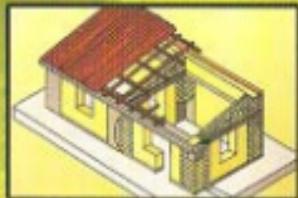


MANUAL DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES EN ADOBE



Cualquier consulta comuníquese
con el proyecto:

PGD - COPASA: Ernesto Novoa 108
Umacollo, Arequipa - Perú
E-mail: giz-copasa@giz-rural.org.pe
teléfono: +51 54 252311 - +51 54 252303



Proyecto Especial
COPASA



PROYECTO: "GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES NATURALES
CON ENFOQUE DE SEGURIDAD ALIMENTARIA"

PRESENTACION

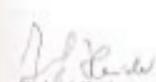
Los terremotos son una amenaza permanente en muchas partes del mundo. En construcciones vulnerables, como son la mayoría de las viviendas de adobe, pueden causar daños severos y poner en peligro la vida de sus habitantes. Esta vulnerabilidad se demostró claramente en un terremoto que afectó el Sur del Perú el 23 Junio 2001 y ocasionó el colapso de miles de viviendas de adobe.

Este desastre llevó a la Cooperación Técnica Alemana-GTZ y al Gobierno Regional de Arequipa, a través de su Proyecto Especial COPASA, a implementar un proyecto de reconstrucción de viviendas en la parte Andina de la Región Arequipa. Para mitigar las mismas vulnerabilidades en el proceso de reconstrucción y prevenir daños a futuro, se aplicó en la construcción de unas 400 viviendas y locales públicos una tecnología sismo-resistente, identificada en un esfuerzo conjunto entre GTZ, COPASA, la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y el Servicio Nacional de Capacitación e Investigación de la Industria de la Construcción (SENCICO). A pesar de su sismo-resistencia, la tecnología destaca por su bajo costo y el uso de material local, que es el adobe.

En el marco de un nuevo Proyecto, denominado "Gestión de riesgo de desastres naturales con enfoque de seguridad alimentaria", COPASA-GTZ y la PUCP han optimizado esta tecnología y comprobado su sismo-resistencia a través de ensayos de simulación sísmica. Con el "Manual para elaborar adobes mejorados" y el "Manual de construcciones sismo-resistentes en adobe" se sistematiza la experiencia ganada y se presenta una herramienta útil y práctica para la futura réplica de la tecnología.

Los manuales están dirigidos sobre todo a maestros de obra, familias que desean construir sus viviendas de adobe en zonas sísmicas y a profesionales y técnicos interesados en aplicar esta tecnología sismo-resistente a bajo costo.

Esperamos que los manuales contribuyan a difundir esta tecnología y, con ello, a prevenir daños y pérdidas ocasionados por sismos.



Dr. José M. García
Autor de los manuales
GIZ - Arequipa



Dr. José H. García Larralde
Director Ejecutivo

ÍNDICE

Presentación	
Prólogo	6
1. Introducción	7
2. Analizando nuestros casos	8
3. Ubicación de la casa	16
4. La nivelación	20
5. Trazado y replanteo	22
6. Excavación de zanjas	25
7. Cimentación	26
8. Sobrecimiento	28
9. Amarre en los encuentros de los muros	32
10. Albañilería de Adobe	33
11. Conectores y ubicación	36
12. Ubicación de los ventanales	39
13. Reforzamiento con mallas electro soldadas	41
14. Vigas celier	45
15. Armado de Techo	51
16. La cobertura	52
17. Tornijos de las zonas reforzadas	54
18. Obras complementarias y acabados	55

PROLOGO

En el Perú existe un gran número de viviendas de adobe, principalmente en las zonas rurales. Cuando estos viviendas están sujetas a terremotos severos, causan grandes pérdidas humanas y materiales.

La Pontificia Universidad Católica del Perú, consciente de este problema nacional, inició a fines de la década del 60, estudios e investigaciones para mejorar la resistencia sísmica de las construcciones nuevas de adobe, con apoyo internacional del AID y CIID, de Estados Unidos y Canadá, respectivamente, que llevaron a la inclusión de refuerzos con caña y recomendaciones incorporadas en la Norma Peruana de Adobe E.080.

En la década del 90, con el apoyo de CERESIS y de GTZ (entidad del gobierno alemán), la preocupación por la seguridad de las viviendas de adobe existentes, generó un proyecto en el que se estudiaron diversos tipos de refuerzo, encontrándose que el empleo de mallas de alambre electro soldado, clavadas a los muros y cubiertas con mortero de cemento, era el procedimiento más simple y adecuado de reforzamiento. De las viviendas reforzadas en el Proyecto Piloto, las de Moquegua, Tacna y Arica fueron probadas con éxito en el sismo del 23 de junio del 2001, habiéndolo soportado sin daños, mientras que numerosas viviendas de adobe no reforzadas sufrieron los efectos del terremoto.

Esta comprobación en un sismo real ha llevado al desarrollo de los proyectos de viviendas nuevas en el Sur del Perú, con la colaboración de COPASA, GTZ, PUOP, SENCICO y a la presentación de este Manual, el cual permitirá a los usuarios la aplicación de técnicas mejoradas para la construcción con adobe y reducir los daños en sismos futuros.



Pontificia Universidad
Católica del Perú

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú como en algunos países del mundo se sigue construyendo viviendas de adobe, existen razones sociales, culturales, económicas y climáticas que explican la continuidad de esta tradición constructiva de Arquitectura Vernácula, el problema es que las versiones nuevas de estos casas no resisten las acciones sísmicas. La técnica de refuerzo que vamos a presentar mejoró sustancialmente la sísmo resistencia de estas construcciones; a sido diseñada e investigada por ingenieros de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), y se describe desde la experiencia del Proyecto de Reconstrucción Post Sismo implementado por GTZ y COPASA, el año 2001 en Arequipa.

Contenidos de las 2 publicaciones:

Manual para elaborar adobes mejorados.

Contiene información referido al procedimiento de fabricación de adobes, la finalidad es mejorar la durabilidad y resistencia de los bloques de adobe, ante sismos y lluvias principalmente.

Manual de Construcciones Sismo Resistentes en Adobe.

Contiene información sobre todo el procedimiento constructivo; da inicio con el tema de inspección de vulnerabilidades en la localización de la vivienda; luego, detalla el proceso de refuerzo estructural aplicando 4 elementos: cimiento y sobreimiento de concreto simple, albañilería mejorada, viga celar de concreto armado y mallas electro soldadas tarrajeadas con mortero de cemento-arena.

El antecedente de la tecnología tiene origen en el Proyecto: "Estabilización de Construcciones Existentes en los Países Andinos" desarrollado por CERESIS (Centro Regional de Sismología de América del Sur) y la Pontificia Universidad Católica del Perú con el financiamiento de la GTZ (Cooperación Técnica Alemana).

Finalmente se espera que, la aplicación de esta técnica contribuya a salvar vidas y disminuir los daños causados por terremotos.

2. Analizando nuestras casas

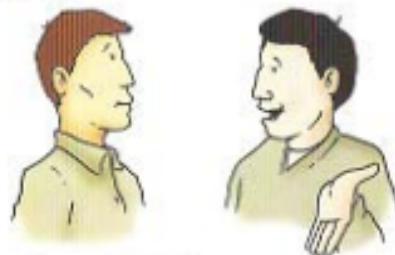


No compadre!
Ahora hay uno nuevo técnico
que resiste a los terremotos!

Mmm... Me podría explicar de qué se trata ese técnico?

Con mucho gusto compadre!

Pero antes... Me podría decir por qué se cayeron nuestras casas?



Ne sólo eso... También fue porque nuestras casas no estaban bien construidas!



* En primer lugar, estén MAL UBICADAS.

Están muy juntas al cerro y en tiempo de lluvias los paredes se humedecen y se debilitan...



... o están muy cerca del barranco. Aquí el suelo no es muy firme y la casa está en peligro de caer.



* Los cimientos y sobrecimientos están hechos con mezcla de barro y dejan pasar la humedad a los muros.

Muchas casas no tienen cimientos!



* Los adobes no están bien hechos...

... están rajados...



... están chuecos...



... o son muy delgados



Entonces son poco resistentes!!

Los puertos y ventanas son muy grandes y debilitan los muros...

... otros están muy cerca a los esquinas, y debilitan los amarres en el encuentro.



* Los muros son muy largos, altos y con muros muy delgados como para resistir 2 pisos.

* Los esquinas y los encuentros no tienen un buen amarre.



Mmmm... Tiene razón. Pero ahora, cómo hacemos compadre?



Como le dije. Hoy una nueva técnica que permite que la casa resista a los terremotos y así no se caerá tan fácilmente como éstas.



* Estos casas están hechas con cimiento y sobrecrecimiento de hormigón, piedra y cemento...

...y soportan mejor el peso de la construcción y le protegen de la humedad de las lluvias.



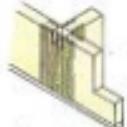
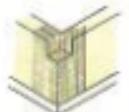
* Los muros están hechos con adobes más resistentes* y fermos que ...



... permiten mejorar el sistema de amarre en las esquinas.

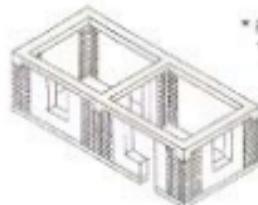


* Los esquinas y los encuentros de los muros son reforzados con mallas electro soldadas...



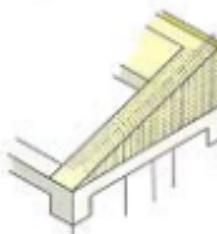
...haciéndolas más resistentes a los terremotos!

¹ Ver 'Manual para elaborar Adobes Mejorados'.

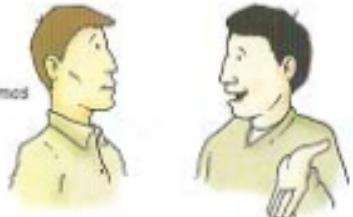


* Para amarrar los muros tiene una viga collar hecha con concreto y fierro que se ancla al muro

Esto viga hace que la casa sea aún más sólida, como una caja compacta, y hace que resista mejor los terremotos.



*Las paredes de la caída del techo también son reforzadas con mallas electro soldadas.



Qué interesante
compañero!
Pero... ¿Cómo sabemos si efectivamente
resistirán el terremoto?

Porque los ingenieros de la Pontificia
Universidad Católica del Perú con el
apoyo de CDTASA y GTZ han realizado
pruebas de resistencia sísmica.

De estas pruebas se conoce que las casas reforzadas resisten terremotos muy fuertes...

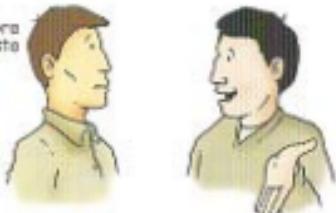


...es más, casas reforzadas con esta técnica resistieron el terremoto del 23 de Junio del año 2001 en el Perú...



...mientras que la mayoría de casas se cayeron.

Así es compadre, pero ahora mi nueva casa la haré con esta técnica!
Pero...
¿Cómo tengo que hacerla?



Primero haremos una lista de materiales que necesitamos y después yo mismo le enseñé, pues tuve la suerte de recibir una capacitación que COPASA-GTZ, con apoyo del SENCICO, ofreció en nuestro pueblo.

Listado de materiales para construir un módulo de 36 m²

Adobes de 40 x 40 x 10 cm	1150	Und.
Adobes de 40 x 19 x 10 cm	200	Und.
Fierro corrugado de 3/8"	9	Varillas
Fierro corrugado de 1/2"	2	Varillas
Alambre negro N° 8' (diámetro 4 mm)	30	Kg
Malla electro soldada (cada de 1" y ancho 0.9 m)	60	m ²
Cemento	68	bls.
Alambre Negro N° 16 (diámetro 2 mm)	9	Kg
Yeso o cal para trazo	1.8	Kg
Vigas solera de 4"x4"x11p (pxx)	3	pzas.
Viga de madera de 2.5"x6"x17p	7	pzas.
Correas de madera de 1.5"x2"x11p	42	pzas.
Clavos para madera de 2 ½"	7	Kg
Clavos de madera de 3"	8.5	Kg
Clavos para madera de 4"	3	Kg
Clavos de madera de 5"	2	Kg
Arena fina	2	m ³
Arena gruesa	2	m ³
Hormigón ²	14	m ³
Piedra de río de ejrex, 30 cm	4	m ³
Cubierta (techo) para	49	m ²

² Hormigón En la Sierra del Perú, se llora así al material que se encuentra en estado natural compuesto por piedra, media y grande mezclada con arena gruesa y otros materiales, y que frecuentemente es usado por la población para hacer concreto ciclópeo.

3. Ubicación de la casa

Hay algunos criterios que debemos tomar en cuenta.

Se debe elegir un terreno seco, firme y en un lugar que disminuya riesgos.

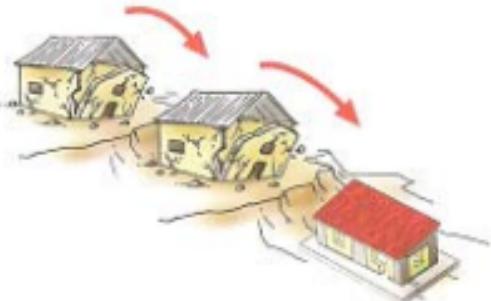


* En pendientes pronunciadas se harán andenes y muros de contención construidas con piedras y concreto, para evitar los deslizamientos.



* También un canal de drenaje para evitar que la lluvia que baja de los cerros humedezca los paredes de la casa.

En laderas poco pronunciadas se recomienda dejar un espacio conveniente entre viviendas a fin de evitar la destrucción en cadena de casas en un sismo fuerte.

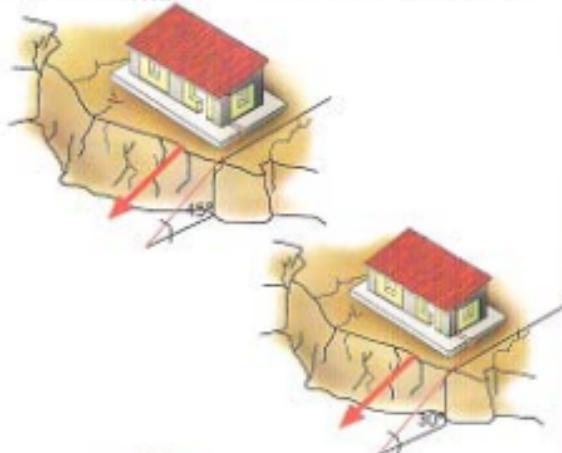


No se debe construir al lado de viviendas antiguas, con daños notorios o en peligro de colapso...



...menos si estas construcciones tienen dos pisos, ya que incluso en un sismo leve podrían caer sobre las nuevas viviendas.

No construir sobre laderas con más de 45º de pendiente cuando el suelo es arcilloso...



...o más de 30º cuando el suelo es arenoso.



Hay que evitar la proximidad a zonas inundables, cauces de ríos y torrenteras...

...zonas de relleno, desmontes o antigues basurales,



Se debe evitar dejar ruinas de arena, tierra, hormigón o piedras apoyadas en las paredes de la casa.



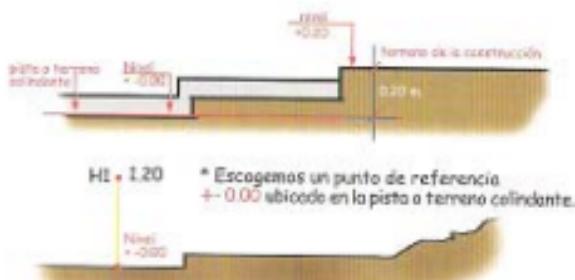
... ya que en época de lluvias transmitirán humedad a los muros.

4. La Nivelación

- * Antes de comenzar con los trabajos, retiramos del terreno los escombros, piedras grandes, basura, yerbas, etc., hasta que quede bien limpio.



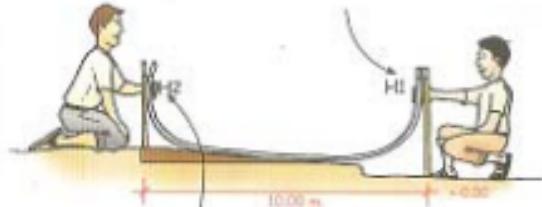
- * De preferencia el terreno para la construcción debe estar 0.20 m más alto que la pista o el terreno colindante.



- * Sobre este nivel referencial colocamos un cuartón y marcamos 1.20m, que será nuestra medida de referencia H1.

Luego:

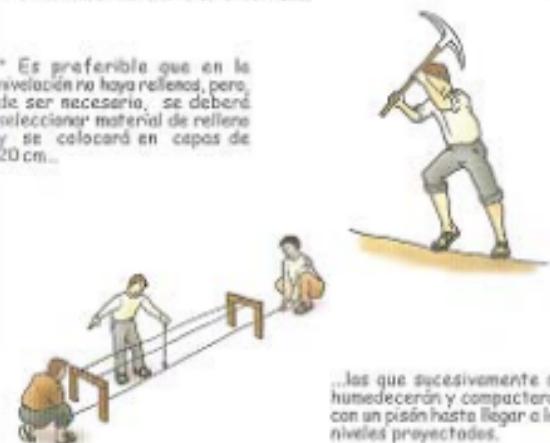
- * Con una manguera transparente, de 1/2", lleno de agua limpia y sin burbujas de aire, trasladamos la medida de referencia H1 a una distancia de 10.00 m.



- * En el otro extremo de la manguera el agua marcará el nivel de referencia. Este punto será el H2.

- * Ahora restamos $H1 - H2$ y la diferencia será la profundidad que excaveremos hasta nivelar el terreno.

- * Es preferible que en la nivelación no haya relleno, pero, de ser necesario, se deberán seleccionar material de relleno y se colocará en capas de 20 cm...



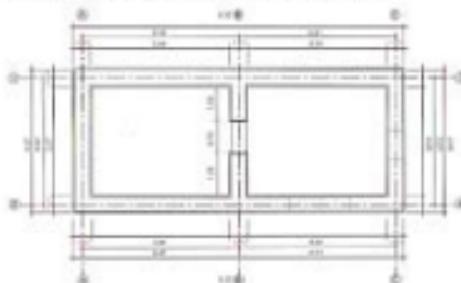
...los que sucesivamente se humedecerán y compactarán con un pisón hasta llegar a las niveles proyectadas.

5. Trazado y replanteo

Para ello necesitamos:

Cordel, wincha (instrumento de medida), nivel, manguera, yeso, plomada, estacas, bolígrafo.

Estas son las medidas para nuestra cimentación:

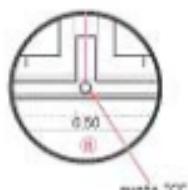


Para hacer el trazo en el terreno...

* Tomamos el punto O donde irá la pared central de la casa, ésta será nuestro punto de referencia.



Luego colocamos allí una estaca.

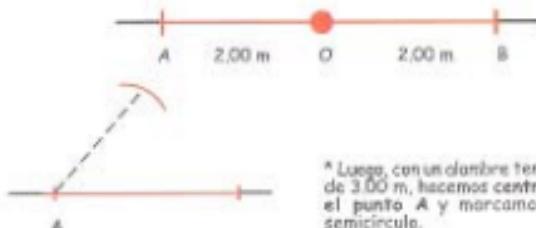


* Trazamos una línea recta con cordel y yeso.

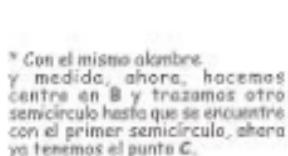


Enseguida:

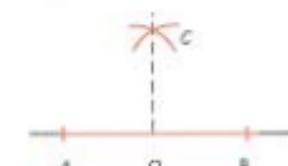
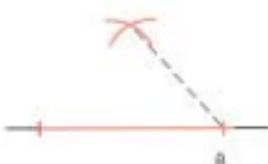
* Medimos 2,00 m a cada lado del punto de referencia O estableciendo los puntos A y B.



* Luego, con un alambre tensado de 3,00 m, hacemos centro en el punto A y marcamos un semicírculo.



* Con el mismo alambre y medida, ahora, hacemos centro en B y trazamos otro semicírculo hasta que se encuentre con el primer semicírculo, ahora ya tenemos el punto C.

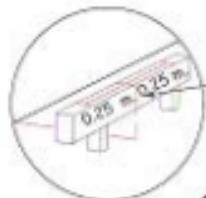


* Enseguida unimos el punto O con el C hallando la perpendicular. Prolongando estas líneas, tendremos dos ejes cuyas medidas marcaremos en los valzos.

Repetimos el proceso hasta tener todos los ejes.



* Ahora colocamos las valizas, que nos servirán para guiarlos en el trazado del cimiento y el sobrecrecimiento. Estos irán en todos los cruces distanciándolos a 1.00 m de la construcción.



* Guióndones de los líneos eje que trazamos, marcamos la distancia de 0.25 m a cada lado del eje sobre la valiza; ahora unímos con un cordel estos puntos entre las valizas.



* Luego, esto medido lo trasladamos al suelo con ayuda de la plomada.



* Colocamos el cordel...

... y marquemos con yeso o cal.

6. Excavación de zanjas

Si el terreno ha sido rellenado: Se toma la medida desde donde se empezó a llenar hacia abajo.

* Con un ancho de 50 cm comenzamos a excavar.

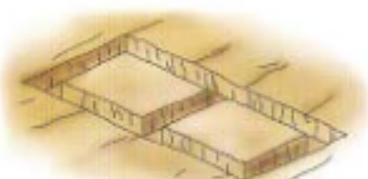


* La profundidad de la excavación es de 60 cm mínimo; si el suelo es firme a esa profundidad, De lo contrario, seguir excavando hasta encontrar suelo duro.



* Las paredes laterales de la zanja deben ser verticales, para ello verificámos con la plomada.

* El fondo de la zanja debe estar nivelado. Para verificarlo, colocamos el nivel sobre un tablón recto.



Cuando esté listo, mojamos bien las paredes laterales y el piso de los zanjas.

7. Cimentación



* Preparamos la mezcla:
1 lata de CEMENTO
por 10 latas de HORMIGÓN.



* Mezclamos bien.



Luego celecamos manualmente la primera capa de piedras, y vaciamos concreto. Hay que asegurarse que las piedras siempre estén recubiertas por mezcla.

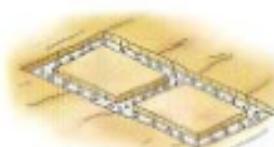


* Mojamos los piedras angulosas de 8" (palos).

A continuación vaciamos el solado que es la primera capa de concreto hasta una altura de 3" (palos).

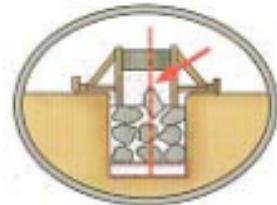


Esta operación se repite hasta terminar de vaciar el cimiento.



Concluido esto y antes de que se endurezca el concreto, se coloca en la superficie del cimiento, sobresaliendo piedras de 4" (palos) aproximadamente distanciadas a 50 cm y en el centro del cimiento...

estos sirven para mejorar la unión entre el cimiento y el sobrecreimiento.

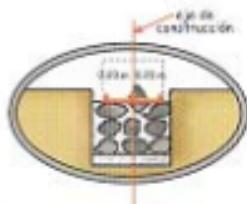


El concreto siempre deberá quedar compacto y sin vacíos.

8. Sobrecimiento

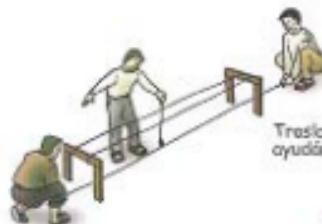


Utilizamos los valizes y los marcos del eje de la construcción...



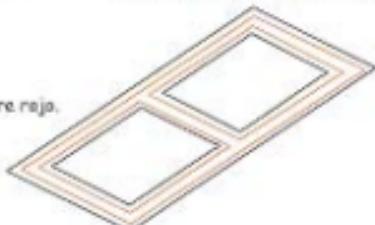
Hacemos el trazo

* Colocamos el cordel a 20 cm a cada lado del eje de construcción, haciendo un total de 40 cm que es el ancho del muro.



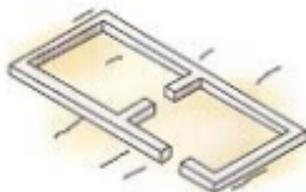
... trasladamos la medida al cimiento ayudándonos con la plomada, y...

... marcamos con aceite rojo.



Ahora estamos listos para encofrar!

Encofrado del sobrecimiento

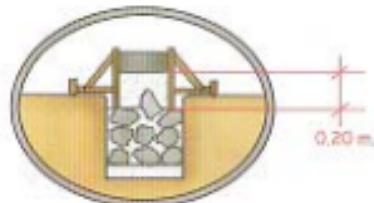


Con tablones anchos de unos 40 cm de alto y rectos...

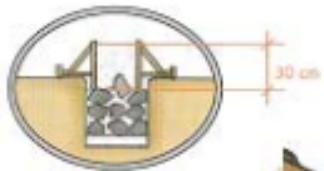


encofrando los maderos con cuartones de tal madera que queden bien seguros.

*Antes de encofrar, la madera se hmedecerá con petróleo o aceite quemado para protegerla de la humedad y facilitar el desencofrado.



Sólo en la zona donde se ubican las puertas la altura del sobrecimiento será de 20 cm.

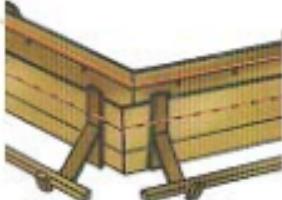


...lo mismo que marcaremos en la cara interior del encofrado con tiza roja y con clavos para no pasarnos de la medida indicada.

* Preparamos la mezcla.



* Mezclamos bien.



Ahora vaciamos el sobrecimiento

Las proporciones son 1 lata de CEMENTO por 8 latas de HORMIGÓN.



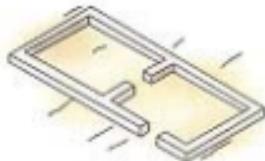
* La piedra mediana de 6" (pulgadas) deberá ser humedecida.

La altura del sobrecimiento en general será 30 cm...

* Primero se echa una primera capa de mezcla en la base del sobrecimiento.



* Acomodamos manualmente las piedras; vaciamos concreto y chuceamos asegurando una correcta distribución de la mezcla.



La superficie final debe quedar nivelada y uniforme, evitando que sobresalgan puntas de piedra que dificulten el asentado de los bloques.



Al finalizar y antes de que el concreto endurezca, se debe robar la superficie, para que tenga mayor adherencia con el barro de la primera hilada.

* Hacer aspas con una varilla de fierro.

* Al segundo día retiramos la madera y estaremos listos para asentar los bloques!!

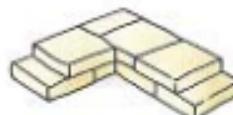
9. Amarre en los encuentros de los muros

Antes de asentar el adobe, hay que saber como realizar correctamente los amarres y diferenciar los tipos de encuentros. Así tenemos:

Que en los esquinas en forma de "L" asentaremos de este modo.



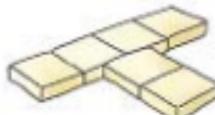
Hilados impares 1, 3, 5..



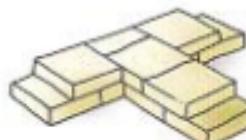
Hilados pares 2, 4, 6..

- * La primera hilada es impar, luego viene una hilada par, ambos se disponen intercalados hasta culminar el muro.

En los encuentros en "T" asentaremos de esta manera.



Hilados impares 1, 3, 5..



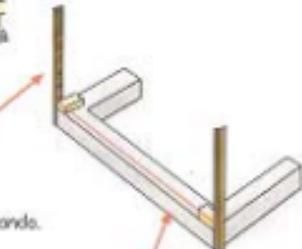
Hilados pares 2, 4, 6..

10. Albañilería de Adobe



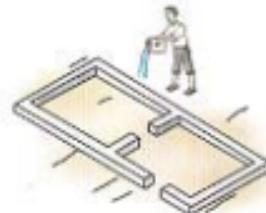
Necesitamos...

Nivel
Reglas
Wincha
Badieljo
Cordel



- * Usando el nivel fijones las reglas que tendrán marcadas las medidas para la altura de las hiladas que iremos asentando.

- * Amarramos el cordel que guiará el asentado.



- * Antes de comenzar, se debe limpiar con una escoba y mejorar la superficie del sobreimiento para que la mezcla de barro agarre bien.

Preparación del barro para asentar adobes

El barro de las juntas es similar al de los adobes; por esto, primero seleccionamos el suelo haciendo la prueba del rollito.

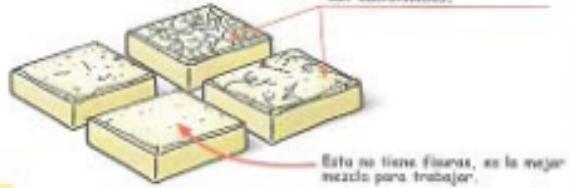
El barro para unir los adobes debe tener paja cortada de 5 cm de largo. La mejor cantidad de paja se verifica mediante uno sencillo prueba.

- * Primero se mezcla barro con paja en diferentes proporciones.
- * Luego se une los adobes con las diferentes mezclas.



Abrir luego de 48 horas

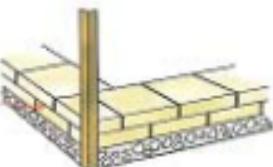
Escoger la mezcla con la dosificación más conveniente.



* Una vez seleccionada la mejor dosificación, se prepara el barro de la misma forma como hicimos para los adobes.



* Colocamos la mezcla de barro en el sobrecreimiento, esta junta horizontal tendrá una altura de 2.5 cm, después asentaremos los adobes.



* La superficie de los adobes debe estar humedecida antes de asentarlo.

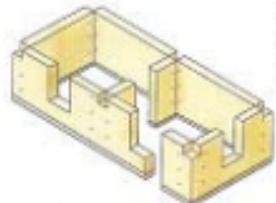


* Cuidando hacer bien los amarras en los esquinas.

* Luego rellenaremos bien los juntas verticales que tienen un espesor de 2 cm



11. Conectores y ubicación

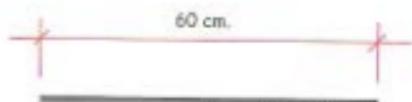


Los conectores son cilindros que unen e interconectan las molles electro soldadas exteriores e interiores, se fijan con mortero de cemento y arena.

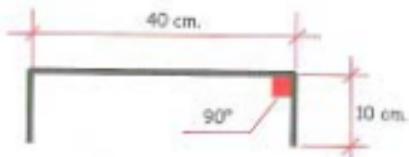
Necesitamos:

Mortero de cemento y arena en una dosificación 1:4 respectivamente.

Alambre N° 8 (tira de 4mm. de diámetro), con el que fabricaremos los conectores, para ello cortamos piezas de 60 cm de largo,

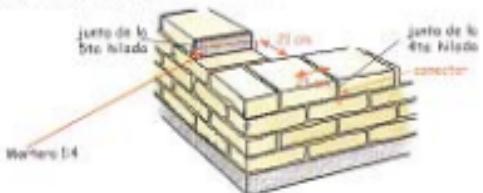


Luego se doblan con estas medidas, y en forma de "C"

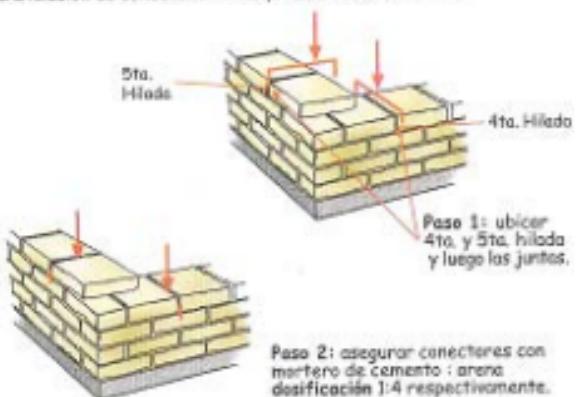


Ubicación:

Los conectores se colocan en todos los esquinas en la 4ta. hilada de uno de los muros y en la 5ta. del otro muro, a 21 cm de la esquina interior; esta ubicación siempre debe coincidir con una junta vertical de adobes, como se indica en la figura. Esta operación se repite cada 4 hiladas hasta terminar el muro.

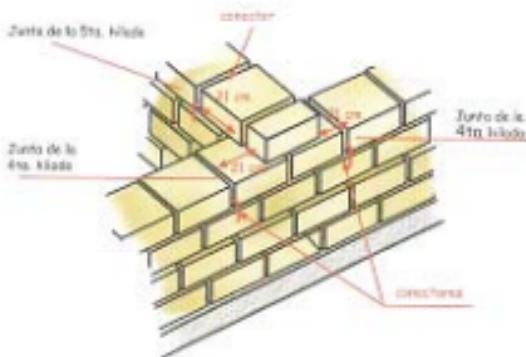


Instalación de conectores en esquinas en forma de "L".

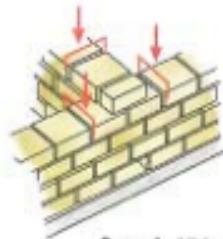


* Asegurar conectores: Los juntas con el conectar se llenan con mortero en proporción 1:4 cemento - arena gruesa.

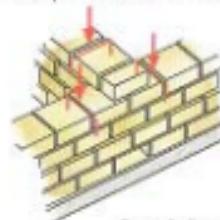
Instalación de conectores en esquinas en forma de "T" ...



Pasos previos a la colocación.



Paso 1. Ubicar las hiladas 4ta y 5ta, y también las juntas,



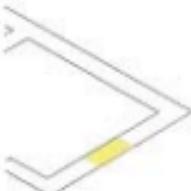
Paso 2. Instalar y fijar con mortero cemento: arena, desificación 1:4

* Repetir la operación después de 4 hiladas hasta concluir los muros.

12. Ubicación de las ventanas

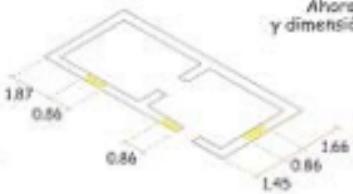
Cuando llegamos a 90 cm de altura respecto al nivel del piso terminado (NPT), marcamos la posición de las ventanas.
Para ello tendremos en cuenta:

- * Que el ancho de la ventana es de 86 cm que equivale a retirar dos adobes y tres juntas. Con esto el plantillado no se altera.



- Colocar ventanas y puertas en todos los muros debilita seriamente la construcción.
- De preferencia la ventana debe estar en el centro del muro.

Ahora si, marcamos la posición y dimensión de puertas y ventanas.



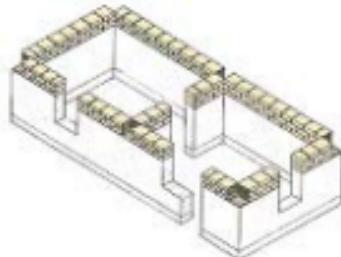
* Luego continuamos asentando los adobes..

... cuidando de hacer bien los amarras y los juntas colocando los conectores en todas las esquinas, cada 4 filas de adobes,

Continuamos asentando hasta llegar a 1.70 m.

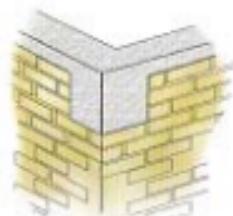
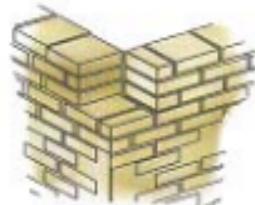


* Enseguida asentamos 3 hiladas más de adobe...



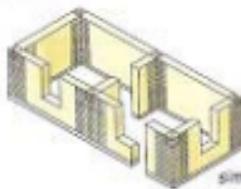
- y dejamos TODOS los encuentros libres.

Estos vacíos servirán para ANCLAR EL DIENTE DE CONCRETO DE LA VIGA COLLAR...



...éste tendrá una armadura de fierro y será cubierto con concreto al momento de hacer la viga collar.

13 Reforzamiento con mallas electro soldadas.



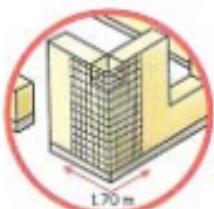
Preparación y corte de la MALLA

Los MALLAS electro soldadas simulan columnas en todas las esquinas y encuentros de los muros, permitiendo que la casa sea, más resistente a los terremotos. La malla es de 1 mm de diámetro y cocada de $\frac{1}{8}$ " (pulgadas).

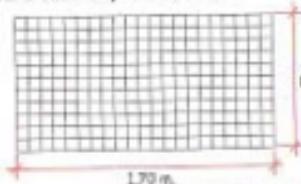
Veamos cómo se corta la malla...



...la malla mide
90 cm de ancho,
entonces...

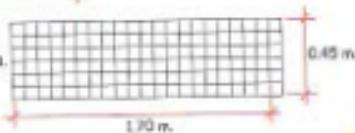


...para cada esquina exterior...



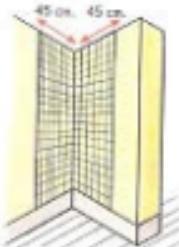
...necesitaremos dos piezas
con estas medidas.

Y 1 pieza con esto medida.

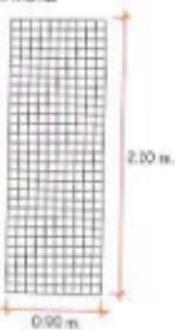


Continuamos con el preparado y corte de la malla.

* Para los esquinas interiores, la malla es de una sola pieza.

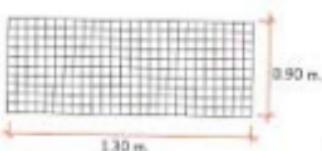


Necesitamos 8 mallas con estas medidas para todo la cosa.

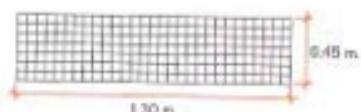


* Para los encuentros en T en la parte exterior.

Para cada encuentro necesitamos 2 piezas con estas medidas.



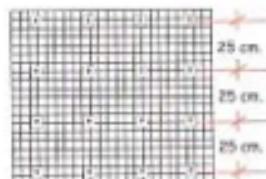
Y 1 pieza con estos medidas.



Colocación de la MALLA

* Primero se limpian las superficies de polvo y se eliminan las protuberancias.

Se comienza por la parte baja, dejando libre el sobrecimiento.

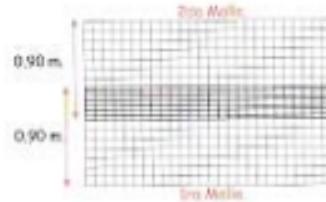


Para fijar la malla contra la pared se marillan clavos de 2 ½" (palmas) espaciadas a 25 cm en ambos sentidos, evitando que éstos caigan en las juntas.



Para que los clavos sujeten mejor la malla, se coloca una grandeza hecha con planchas de latón de 2.5 cm x 2.5 cm ó chapas de gaseosa.

* Al colocar la segunda malla SE DEBE MONTAR sobre la primera 10 cm.



Este traslape de unida a los refuerzos.

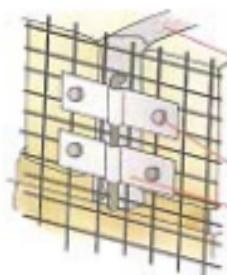
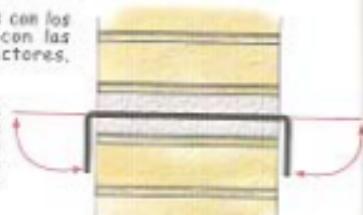
* Las mallas deben quedar bien templadas y sin bolsones.

Cuando coloquemos la tercera malla quedarán 5 cm.



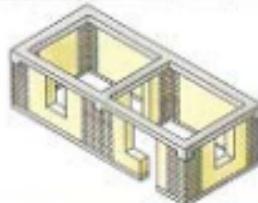
Antes de fijar las mallas con los clavos, los sujetamos con las salientes de los conectores.

Los salientes de 10 cm de los conectores se doblan 90° para dejar pasar la malla, luego las volvemos a doblar pegándolas al muro.



Ahora las mallas están bien fijadas.

14. Viga collar



Es el elemento que permite AMARRAR todas las paredes que acabamos de reforzar con malla, de tal manera que la casa ahora se comporta como una caja sólida!

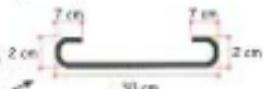
* Este viga es de concreto reforzado con fierro.

Necesitamos:

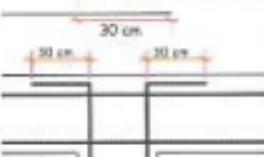
Fierro corrugado de 3/8", alambre N° 8, clavos, madera.

¿Cómo preparamos el fierro?

* Con el alambre N° 8 hacemos los estribos de 48 cm de largo. Luego los dobraremos de tal manera que queden así.



* Para la armadura, al medir los fierros de 3/8", debemos tener en cuenta los traspases y empalmes, que son de 0.30m, que deben sobreponerse para que los fierros funcionen como si fuese una sola pieza. Estos se unen atornillando con alambre la zona de unión.



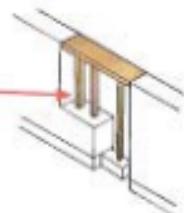
Empalmes en encuentros en T.



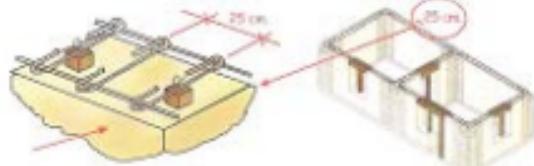
Empalmes en L.

Ahora herremos el tendido del fierro

* Colocamos madera de esta manera en puertas y ventanas, para encofrar la base de la viga.

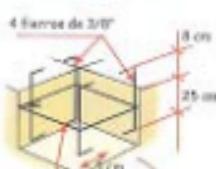


* Luego tendemos los fierros de 3/8" sobre los muros. Colocamos los estribos cada 25 cm y atortelamos bien con alambre #16.



La armadura se coloca sobre dados de concreto de 5cm de alto para que sea recubierto de concreto y se ubique en medio de la viga collar.

El diente que ancla la viga salera al muro, también llevará armadura a razón de 4 fierros de 3/8" y un estribo de alambre N° 8.



En la puerta-ventana se coloca 2 fierros adicionales de 1/2".



* Su longitud es el ancho de la puerta-ventana más 50 cm a cada lado.

Antes de encofrar amarramos unas mechas de alambre #8 al fierro de la viga collar;

* Cortamos 7 alambres N°8 en la zona de la pared posterior...

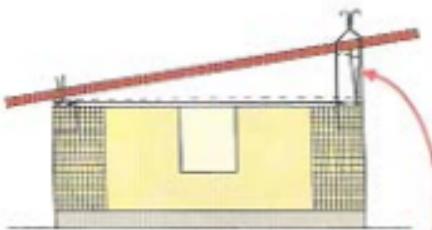


* Para la zona de la fachada si colocamos teja, amarramos 7 alambres de 0.70 m de largo y se colocan cada 150 m.

Si se coloca calamina amarrar 13 alambres de 70cm de largo cada 70cm.

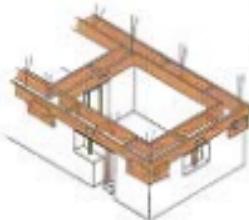


* Los dobraremos por la mitad y los amarramos el fierro del centro exterior.



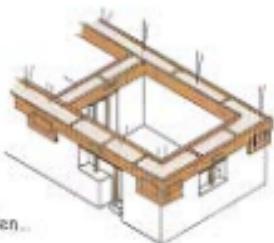
Estos mechones de alambre servirán para amarrar la viga salera de madera y las viguetas del techo.

Encofrado y vaciado de la viga collar.

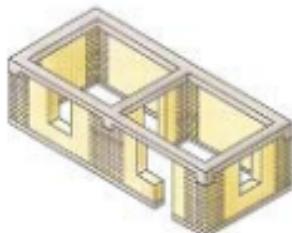


* Ahora encoframos con tablones anchos y marcamos con ocre rojo la altura de la viga que es de 10 cm.

*Preparamos la mezcla en
proporción 1:6
1 lata de CEMENTO por
6 latas de HORMIGÓN.



*Vaciemos la mezcla chucando bien...

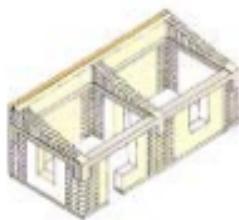


después de dos días
desencoframos.

Ahora nuestros muros están bien unidos.

La caída del techo

Para alcanzar una caída adecuada...



* Luego colocamos la viga de anclaje del techo, que son tres vigas de madera de 4"x4"x11p (x3) unidas.



...Los espacios residuales serán
llenados con piezas de adobe y
barro.



*Después la aseguramos con los
mechas dejadas en la viga collar.



Esta viga de anclaje recibirá los
cortones que soportarán la cubierta.

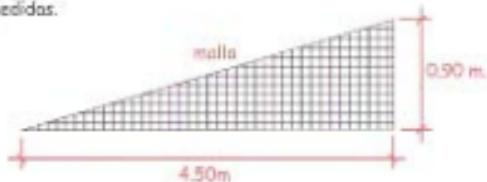
Preparado de malla para la caída

Para reforzar los muros de la caída del techo, también colocamos MALLA electro soldada.

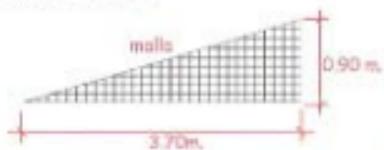
Para ello cortamos así:

* Para la cara exterior necesitamos:

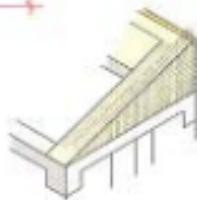
2 piezas con estas medidas.



* Para las caídas interiores necesitamos:
4 piezas con estas medidas.



* Ahora colocamos la malla sobre la viga celular.

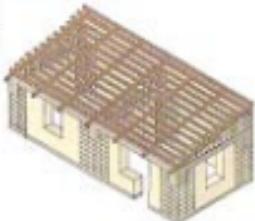


Los 30 cm restantes los dobraremos sobre el muro.

* Finalmente los aseguraremos con clavos y sus arandelas de latón e chapas.

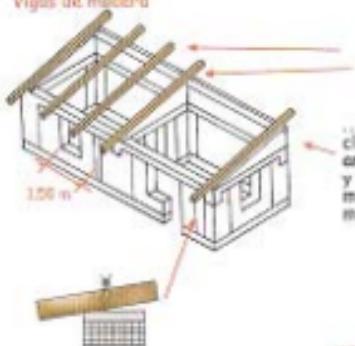
15. Armado del techo

Nosotros colocaremos tejas a nuestro techo, para ello tendremos a lo meno: 7 vigas de madera de $2.5'' \times 6'' \times 17\text{p}$, y 42 correas de madera de $1.5'' \times 2'' \times 11\text{p}$, clavos y alambre.



¿Cómo colocamos las vigas?

Vigas de madera



* Colocamos las vigas de $2.5'' \times 6''$ y 17p, de largo espaciadas 1.50 m.

... luego se aseguran clavándolas a la viga de anclaje en el muro del fondo y sujetándola la viga a la media dejada en la viga del muro del frente y del fondo.



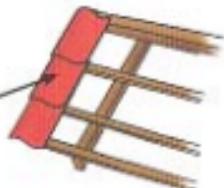
* Seguidamente colocamos las correas de $1.5'' \times 2''$ y de 11p, de largo espaciándolas 40 cm al eje, la última irá a 30 cm (a eje)... todos éstos se clavan a las vigas de madera.

Al terminar estaremos listos para colocar la cubierta!

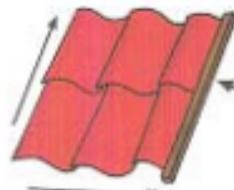
16. La cobertura



Este debe ser de un material duradero, liviano y que aísle a la casa de ruidos y de climas desfavorables, frío o calor.



Picos para colocar la teja:
"Se coloca en el lado izquierdo un listón de 2 o 3 cm de altura.

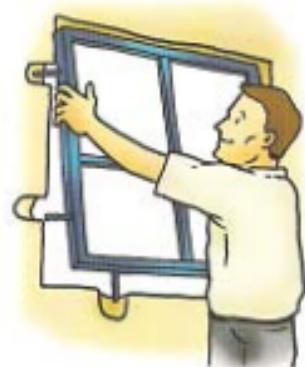


"Las tejas se colocan de izquierdo a derecho y del volado hacia la cumbre, luego se verifica su alineamiento con una regla, cada 2 hiladas.



Se fija a la correa con un alambre N° 16 que tiene una longitud de 15cm. Para ello atravesamos el nódulo de la teja que tiene su perforación y finalmente atartolamos el alambre.

Antes de tornejar Colocamos la puerta y las ventanas



Hay que tapar bien todos los rendijas para evitar que el viento o el agua entren al interior de la casa...



...para que queden bien fijas, los aseguramos con mortero de cemento y arena.



17. Torrajeo de las zonas reforzadas



Es decir los zonas recubiertas con mallas electro soldadas. Con esto incrementamos la rigidez en las paredes de adobe y en los encuentros.

- * Antes de torrajear es importante revisar que las mallas no presenten básculas y estén bien tensadas.

* El mortero a utilizar para el torrajeo y paleteteo, tiene una dosificación 1:4

1 lata de CEMENTO por

4 latas de ARENA GRUESA.

...el espesor del torrajeo es del orden de los 2 cm.



* Paleteteo...primero se humedece la pared, se echa una lechada de cemento, luego con el badajo se lanza una primera capa de mortero contra la malla.



*Después de que el paleteteo esté relativamente seco o al día siguiente, se procede a:



Torrajeo

Para este deberá rociarse nuevamente agua sobre las paredes, luego si lanza la última capa de mortero la que se empareja y alisa con la regla y el frotache.

- * Solo para mejorar el acabado se espolvorea cemento seco y se procede a dar el acabado fino* con la plancha.

18. Obras complementarias y acabados

Preparado y vaciado de pisos

El acabado de los pisos puede ser de diferentes materiales. Para mejorar el clima dentro de la casa, es recomendable hacerlo de madera o ladrillo. Sin embargo hay que tener cuidado con el nivel del piso terminado (NPT) respecto del sobrecimiento, la puerta de acceso ó la vereda.

- * Empezamos nivelando y apisonando el suelo, luego colocamos piedra mediana y mojamos.

* Preparamos la mezcla
1 lata de CEMENTO por
8 latas de HORMIGÓN.



Colocamos dos puntos guías para que la altura de la mezcla no pese los 7 cm.

- * Vaciamos la mezcla y emparejamos con una regla de unos 2m de largo.



- * Luego vaciamos un contrapiso, reglejamos, frotachamos, planchamos y lo enlucimos con aceite.

- * De lo contrario usamos otro material para el acabado.

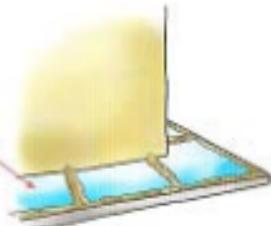
Veredas:

Para que la casa esté protegida de la lluvia, hacemos los veredas..



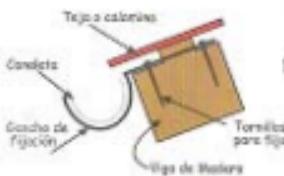
* Colocamos piedra, vaciamos la mezcla como hicimos con los pisos

* Para evitar la aparición de rajaduras se hace paños con arena, luego se llenan con agua y se mantiene así por 7 días.



Canalitos

Para evitar filtraciones se colocará una canalita y una montante de evacuación pluvial



La canalita será de 4", se sujetará a las vigas de madera del techo y deberá tener declive hacia la...

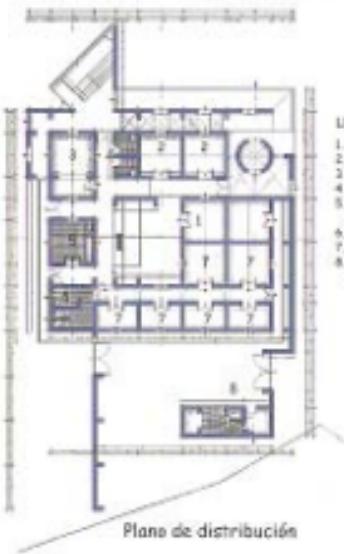


...montante de tubo PVC de 4" y fijado el muro con abrazaderas de metal.



Ahora mi familia estará más segura, pues nuestra casa tendrá una mejor resistencia a los terremotos y no se caerá tan fácilmente y, como la técnica es fácil y económica, seguiremos construyendo con adobe que es el material de nuestra zona y está a nuestro alcance.

Oficinas construidas en adobe, del proyecto Copasa y GTZ en la Sierra de Arequipa



Viviendas ejecutadas en el "Proyecto de Reconstrucción Post Sismo en zonas Alto Andinas de Arequipa de Copasa y GTZ"



GTZ - COPASA | Errázuriz Nueva 108 Unicolla Arequipa Perú

Correos Electrónicos : gtr-copasa@gtz-rural.org.pe

Teléfono : +51 54 252303 - +51 54 252311

Impreso en:

Editorial Industria Gráfica Regentes

San Cristóbal 329 - Cercado

Telf.: 232023-232367

Título:

Manual de Construcciones Sismo Resistentes en Adobe

Autor: Arq. Edward Chuquimia P. - Consultor GTZ.

Coordinación y Dirección: Dr. Josef Holder - GTZ

Econ. José Huante - Copasa

Diseño y Diseño: Soluciones

Quedo permitida la reproducción de este manual
siempre que se cite la fuente.

AREQUIPA - PERU 2005