.

8. Las paredes deberán quedar así:

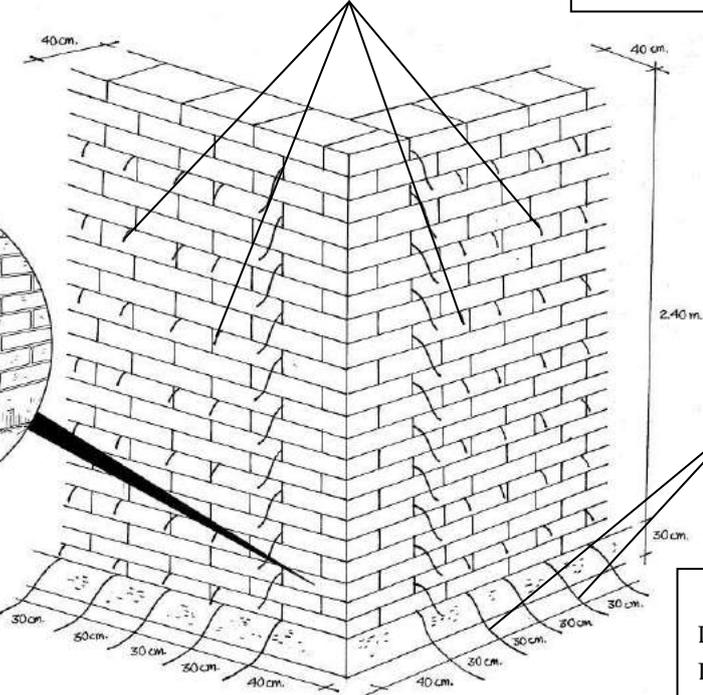
Cuerdas de borde
Sirven para amarrar las mallas horizontales.



Cuerdas de amarre
Sirven para fijar las mallas a las paredes. Deben estar alineadas a las cuerdas del sobrecimiento

Cuerda de amarre

Diámetro:	5/32"
Longitud:	0.80 m
Espaciamiento:	30 cm
	3 hiladas



Cuerda de borde

Diámetro mínimo: 5/32"

Longitud: 1.60 m

Espaciamiento: Cada hilada
Según dibujo

Cuerda de sobrecimiento

Diámetro mínimo: 5/32"

Longitud: 1.60 m

Espaciamiento: Cada 30 cm

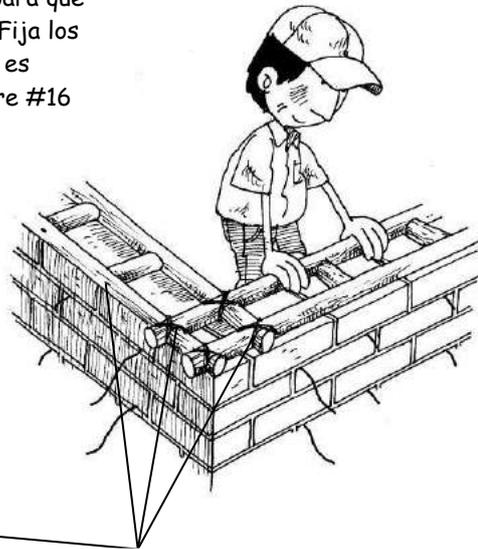
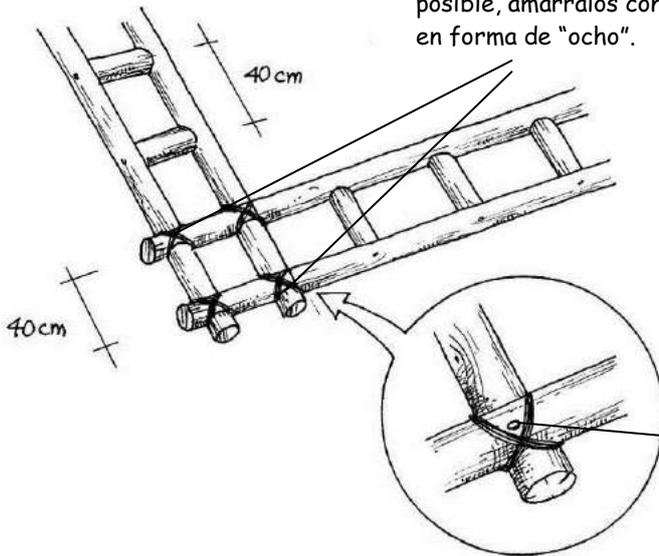
7. CONSTRUCCIÓN DE VIGA COLLAR

La viga collar amarra las paredes de la casa para que trabajen juntas durante un terremoto. Está hecha con troncos o caña Guayaquil y tiene forma de escalera. Se coloca sobre todas las paredes y tiene 40 cm de ancho. Constrúyela así:

Opción 1

Si construyes la viga collar con troncos de eucalipto, utiliza troncos de 4" (10 cm) de diámetro y haz lo siguiente:

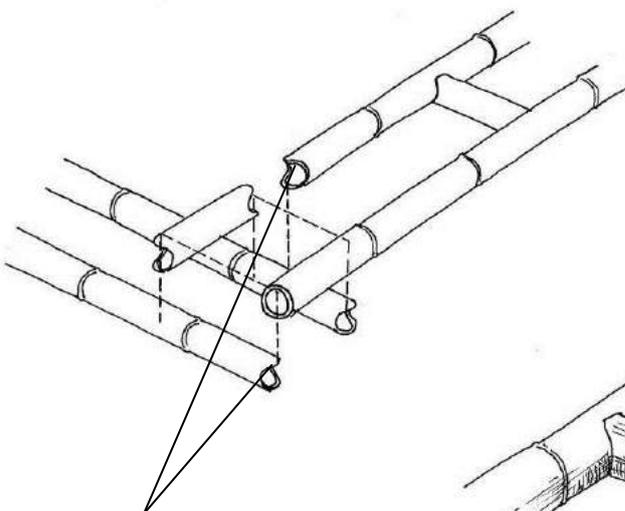
Destaja 5 cm en los cruces para que la unión sea a media madera. Fija los troncos con clavos de 4" y, si es posible, amárralos con alambre #16 en forma de "ocho".



Une todos los troncos con clavos de 4". Amarra la unión en forma de "ocho"

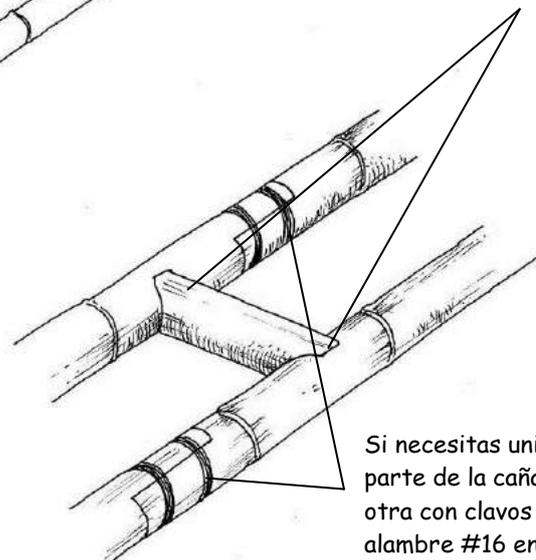
Opción 2

Si construyes la viga collar con caña Guayaquil, usa caña de 4" (10 cm) de diámetro y haz lo siguiente:



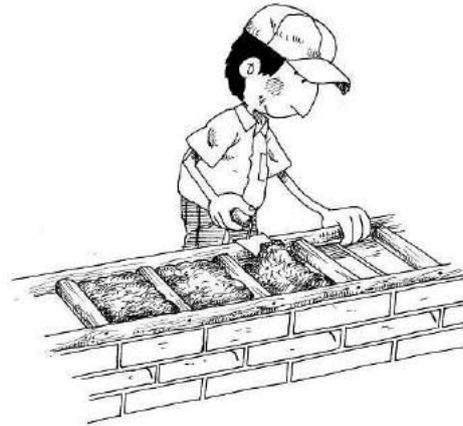
Haz uniones en forma de arco.

Fija las uniones con clavos de 2"

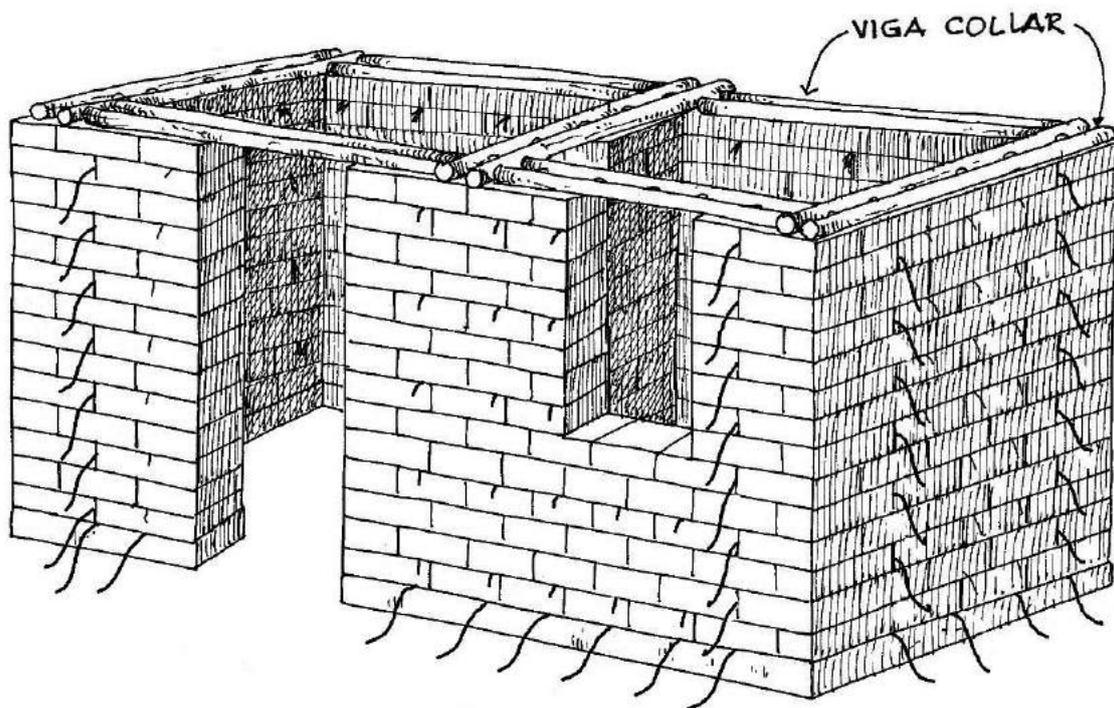


Si necesitas unir dos cañas, corta parte de la caña Guayaquil y únela con otra con clavos de 4" y amárralas con alambre #16 en forma de "ocho".

Coloca la viga collar encima de todas las paredes y rellena con barro los espacios entre troncos.



Tu casa debe quedar así:



Recuerda:

- También puedes utilizar madera aserrada para construir la viga collar. Utiliza madera de 3" x 3" y haz uniones a media madera.

¡Cuidado!

- Si la viga collar es de caña Guayaquil, debes lavarla con veneno antipolillas y aplicarle preservantes de madera. Después, lávate las manos con abundante agua y jabón, y aleja el veneno del alcance de los niños.

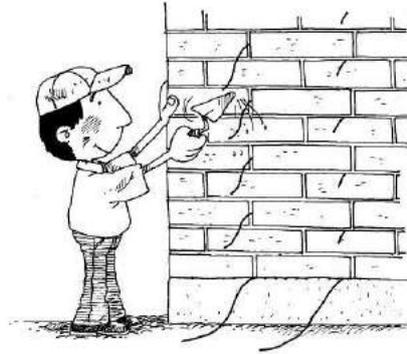
8. COLOCACION DE LA MALLA DE CUERDAS

Una malla de cuerdas fijada a las paredes y a la viga collar dará más resistencia a tu casa para soportar terremotos. Para amarrar las cuerdas, haz un “nudo 8” y nudos simples, como se muestra a continuación:

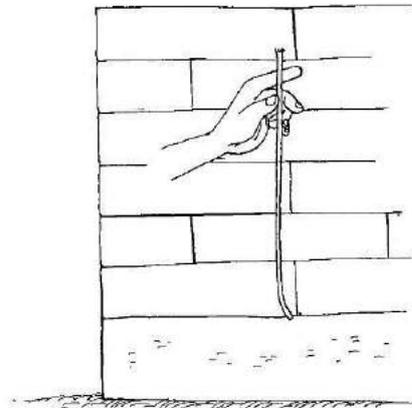
8.1 Amarado de la malla de cuerdas

Sigue los siguientes pasos:

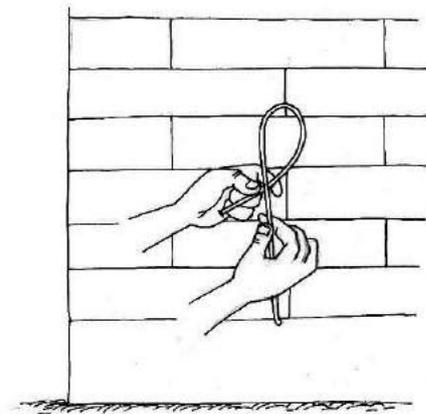
1. Limpia con un badilejo la superficie de la pared para eliminar el barro seco.



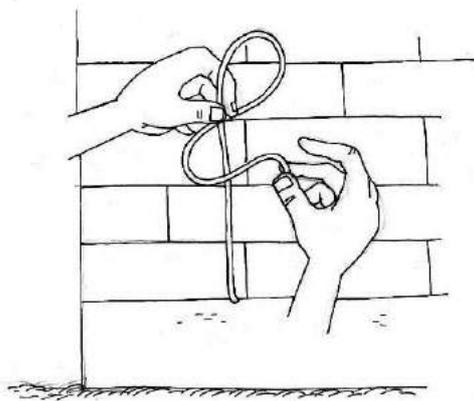
2. Toma la cuerda del sobrecimiento.



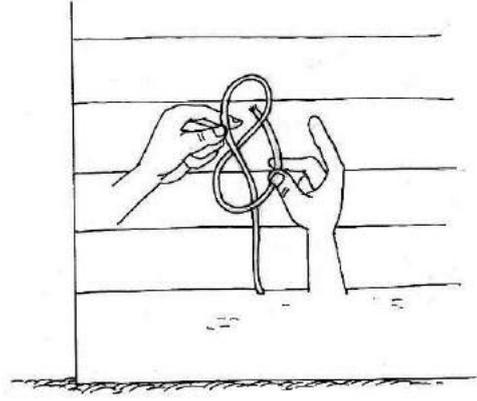
3. Dobra la cuerda de esta manera:



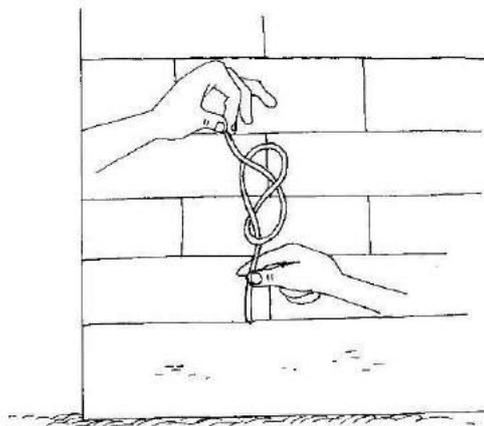
4. Forma un "nudo 8" siguiendo estos pasos:



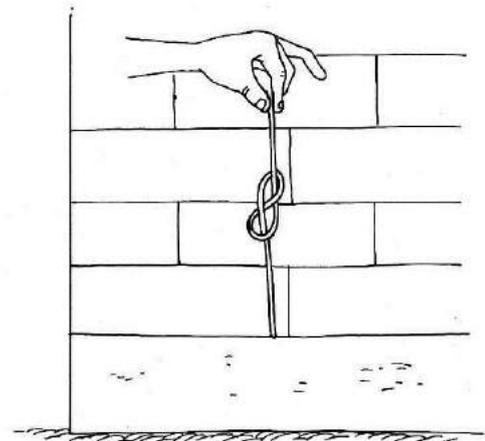
Paso 1



Paso 2

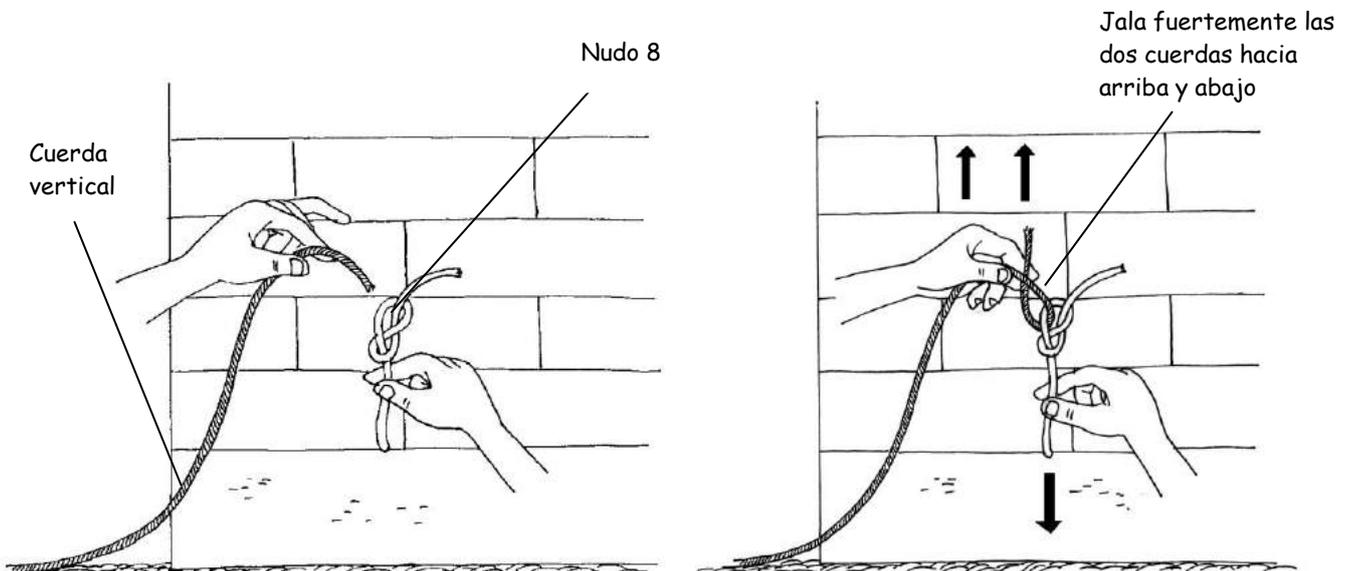


Paso 3



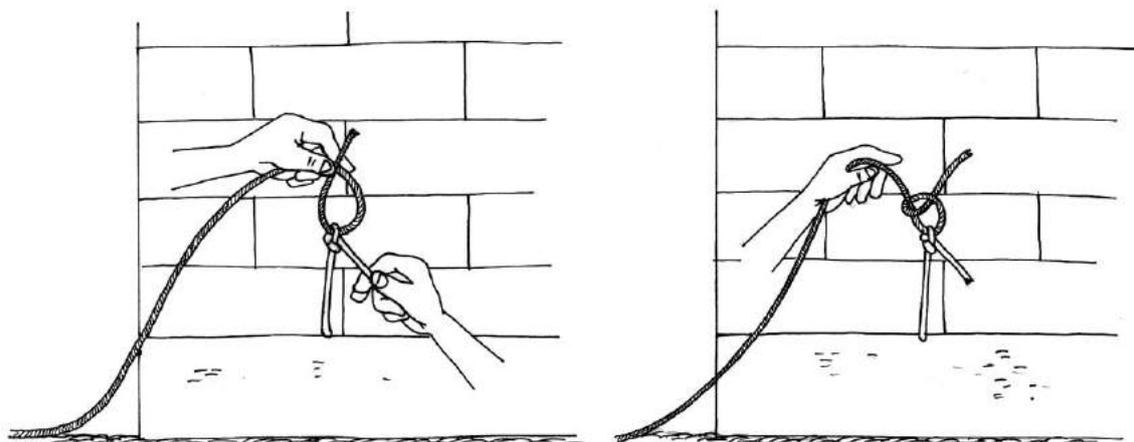
Paso 4

5. Pasa la cuerda vertical por el centro del "nudo 8" y jala fuertemente los extremos para ajustar y unir las dos cuerdas.

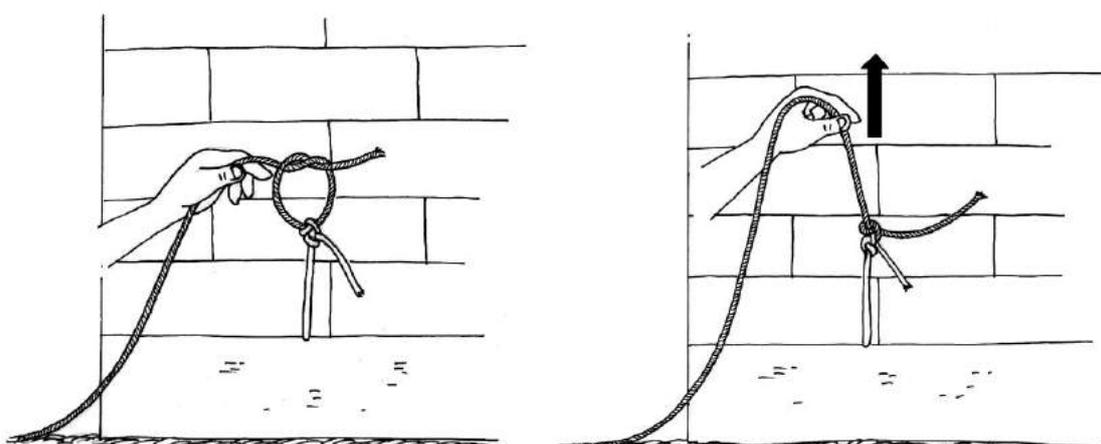


6. Asegura la cuerda vertical con dos nudos simples, de la siguiente manera:

o Primer nudo simple:



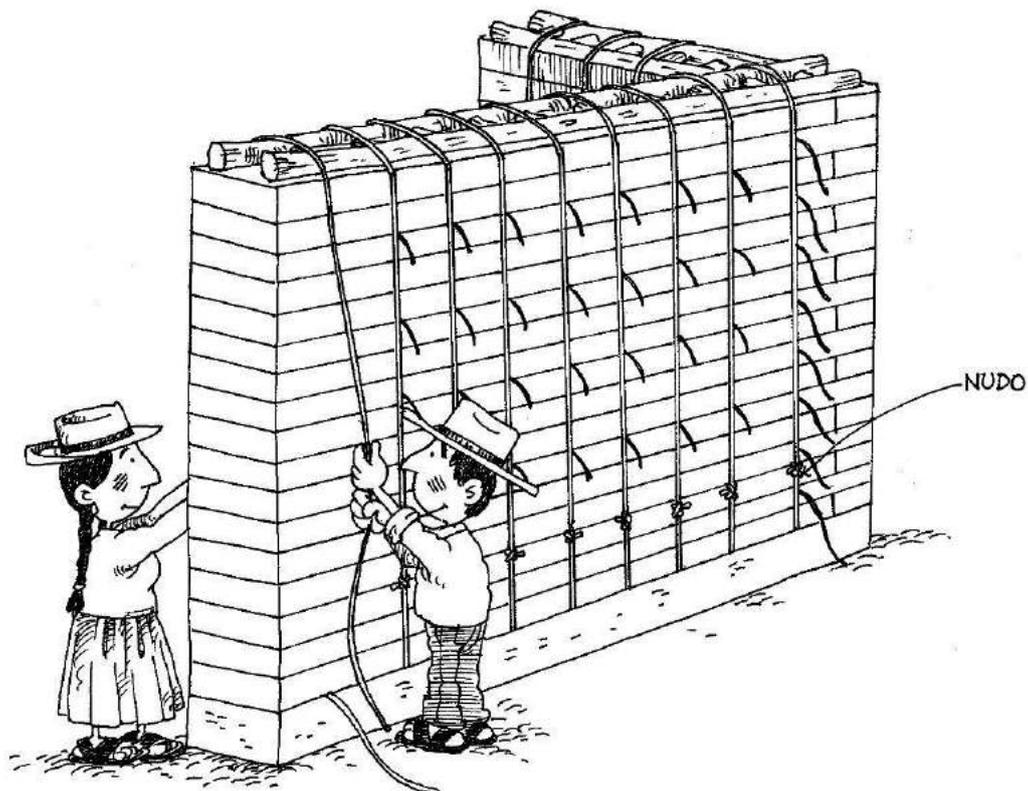
o Segundo nudo simple:



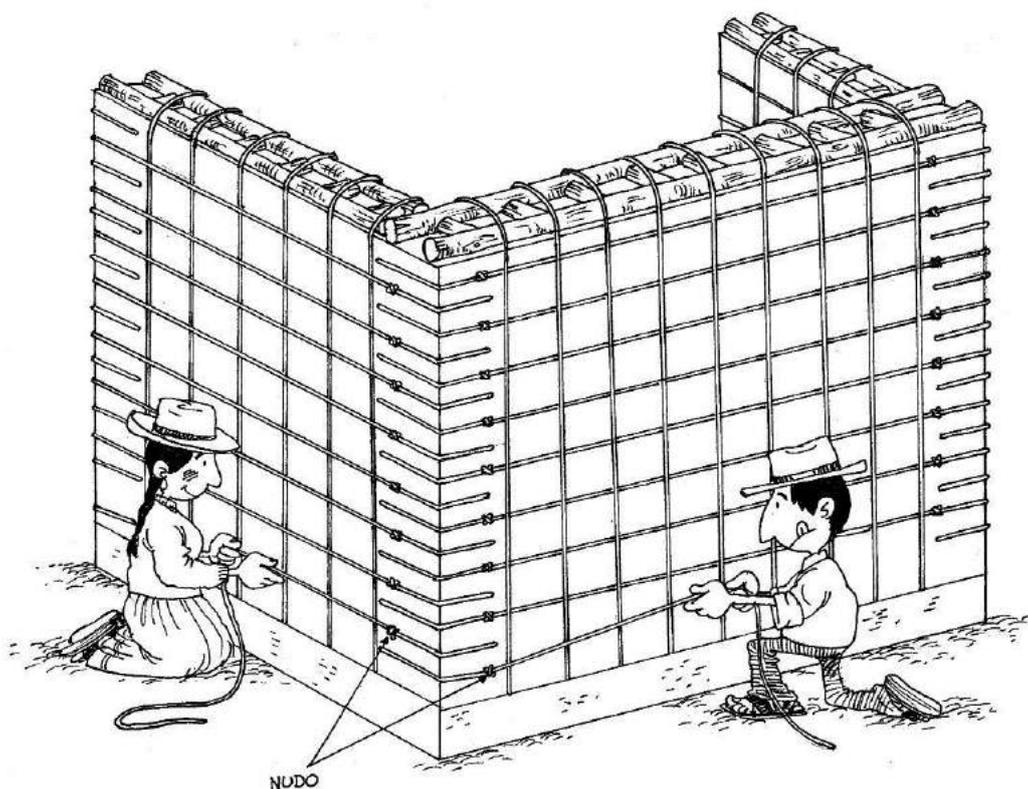
7. Finalmente, jala fuertemente la cuerda vertical para ajustar todos los nudos.



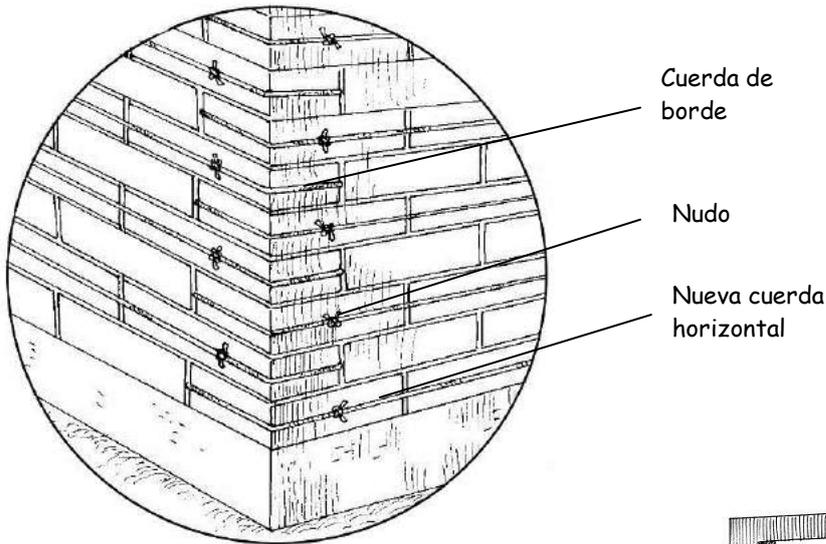
8. Envuelve las dos caras de la pared y la viga collar con la cuerda vertical. Amarra los extremos usando el nudo 8 y los dos nudos simples, como en los pasos anteriores.



9. Haz lo mismos nudos para amarrar las cuerdas horizontales. Asegúrate de envolver la cara interna y externa de las paredes.

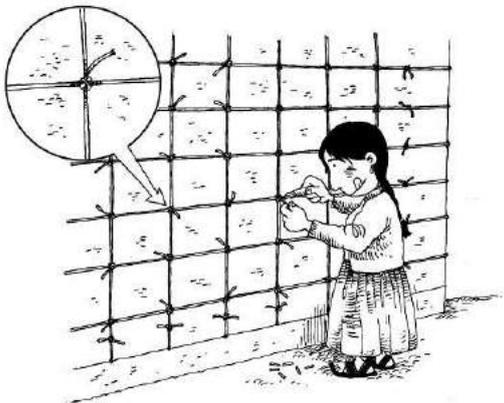
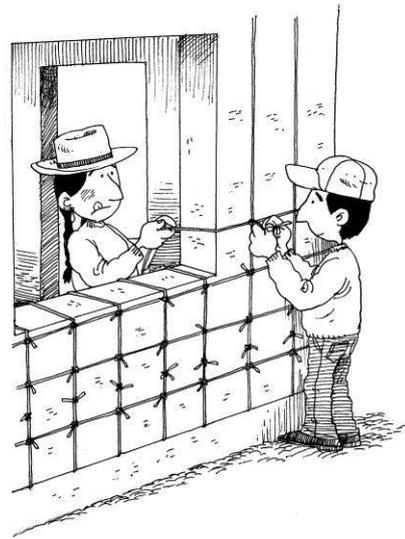


10. Asegúrate que las cuerdas de borde envuelvan toda la esquina de la pared y se amarren con la nueva cuerda horizontal.



Recuerda:
Las cuerdas deben rodear los adobes y **NO** deben colocarse en las juntas horizontales.

11. Fija las mallas a las paredes con nudos simples usando las cuerdas de amarre. Asegúrate de que queden bien pegadas al muro



12. Corta los pedazos sobrantes de las cuerdas sin aflojar el nudo.

Recuerda:
Envuelve completamente todas las paredes de la casa. Las mallas deben quedar bien pegadas a las paredes.

9. CONSTRUCCIÓN DEL TECHO

El techo de tu casa está formado por caña Guayaquil, caña chancada, plástico, esteras de totora y una torta de barro con mucha paja. El techo puede ser horizontal o inclinado. Escoge el techo más adecuado para la zona donde vives.

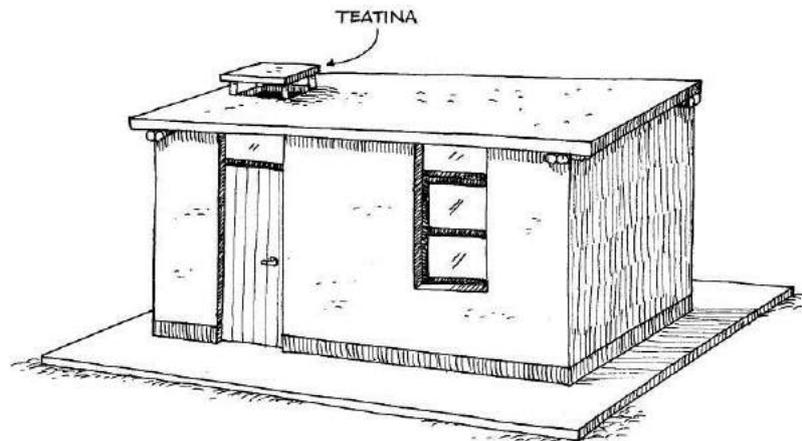
Si cuentas con recursos económicos puedes utilizar coberturas livianas como planchas de fibrocemento o calaminas para el techo de tu vivienda. Escoge una de estas opciones y colócalas según las indicaciones del fabricante.



9.1 Construcción del techo horizontal.

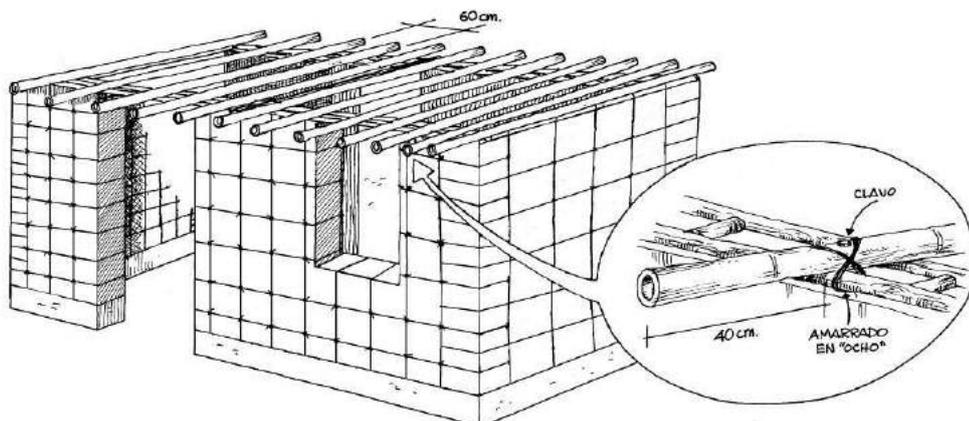
Este techo es bueno para zonas donde no llueve. Cuenta con una teatina para mejorar la ventilación e iluminación de tu casa.

Así se verá tu casa terminada con techo horizontal.

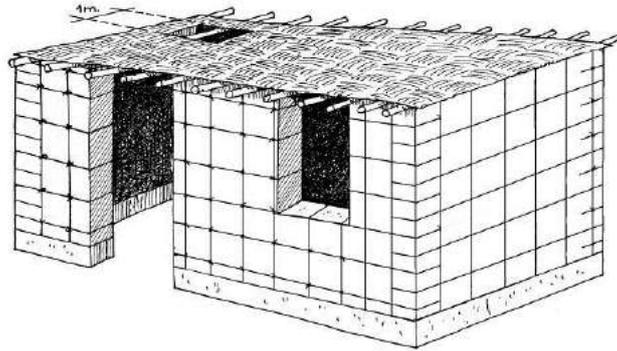


Para construir el techo horizontal:

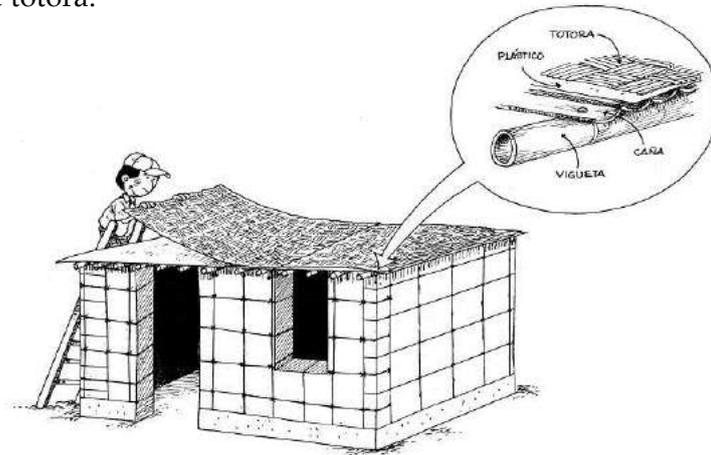
1. Coloca viguetas de caña Guayaquil de 4" o 5" (10 o 13 cm) de diámetro, espaciadas cada 60 cm. Fija estas viguetas a la viga collar con clavos de 4". La caña Guayaquil debe sobresalir 40 cm a cada lado.



- Coloca caña chancada sobre las viguetas. Clava la caña chancada con clavos de 2". Deja libre un cuadrado de 1 m de lado en la sala multiuso para que construyas la teatina.



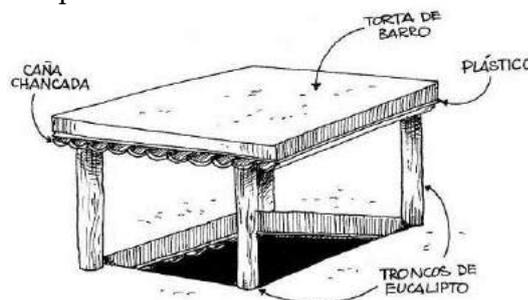
- Coloca plástico sobre la caña chancada para evitar filtraciones de cualquier tipo. Coloca las instalaciones eléctricas (si hubieran) sobre el plástico. Luego, coloca esteras de totora.



- Coloca dos capas de torta de barro de 2,5 cm de espesor con mucha paja, una cada día.



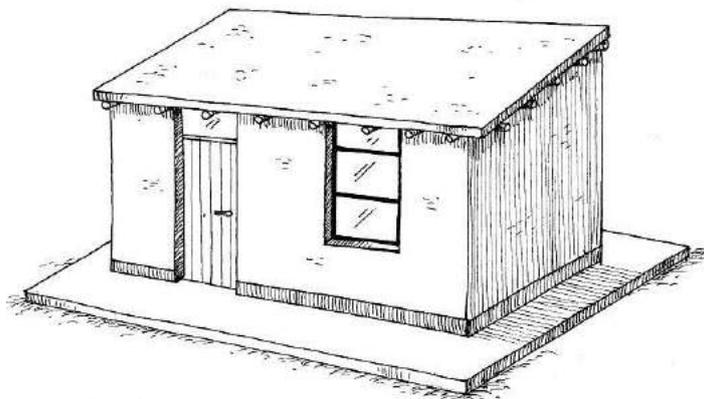
- Construye la teatina de 50 cm de altura con troncos de eucalipto de 1 ½ "(4 cm) de diámetro. Realiza un armazón como muestra la figura y fíjalo al techo con clavos y alambre #16. Tapa la abertura del techo con malla mosquitero.



9.2 Construcción del techo inclinado

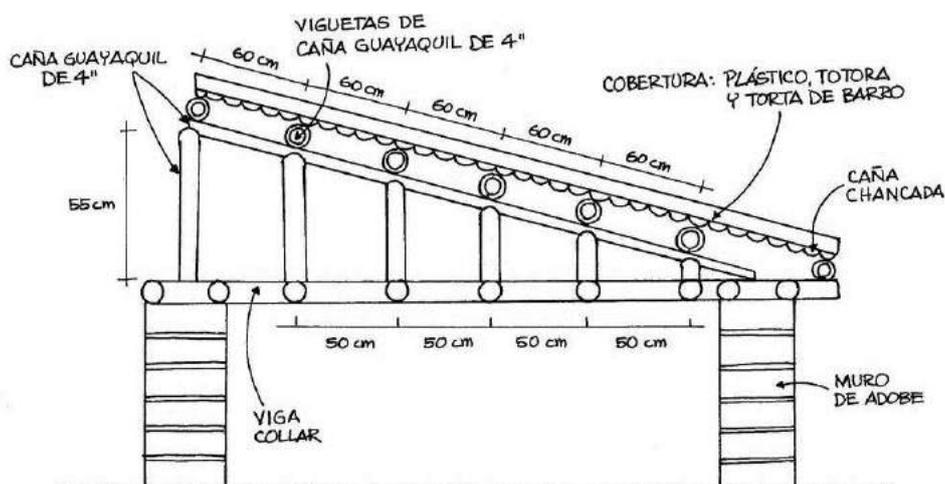
Este techo es recomendable para zonas lluviosas. La inclinación del techo se consigue construyendo tijerales hechos con troncos de eucalipto o caña Guayaquil, apoyados sobre la viga collar.

Así se verá tu casa terminada con techo inclinado.



Para construir el techo inclinado:

1. Construye los tijerales y el techo de acuerdo a la figura. Haz las mismas uniones que usaste en la viga collar.



2. Tapa los lados de los tijerales con caña chancada, como se muestra en la figura. Luego, tarrajea la caña chancada con barro.



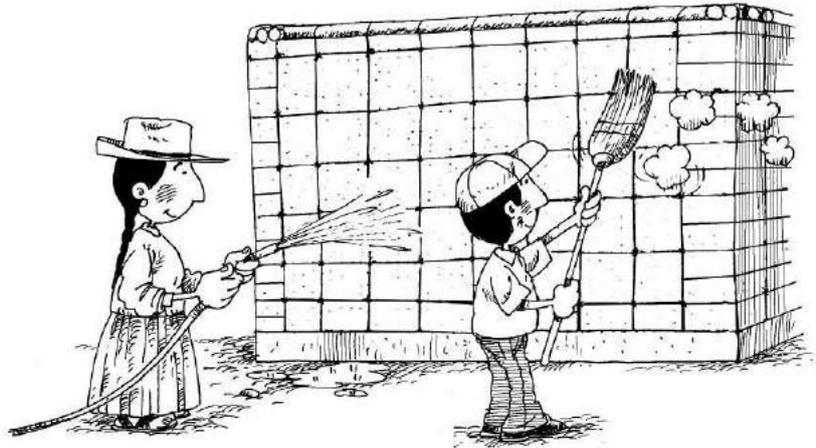
¡Cuidado!

- Si usas caña Guayaquil, debes lavarla con veneno antipolillas y aplicarle preservantes de madera. Después, lávate las manos con abundante agua y jabón, y aleja el veneno del alcance de los niños.

10. TARRAJEO DE MUROS

El tarrajeo de barro protege a las cuerdas de los rayos del sol y aumenta la resistencia de las paredes. Antes de tarrajar, verifica que las cuerdas estén bien fijadas. El tarrajeo se aplica en dos capas de la siguiente manera:

1. Limpia con una escoba y humedece ligeramente con agua todas las caras de las paredes de adobe

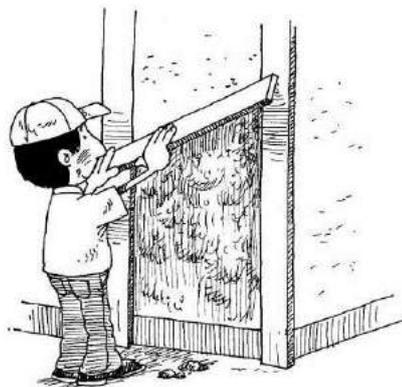


2. Prepara el barro para el tarrajeo. Utiliza la misma mezcla que usaste para el mortero de barro, pero agrégale más paja.

3. Forma una bola de barro con las manos y presiónala fuertemente contra la superficie de la pared. Repite esto hasta terminar la primera capa de tarrajeo de 2 cm de espesor.



4. Al día siguiente, coloca la segunda capa de tarrajeo de 0,5 cm de espesor. Empareja y dale el acabado final.



Es posible que aparezcan algunas rajaduras finas luego de terminar el tarrajeo. Resana las rajaduras en el tarrajeo de esta manera:

1. Prepara una mezcla de acuerdo a las indicaciones del cuadro. Moja una brocha en la mezcla y pásala sobre las rajaduras hasta sellarlas.

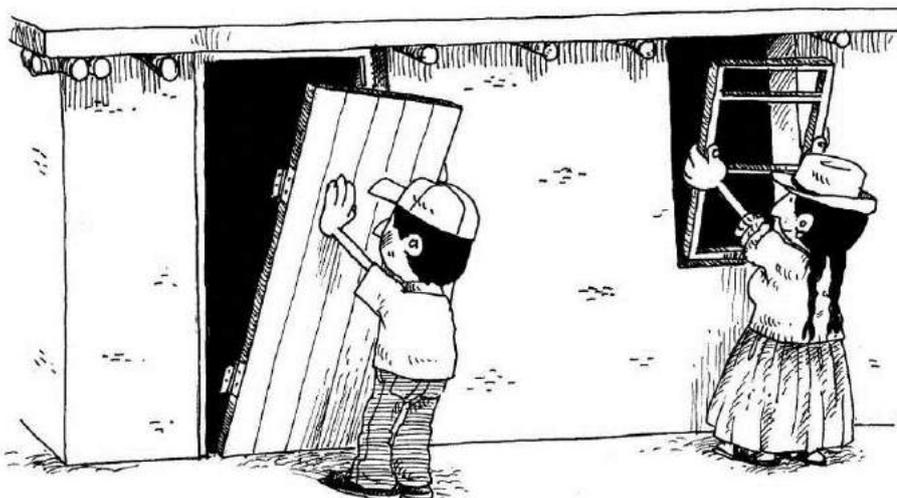


**Mezcla para resanar rajaduras
finas en el tarrajeo**

1 lata de tierra
1 lata de arena fina
½ lata de agua

11. COLOCACION DE PUERTAS Y VENTANAS

Coloca las puertas y ventanas cuando el tarrajeo esté seco. Elige el material (fierro o madera) para los marcos de los vanos. Coloca los marcos sin dañar las cuerdas.



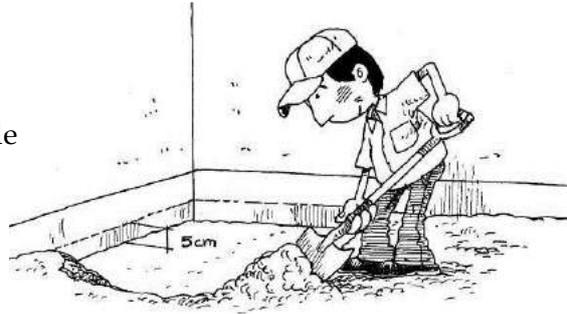
12. ACABADOS

12.1 Pisos

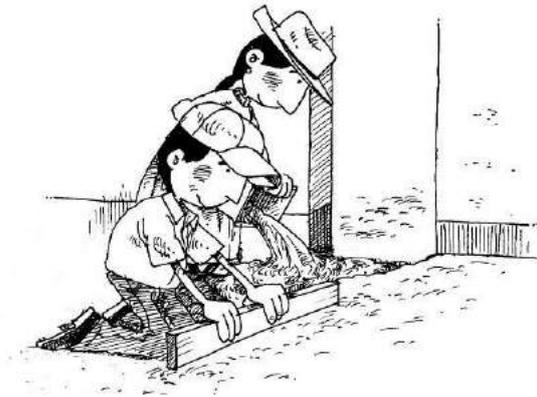
El piso de tu casa puede ser de concreto o de tierra estabilizada con cemento.

Para construir el piso de concreto:

1. Excava 5 cm en todos los ambientes de la vivienda.
2. Compacta la superficie con un pisón.



3. Prepara la mezcla de concreto para pisos de acuerdo a las indicaciones del cuadro. Coloca la mezcla y empareja con una regla de madera.



Concreto para pisos

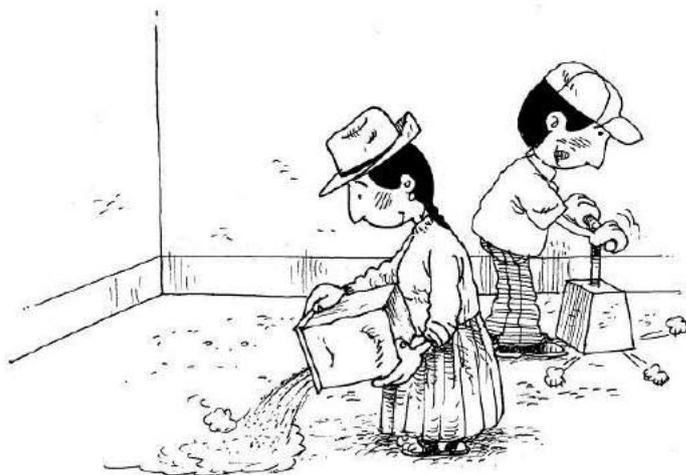
1 lata de cemento
6 latas de hormigón
3/4 lata de agua

Para construir el piso de tierra estabilizada con cemento:

1. Excava 5 cm en todos los ambientes de tu vivienda.



2. Prepara la tierra estabilizada con cemento de acuerdo a las indicaciones del cuadro. Coloca la tierra estabilizada y compáctala bien con un pisón.



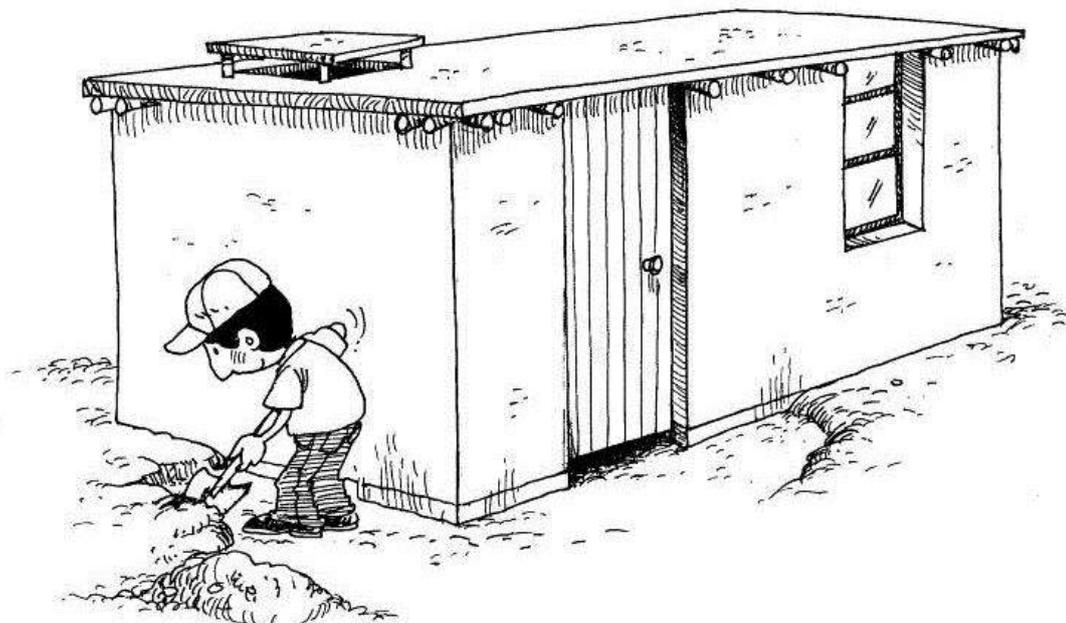
Tierra estabilizada

1 lata de cemento
8 latas de tierra cernida
1/2 lata de agua

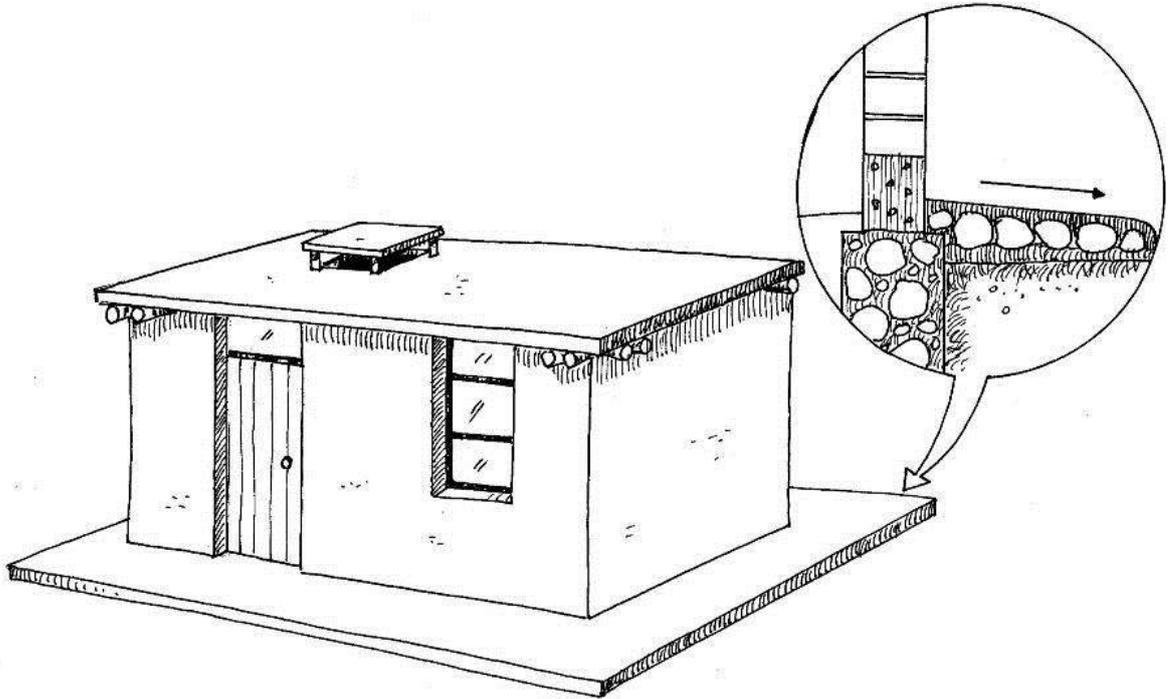
12.2 Veredas

Las veredas permiten una mejor circulación de las personas alrededor de la vivienda. Además, ayudan a que el agua de lluvia no forme charcos fuera de la casa.

1. Excava 5 cm alrededor de tu vivienda.

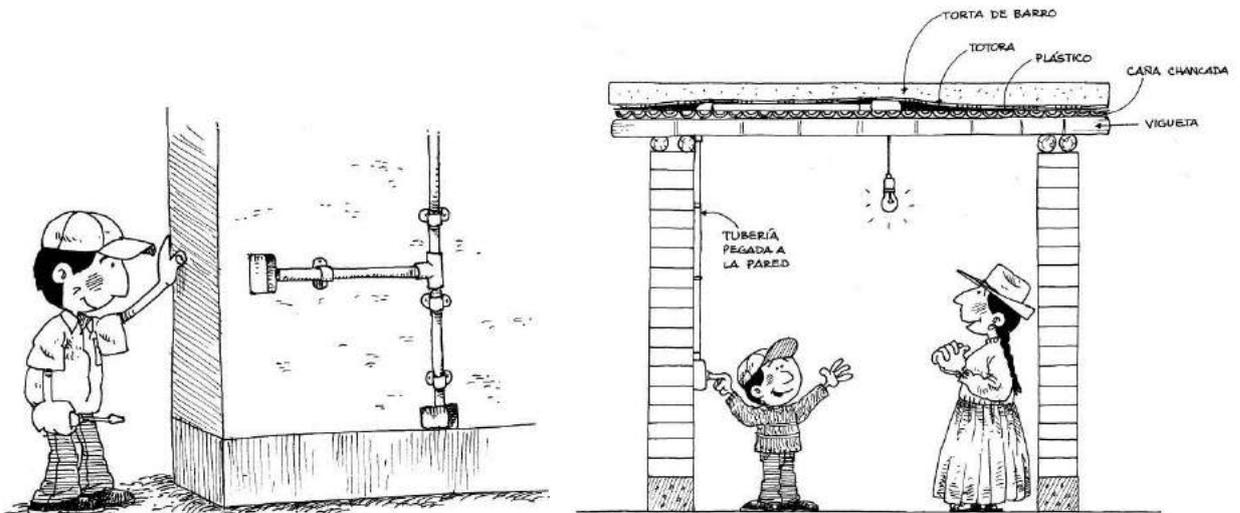


2. Coloca una cama de piedras medianas de 4" (10 cm) con una pequeña inclinación hacia afuera de la vivienda. Rellena los espacios con la misma mezcla de concreto que usaste para los pisos de tu vivienda o con tierra estabilizada.



12.3 Instalaciones eléctricas

Las tuberías irán pegadas a la pared. No debes picar los muros ya que disminuirás la resistencia de las paredes. Para instalar los focos, coloca las tuberías entre el plástico y las esteras de totora que conforman el techo. Si es posible, consulta con un especialista.



13. LA CASA DE ADOBE SALUDABLE

Muchas familias usan cocinas tradicionales que producen mucho humo y ocasionan problemas de salud e infecciones respiratorias. Además, muchas de estas familias no tienen un lugar adecuado para hacer sus necesidades fisiológicas. Esto sumado a una mala higiene puede producir graves enfermedades en la familia.

Una cocina mejorada y una letrina de pozo seco ventilado son soluciones simples y baratas para proteger la salud de tu familia y al medio ambiente. Constrúyelas con el apoyo de un maestro de obra capacitado y evita enfermedades.



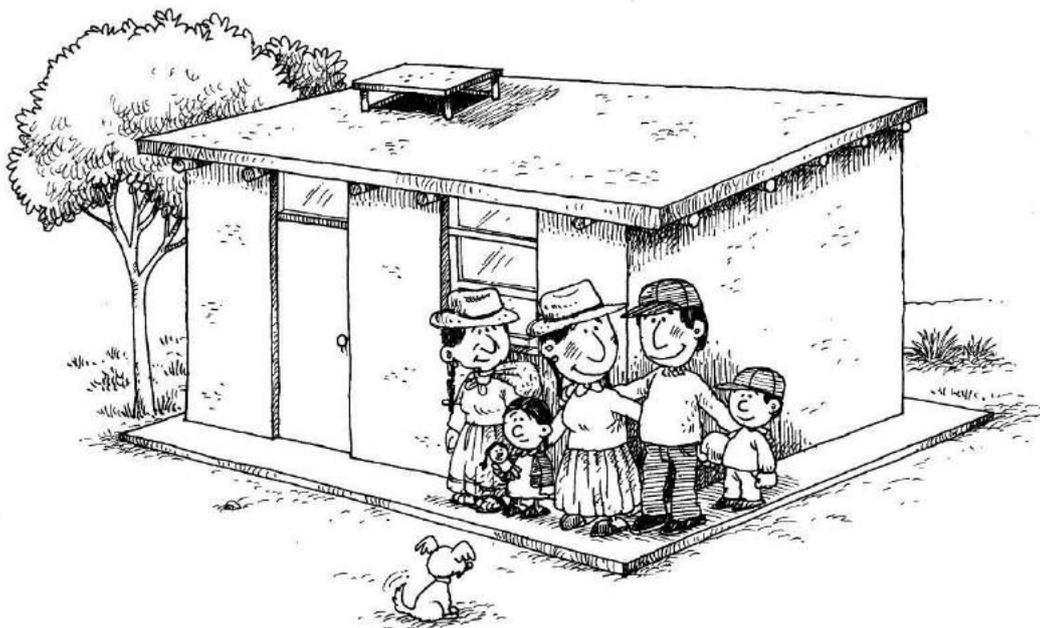
Cocina mejorada

- Concentra el calor y se cocina más rápido.
- Utiliza menos combustible (leña o bosta).
- Saca el humo hacia fuera de la casa.
- Mejora la postura de la persona que cocina.
- Reduce caída de ollas y quemaduras.

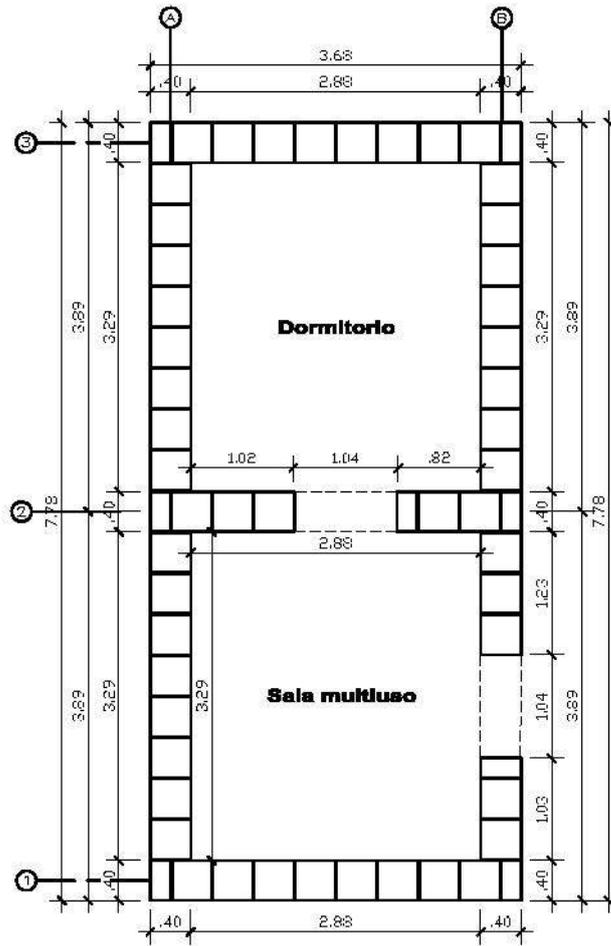
Letrina de pozo seco ventilado

- Da un lugar adecuado para hacer las necesidades.
- Evita malos olores.
- Protege al medio ambiente.
- Brinda un lugar para el lavado de manos y evita contagio de enfermedades.

Así termina la construcción de tu casa de adobe sismorresistente. Ahora tú y tu familia pueden estar seguros de que el próximo terremoto no destruirá tu casa. De esta manera, podrán vivir más tranquilos.



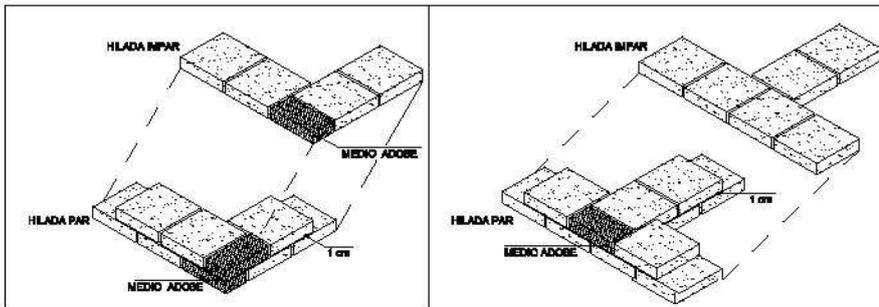
APÉNDICE 1
EMPLANTILLADOS DE LAS PROPUESTAS
DE VIVIENDA



HILADA IMPAR

Juntas verticales y horizontales de 1 cm de espesor

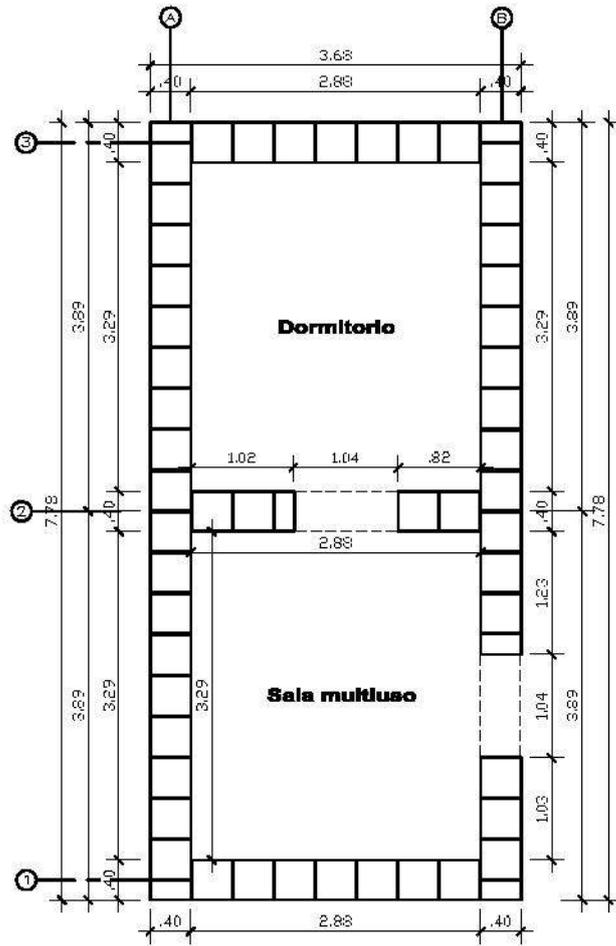
RECOMENDACIONES:



ENCUENTRO EN "L"

ENCUENTRO EN "T"

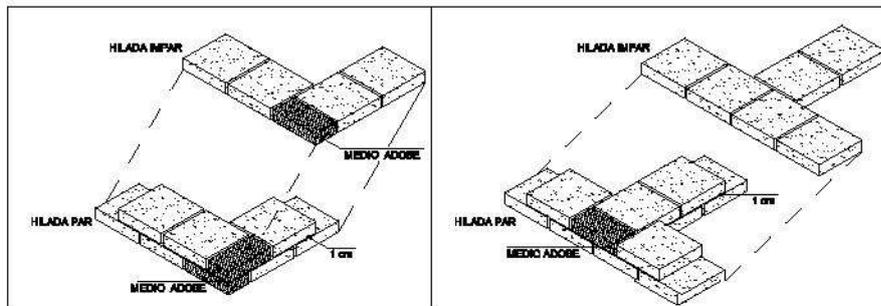
Vivienda de 2 ambientes	
PLANO	EMPLANTILLADO DE ADOBES
HILADA	HILADA IMPAR
ESCALA	1:75



HILADA PAR

Juntas verticales y horizontales de 1 cm de espesor

RECOMENDACIONES:



ENCUENTRO EN "L"

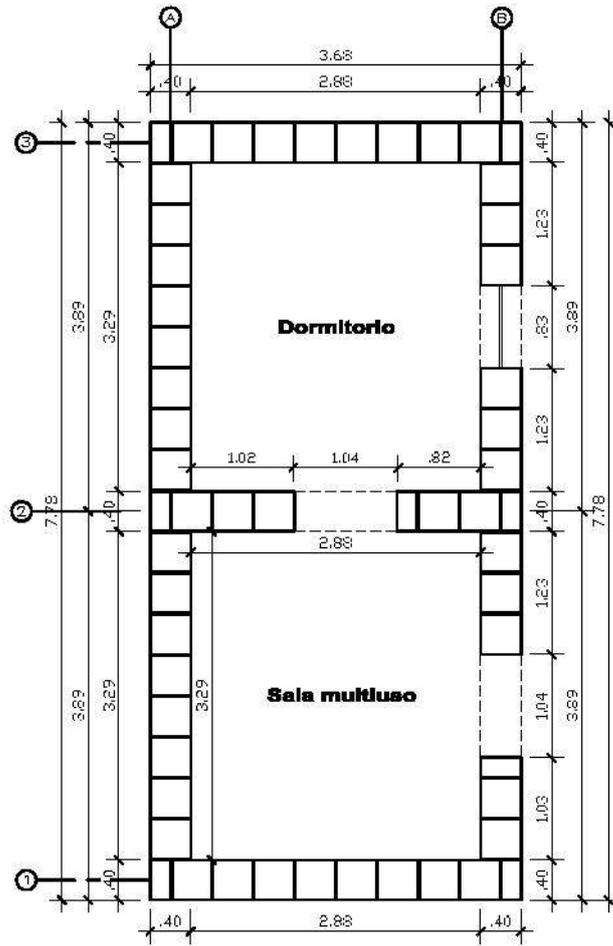
ENCUENTRO EN "T"

Vivienda de 2 ambientes

PLANO : EMPLANTILLADO DE ADOBES

HILADA: HILADA PAR

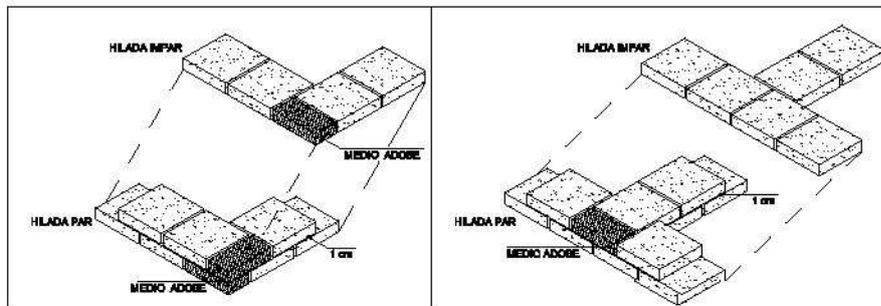
ESCALA: 1:75



HILADA EN VENTANA

Juntas verticales y horizontales de 1 cm de espesor

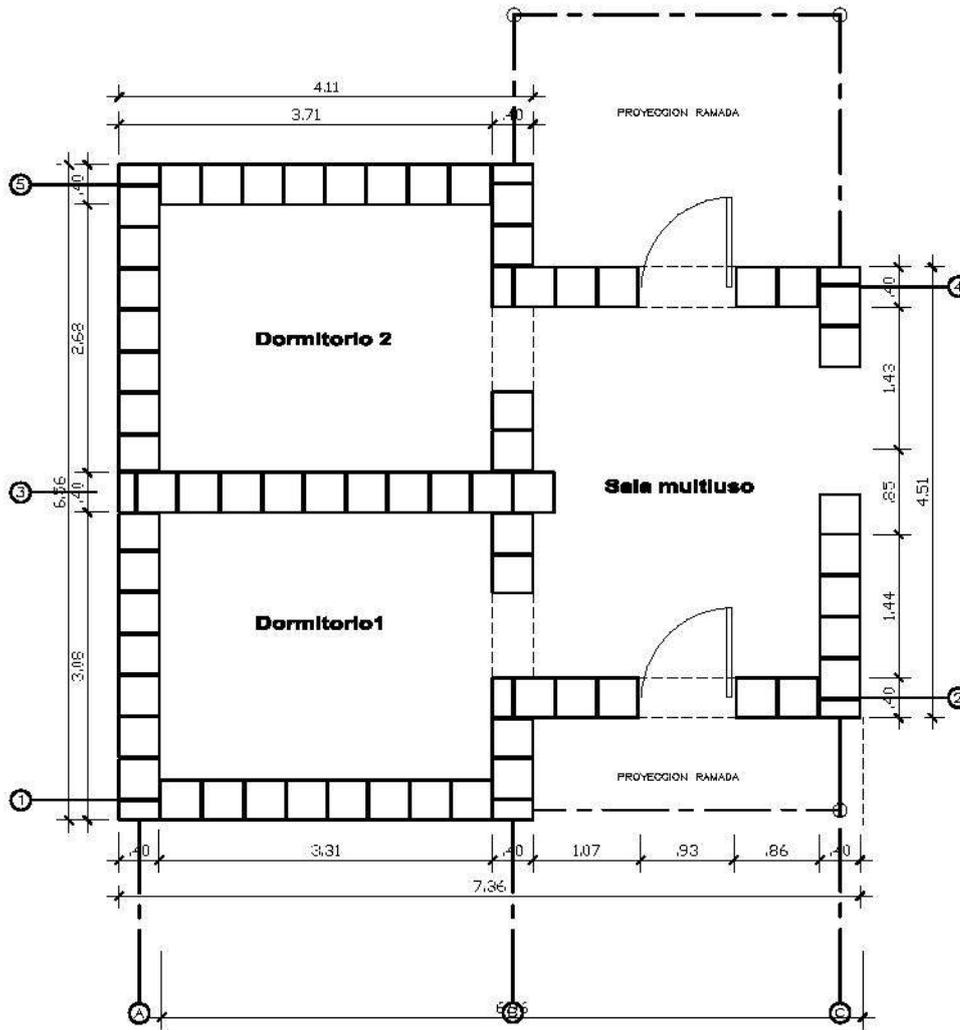
RECOMENDACIONES:



ENCUENTRO EN "L"

ENCUENTRO EN "T"

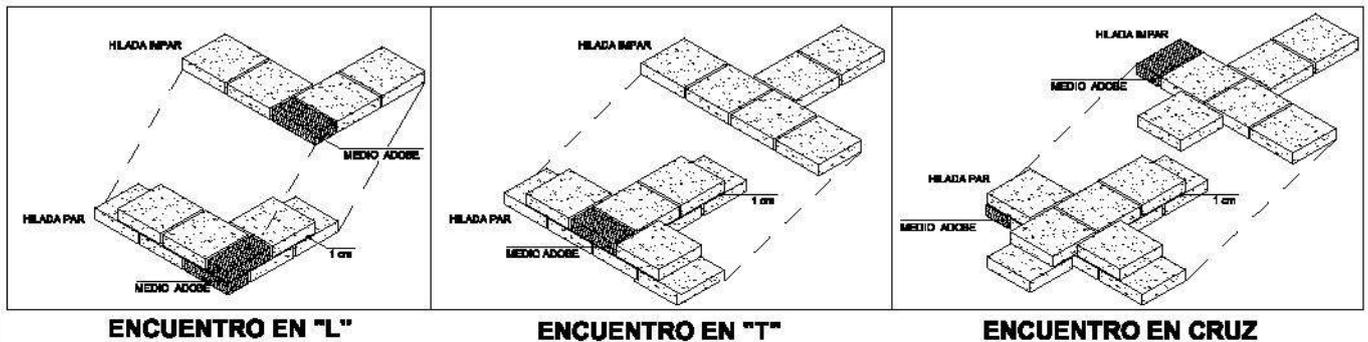
Vivienda de 2 ambientes	
PLANO	EMPLANTILLADO DE ADOBES
HILADA	HILADA EN VENTANA
ESCALA	1:75



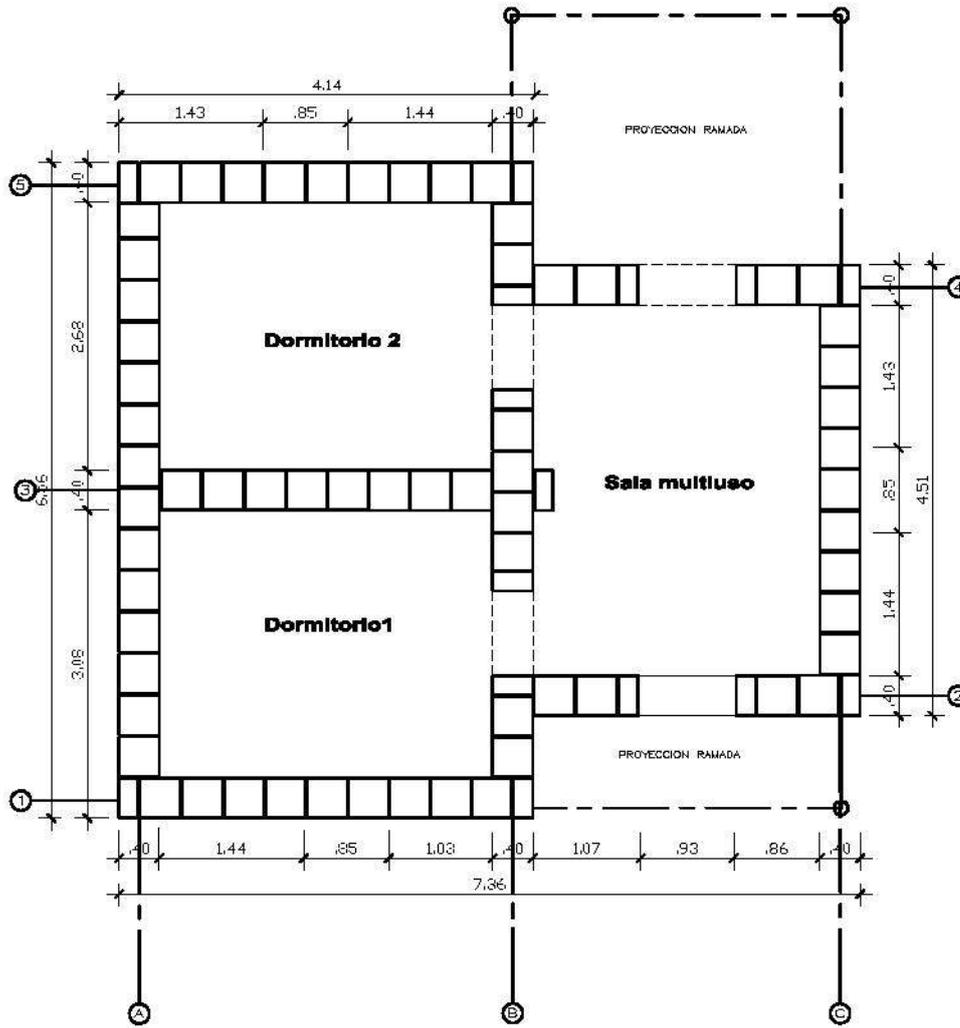
HILADA IMPAR

Juntas verticales y horizontales de 1 cm de espesor

RECOMENDACIONES:



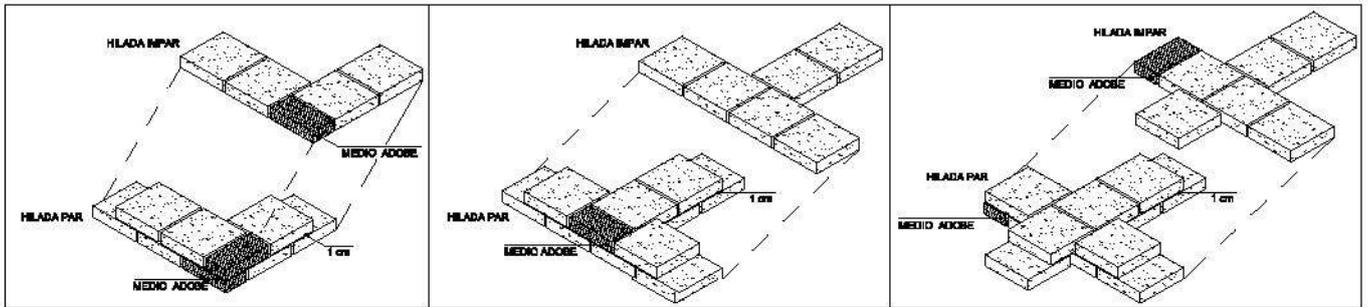
Vivienda de 3 ambientes	
PLANO:	EMPLANTILLADO DE ADOBES
HILADA:	HILADA IMPAR
ESCALA:	1:75



HILADA PAR

Juntas verticales y horizontales de 1 cm de espesor

RECOMENDACIONES:

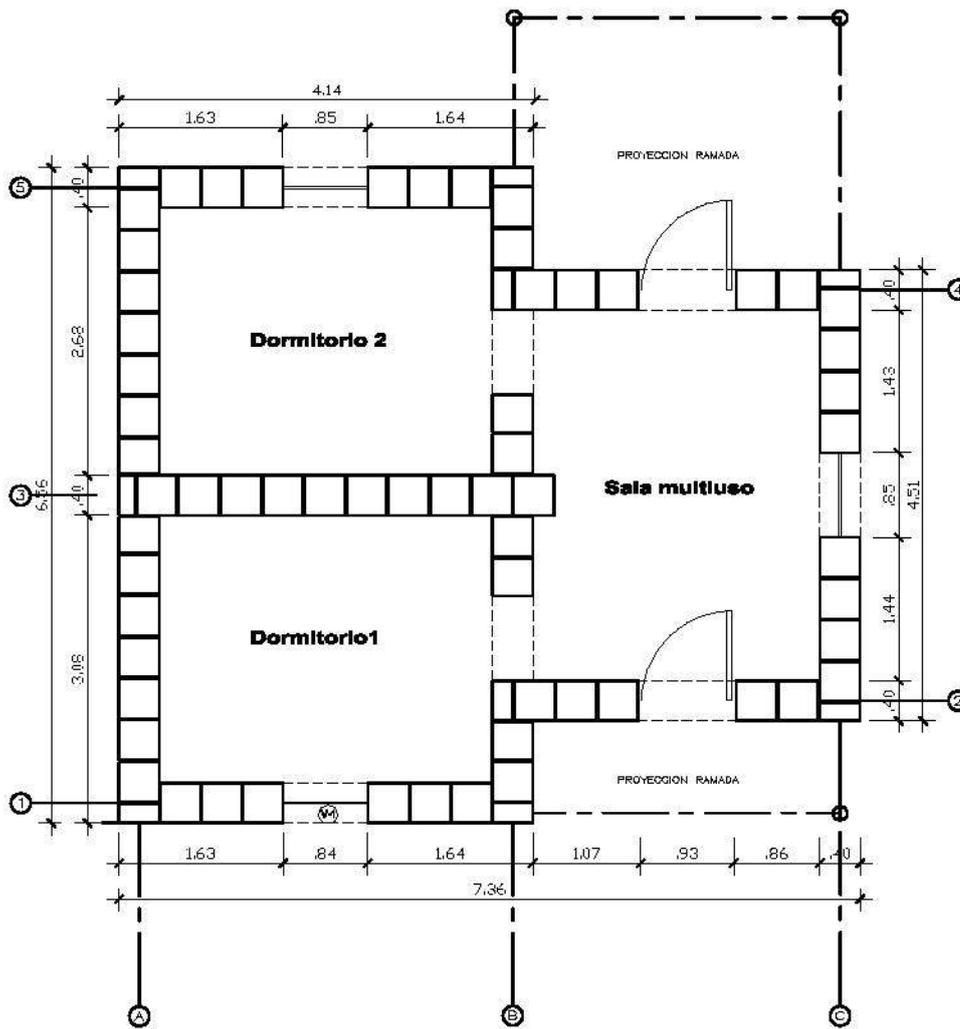


ENCUENTRO EN "L"

ENCUENTRO EN "T"

ENCUENTRO EN CRUZ

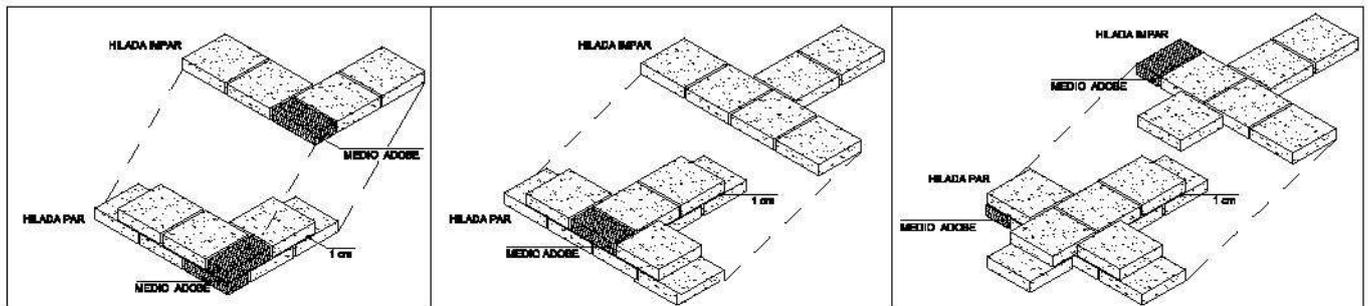
Vivienda de 3 ambientes	
PLANO:	EMPLANTILLADO DE ADOBES
HILADA:	HILADA PAR
ESCALA:	1:75



HILADA EN VENTANA

Juntas verticales y horizontales de 1 cm de espesor

RECOMENDACIONES:



ENCUENTRO EN "L"

ENCUENTRO EN "T"

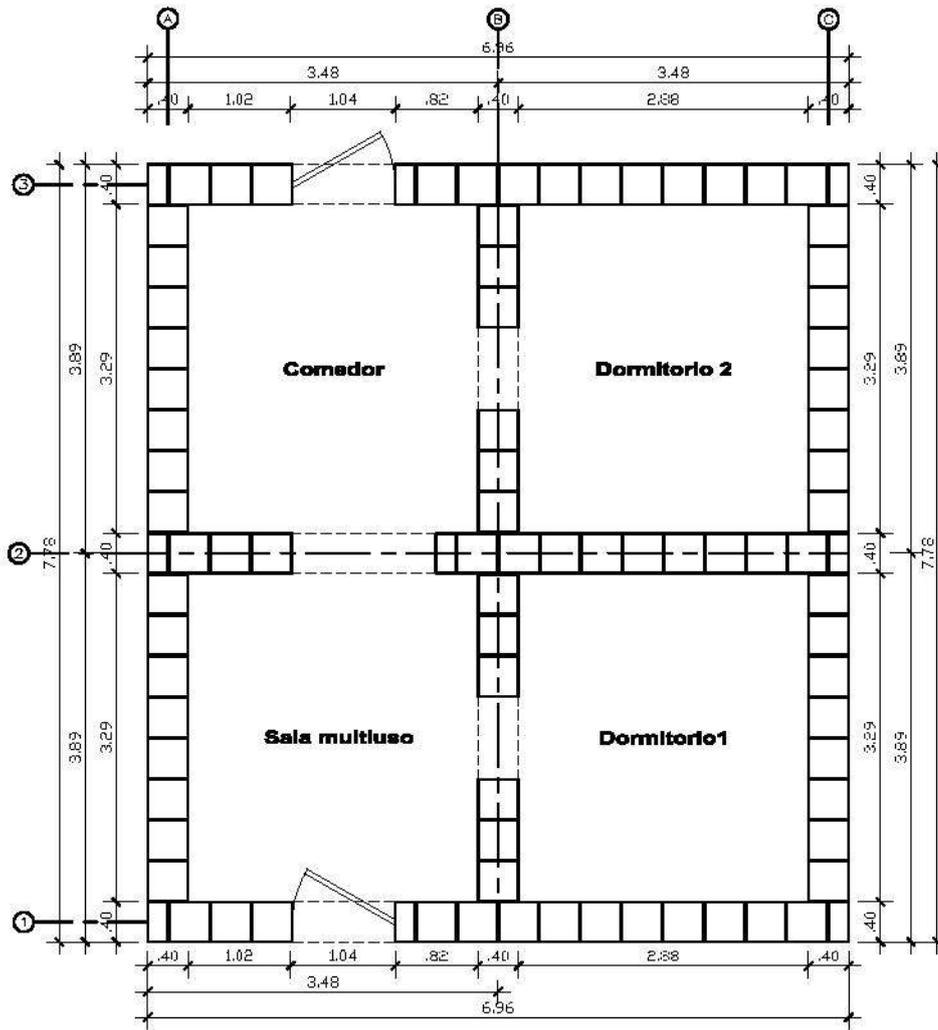
ENCUENTRO EN CRUZ

Vivienda de 3 ambientes

PLANO : EMPLANTILLADO DE ADOBES

HILADA : HILADA EN VENTANA

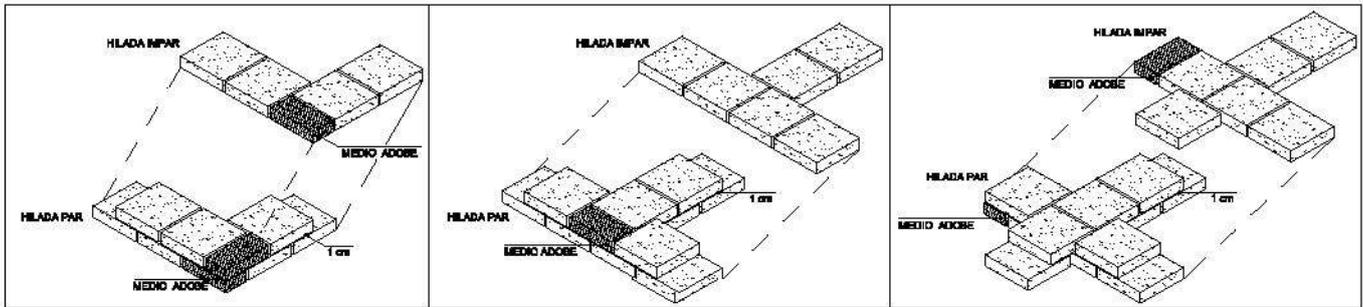
ESCALA : 1:75



HILADA IMPAR

Juntas verticales y horizontales de 1 cm de espesor

RECOMENDACIONES:



ENCUENTRO EN "L"

ENCUENTRO EN "T"

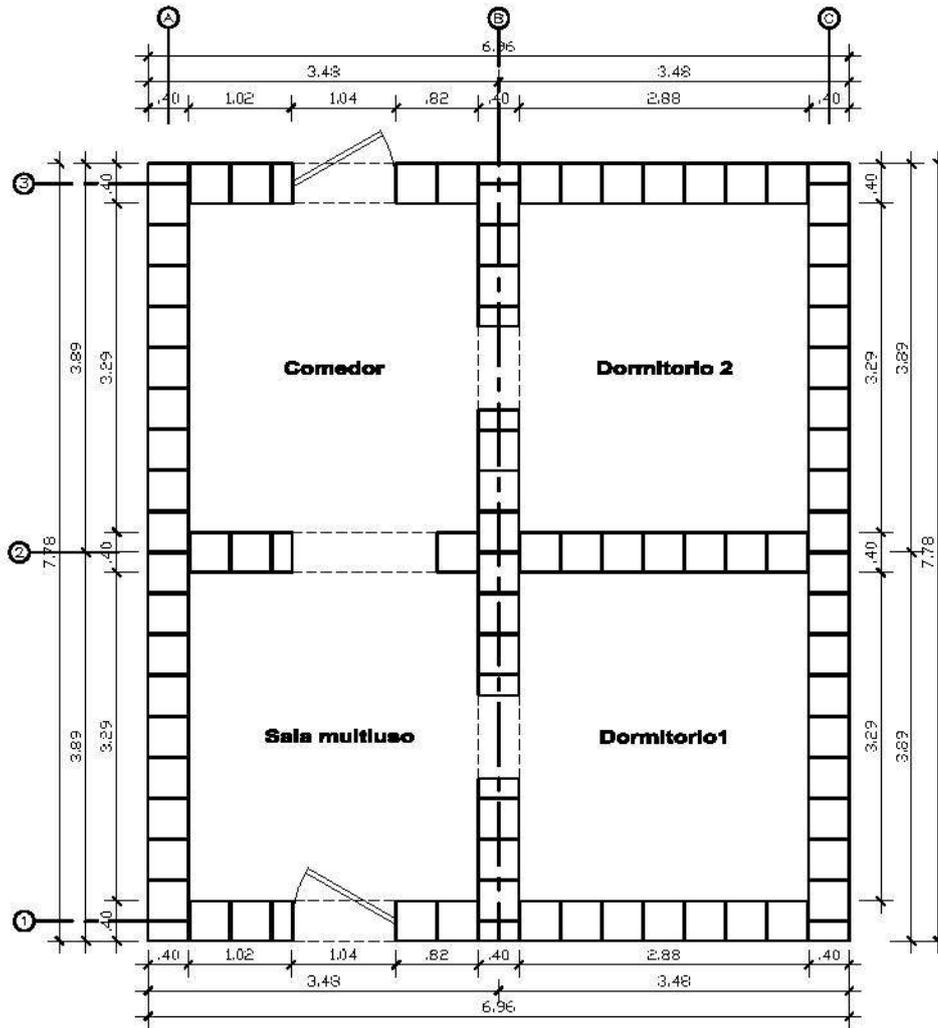
ENCUENTRO EN CRUZ

Vivienda de 4 ambientes

PLANO : EMPLANTILLADO DE ADOBES

HILADA: HILADA IMPAR

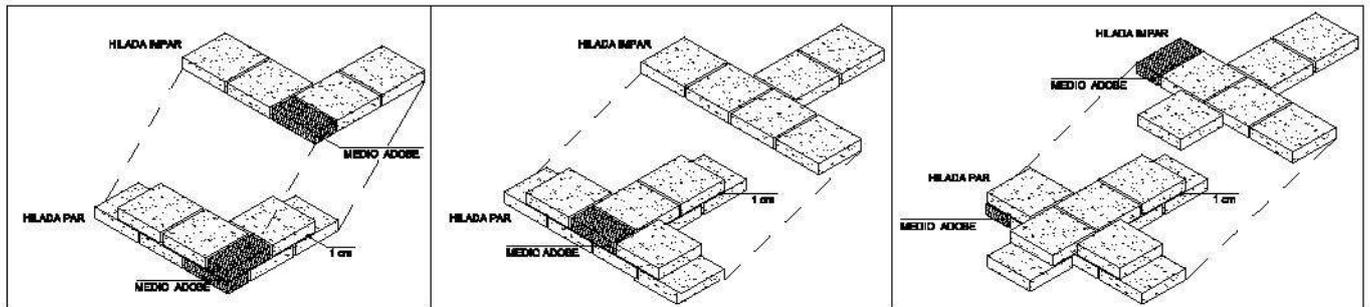
ESCALA: 1:75



HILADA PAR

Juntas verticales y horizontales de 1 cm de espesor

RECOMENDACIONES:



ENCUENTRO EN "L"

ENCUENTRO EN "T"

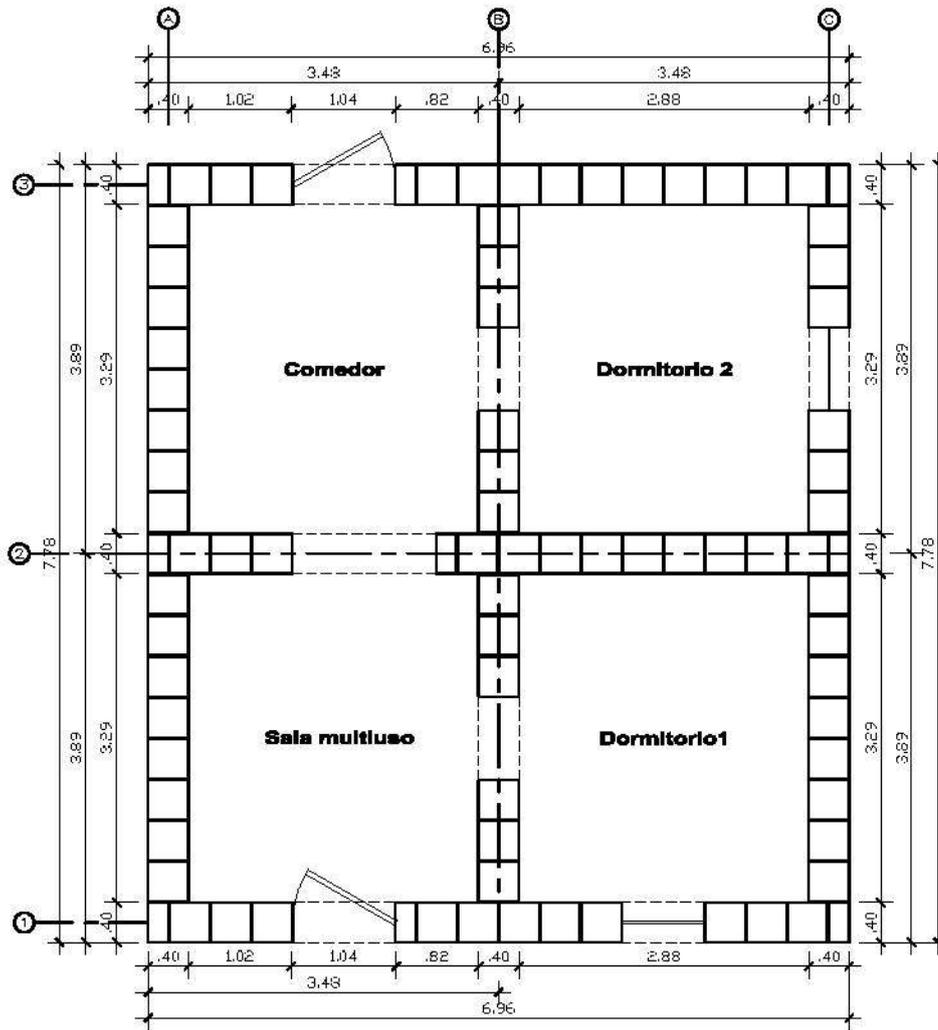
ENCUENTRO EN CRUZ

Vivienda de 4 ambientes

PLANO : EMPLANTILLADO DE ADOBES

HILADA : HILADA PAR

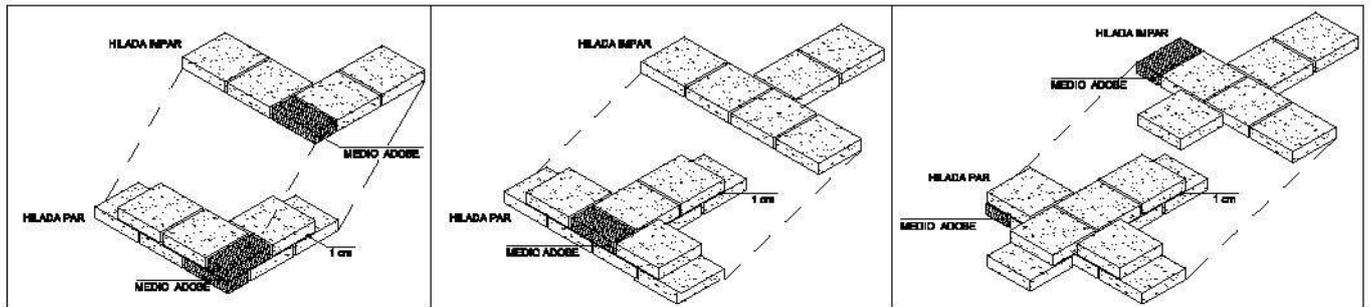
ESCALA : 1:75



HILADA EN VENTANA

Juntas verticales y horizontales de 1 cm de espesor

RECOMENDACIONES:



ENCUENTRO EN "L"

ENCUENTRO EN "T"

ENCUENTRO EN CRUZ

Vivienda de 4 ambientes

PLANO : EMPLANTILLADO DE ADOBES

HILADA : HILADA EN VENTANA

ESCALA : 1:75