



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
FONDO EDITORIAL 1999

Miguel Hadzich



Manual de Construcción

VIVIENDA ANTISISMICA DE ADOBE



Serie Casa Ecológica No. 1



GRUPO DE APOYO AL SECTOR RURAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

Responsable : Ing. Miguel Hadzich

Colaboradores :Ing. Pedro Sánchez
Ing. Gladys Villagarcía

Dibujante : Caterina Girola

ISBN 9972-42-155-4

MIGUEL HADZICH

Manual de Construcción

Vivienda Antisísmica de Adobe



Lima, 1999

PRÓLOGO

Presentamos el primer volumen de la serie “La Casa Ecológica PUCP” que constará de 34 tecnologías apropiadas que Uds. pueden aplicar en vuestros lugares.

Este primer volumen: **La Vivienda Antisísmica de Adobe** *Manual de Construcción*, es el resultado de proyectos de investigación que se realizaron en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú a través de diversos convenios entre la Sección Ingeniería Civil de la Universidad y entidades como la Agencia Internacional para el Desarrollo (USAID), el Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-CANADA), el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI), entre otros.

Como parte de este último convenio con el CIID se editó la “Cartilla de Difusión N° 3”, la misma que en este manual nosotros hemos copiado totalmente, añadiendo planos y fotografías de una aplicación: La construcción de la “Casa Ecológica PUCP”, sede actual del GRUPO, y a la que invitamos a visitar para conocer sus bondades.

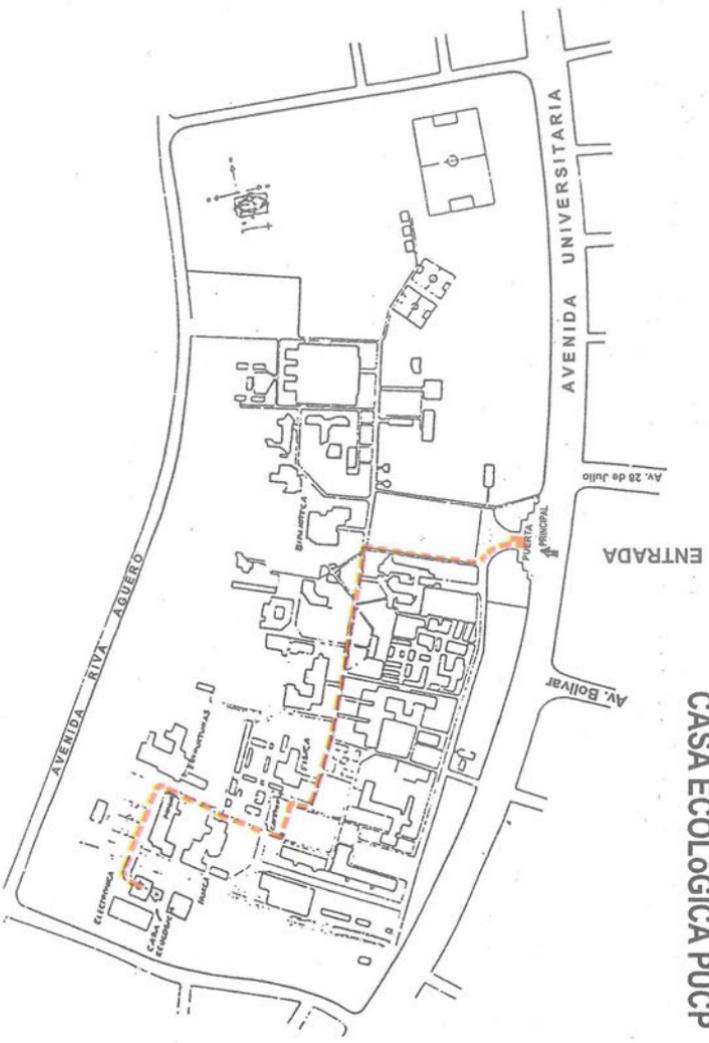
Los siguientes volúmenes de esta serie, tratan de los accesorios, servicios y comodidades que se aplican a esta vivienda, con el fin de dotarla de agua potable, energía eléctrica, ventilación, etc. utilizando tecnologías apropiadas que funcionan con energías renovables (sol, viento, agua, biomasa) y sin contaminar nuestro medio ambiente.

Ing. Miguel Hadzich Marín

ÍNDICE

Introducción	5
La casa antisísmica de adobe	8
Qué materiales necesitamos?	9
Qué herramientas se requieren?	9
Cómo escoger un buen suelo?	11
Barro para fabricar adobe	12
Método para fabricar adobes	14
Plano de la Casa Ecológica PUCP	21
Cómo se construye la Casa Ecológica PUCP?	25
Trazos y excavaciones	25
Cimentación	26
Encofrado	28
Prueba para escoger el mortero	31
Construcción de los muros	33
Planos. Otros modelos de viviendas típicas	
– Un solo dormitorio	49
– Quesería	51
– Escuela	52
– Posta Médica	53
– Ampliación Casa Ecológica	54

PLANO DE UBICACIÓN DE CASA ECOLÓGICA PUCP



INTRODUCCIÓN

Una carencia fundamental para el desarrollo de las regiones rurales, y sobre todo para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de estas regiones es sin duda la *falta de vivienda*, además, estos pobladores no cuentan con el abastecimiento energético que cubra sus necesidades básicas de iluminación y comunicación (radio, TV, teléfono).

Es por esta razón que la Sección de Ingeniería Civil de la PUCP ha dedicado parte de su tiempo a la investigación y desarrollo en una vivienda reforzada, la cual es totalmente construída en adobe y caña, obteniendo así una estructura resistente a los sismos.

Sin embargo, la vivienda de adobe no es aceptada en forma masiva en áreas rurales, prefiriéndose las construcciones de ladrillo y concreto armado, las cuales son mucho más caras, frías y emplean materiales de difícil transporte.

Frente a esta situación, se han realizado diversas acciones para contrarrestar las dificultades que obstaculizan una difusión de este tipo de viviendas de adobe reforzado, que son económicas, cálidas y de fácil disponibilidad, pues los materiales que requieren se pueden conseguir en el propio lugar.

Estas acciones son fuertemente promovidas por el GRUPO -Grupo de Apoyo al Sector Rural de la Pontificia Universidad Católica del Perú, mediante el proyecto "Casa Ecológica", construida por la Universidad con motivo de sus 70 años de fundación, y ocupada y evaluada por el GRUPO.

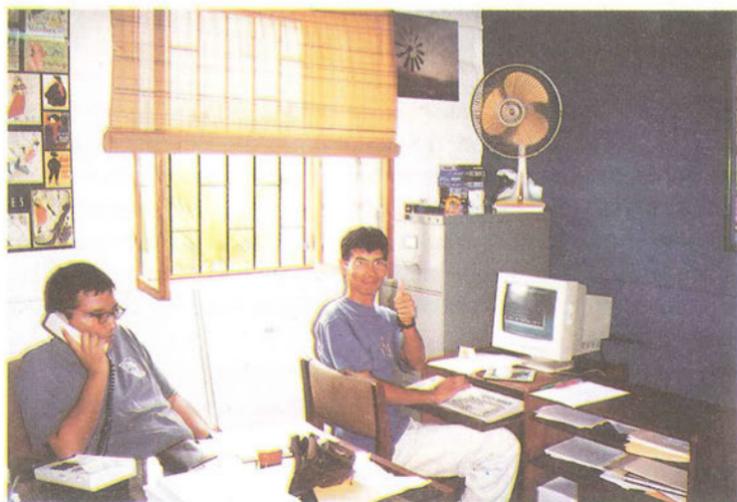
La "Casa Ecológica PUCP" es un modelo de vivienda de adobe antisísmica, autosuficiente energéticamente y que puede ser adoptada, con pequeñas modificaciones tanto en zonas de la Sierra como de la Costa y que está a disposición de todas las personas e instituciones que deseen visitarla en el Campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

La presente publicación (Manual N°1-Serie La Casa Ecológica) está dirigida por un lado a planificadores y promotores de vivienda en el sector rural y por otro lado a profesionales interesados en el diseño, la construcción, la comercialización y el mantenimiento de este tipo de vivienda.

AGRADECIMIENTO

A los Ings. Gladys Villagarcía, Gianfranco Ottazzi, Francisco Montalbetti y Francisco Ginocio por los esfuerzos en la construcción de esta casa y la edición de este manual.

A la GTZ de Alemania por su apoyo financiero para la implementación de tecnologías apropiadas sobre esta "Casa Ecológica".



VISTAS DE LA CASA ECOLÓGICA EN LA PUCP

Manual de Construcción

VIVIENDA ANTISÍSMICA DE ADOBE

OBJETIVOS

El objetivo de este manual es dar las pautas necesarias para la construcción de una **Casa Antisísmica de Adobe** de características similares a la Casa Ecológica. Esta edificación es una unidad de adobe, en un piso, con un ambiente de reunión familiar, servicio higiénico, cocina y dos dormitorios que en su primera etapa tiene 78 metros cuadrados de área techada y con características de vivienda económica en cuanto a acabados. El diseño posibilita una futura ampliación –que se hizo posteriormente–, quedando todavía otra posibilidad de ampliación, incluso empleando quinchas para el segundo piso.

Esta casa tiene mejoras tanto en la calidad del adobe como en la estructura, contando con refuerzos horizontales (cañas partidas formando parrillas, colocadas cada tres o cuatro hiladas, a lo largo de los muros), y verticales (cañas que van desde el sobrecimiento hasta la viga superior), que proporcionan excelentes propiedades antisísmicas. Es adaptable en su arquitectura, de acuerdo a las necesidades familiares, así como a la disponibilidad de materiales locales.

Esta casa es el producto de investigaciones experimentadas en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas del Departamento de Ingeniería de la Universidad, y tiene las características de poder soportar movimientos sísmicos de gran intensidad.

¿QUÉ MATERIALES NECESITAMOS?

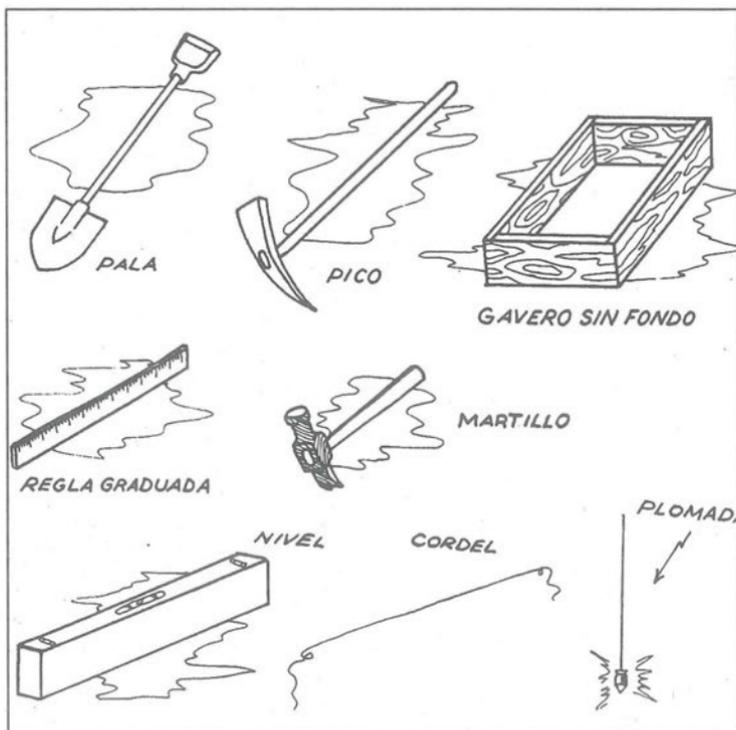
Los materiales básicos para la construcción de la casa de adobe son:

1. **Barro**
Arcilla + arena + granilla + agua.
No todos los suelos son adecuados para preparar la mezcla o barro, para ello hay que someterlos a pruebas como lo indicaremos más adelante.
2. **Adobe**
Barro + paja
También sometida a pruebas
3. **Caña**
Para los refuerzos tanto horizontal como vertical.
4. **Vigas**
De madera de aproximadamente 2" x 6" cada 60 cm.
5. **Ladrillo pastelero**
Para proteger lluvias en la costa
6. **Clavos**
7. **Puertas**
8. **Ventana**
9. **Sanitarios** (Marca Sifonjet-6 lts de capacidad.
Juego completo 1/2 baño)
10. **Lavatorio de servicio**

¿QUÉ HERRAMIENTAS SE REQUIEREN?

Las herramientas básicas para la construcción son:

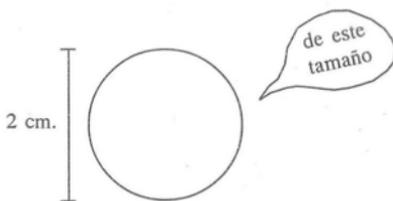
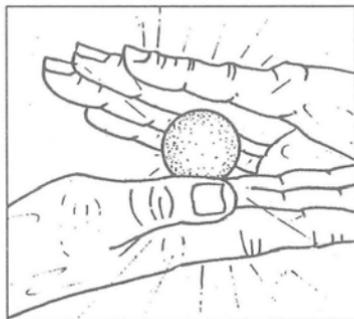
1. Pala
2. Pico
3. Gavero sin fondo (fabricar adobes)
4. Regla graduada de madera
5. Martillo
6. Nivel
7. Cordel
8. Plomada



DIBUJO DE LAS HERRAMIENTAS

¿CÓMO ESCOGER UN BUEN SUELO?

1. El suelo se usa para hacer el barro necesario, tanto para los adobes como para las juntas de los muros.
2. No todos los suelos son adecuados para hacer buenos adobes. Los suelos adecuados contienen una mezcla de granilla, arena y arcilla que, al combinar con agua producen barro.
3. Con el barro de la posible cantera a emplear se hacen 5 ó 6 bolitas de 2 cm. aproximadamente.



4. Después que las bolitas estén secas se trata de romper con los dedos de una mano.



BARRO PARA FABRICAR ADOBES

1. Agregar al suelo la paja picada en trozos de 5 cm. más o menos, esto es para evitar la propagación de las rajaduras.



2. Hacer el barro y dormirlo 1 ó 2 días.

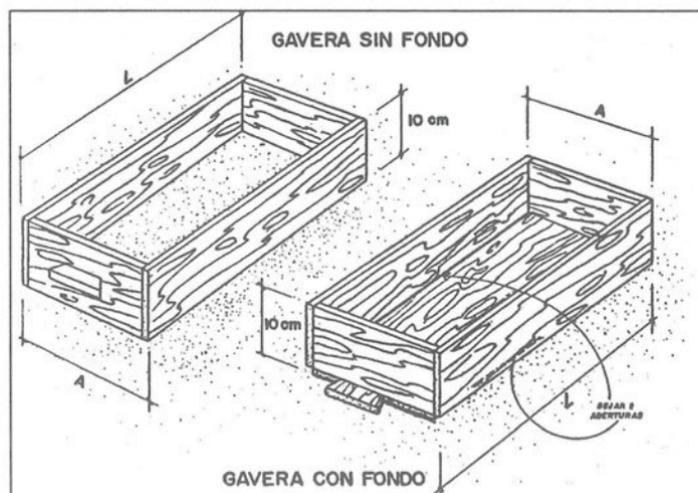


3. Hacer adobes de prueba.
Si los adobes se rajan al secarse, entonces el suelo contiene mucha arcilla, agregar arena de preferencia gruesa.



MÉTODOS PARA FABRICAR ADOBES

1. Preparar una gavera con o sin fondo.



2. Sumergirla en agua para evitar que el barro se pegue al molde.



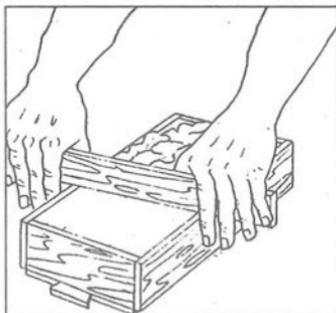
3. El tamaño de los adobes depende del ancho de las paredes.

Ancho de la Pared (cm)	L (cm)	A (cm)
30	30	12.5
40	40	17
50	50	22

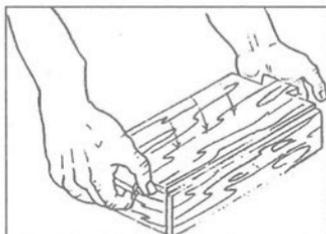
4. Con el barro previamente dormido, formar una bola y tirarla con fuerza.



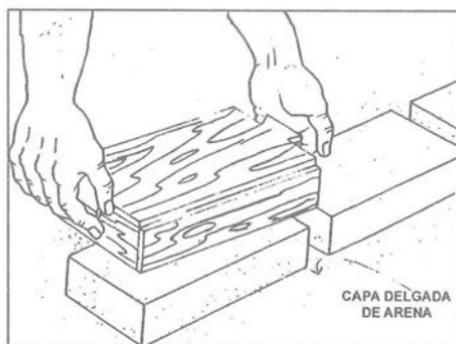
5. Rellenar y emparejar con regla de madera mojada.



6. Voltear el molde muy rápido.



7. Retirar con cuidado el molde para no deformar el adobe recién hecho.



GAVERA SIN FONDO

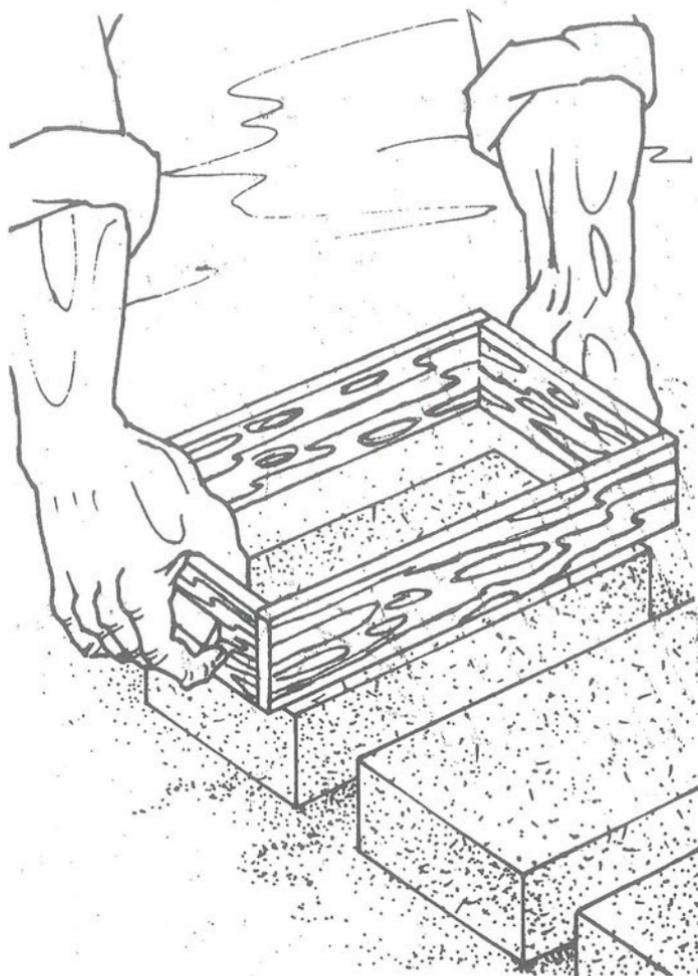
1. Tirar el barro dentro de la gavera colocada en el suelo.



2. Emparejar la superficie con una regla de madera mojada.

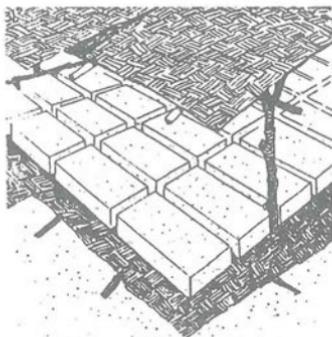


3. Sacar con cuidado el molde para no deformar el adobe recién hecho.

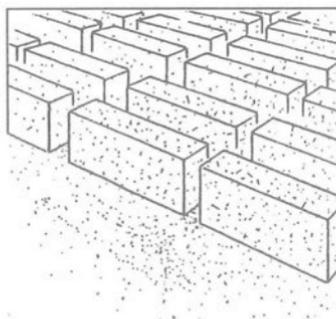


SECADO DE LOS ADOBES

1. Secar los adobe sobre suelo limpio y plano, de preferencia en una zona en sombra y ventilada. De no ser posible se puede cubrir con paja o arena.



2. A los cuatro días voltearlos de canto para que continúe el secado.



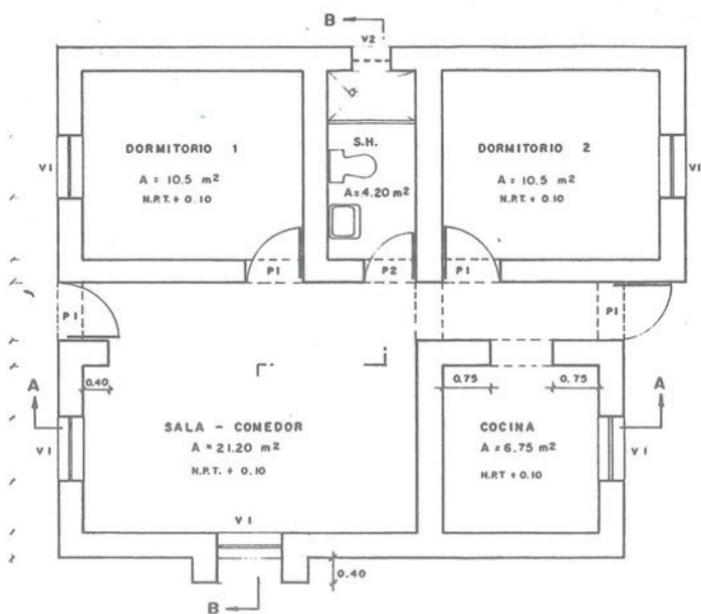
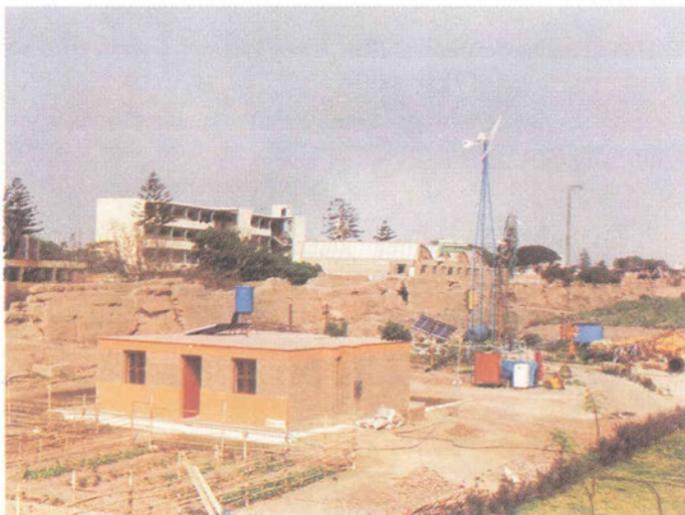
3. Una semana después aplicar los adobes.



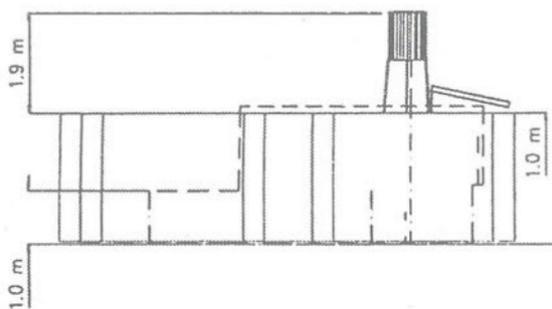
PLANOS DE LA CASA ECOLÓGICA PUCP

La vivienda cuya construcción se está demostrando es la "Casa Ecológica PUCP". Presentamos en este Manual el plano de distribución de sus ambientes. Si Ud. desea otros modelos; al final del texto incluímos algunos planos de viviendas típicas.

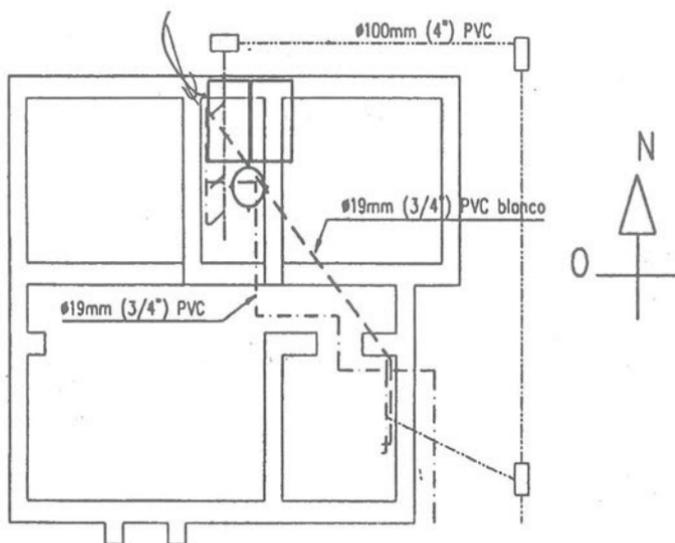




PLANO DE DISTRIBUCIÓN



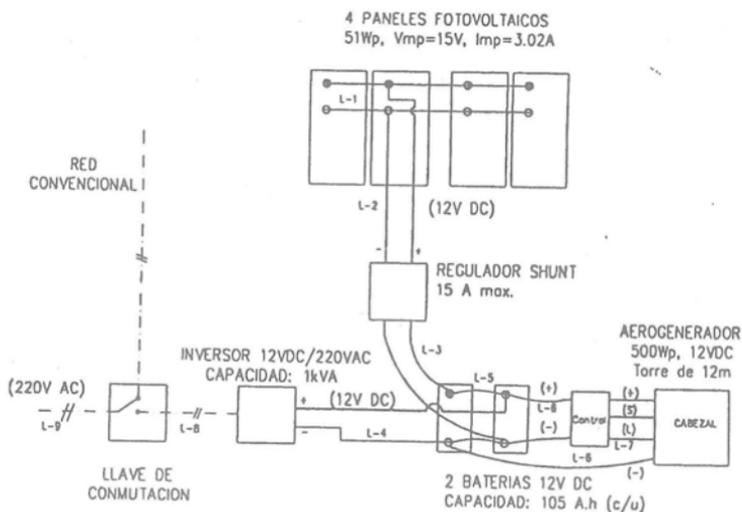
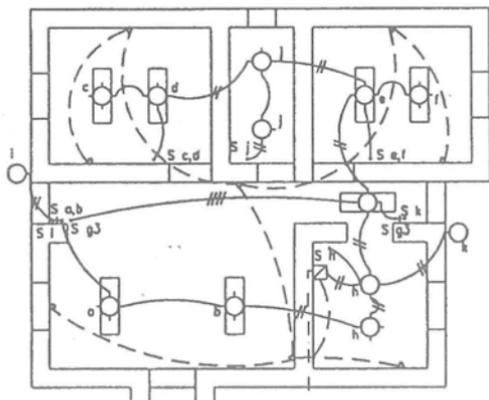
ELEVACION



LEYENDA

TIPO DE LINEA	---
AGUA FRIA (ENTRADA)	- - - - -
AGUA CALIENTE	- · - · -
DESAGUE	- · - - -

PLANO DE INSTALACIÓN SANITARIA



PLANO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

SISTEMA ELÉCTRICO CON ENERGÍA SOLAR Y EOLICA

Los equipos correspondientes a las fuentes de energía (Paneles Fotovoltaicos y Aerogeneradores) se describen en los Manuales Nos. 22 y 27 de esta serie.

CÓMO SE CONSTRUYE LA CASA ECOLOGICA PUCP ?

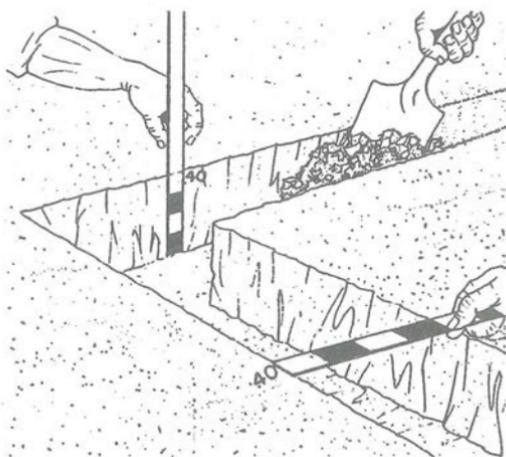
TRAZOS Y EXCAVACIONES

Excavar una zanja a una profundidad mínima de 40 cm. La profundidad de la zanja depende del ancho de la pared. Por ejemplo: si los muros son de 50 cm, la zanja será también de 50 cm. de ancho.

1. Trazar de acuerdo al plano

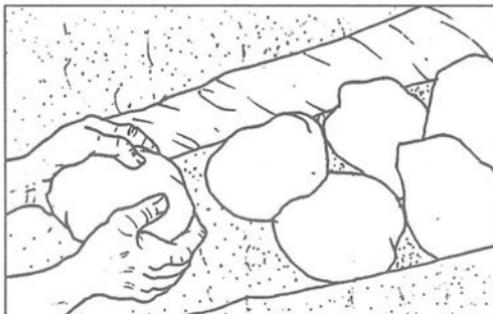


- 2.



CIMENTACION

1. Colocar piedras grandes de manera de hacer una cimentación tipo pirca.



2. Preparar una mezcla con la siguiente relación.

1
CEMENTO



+

10
HORMIGON



+

AGUA

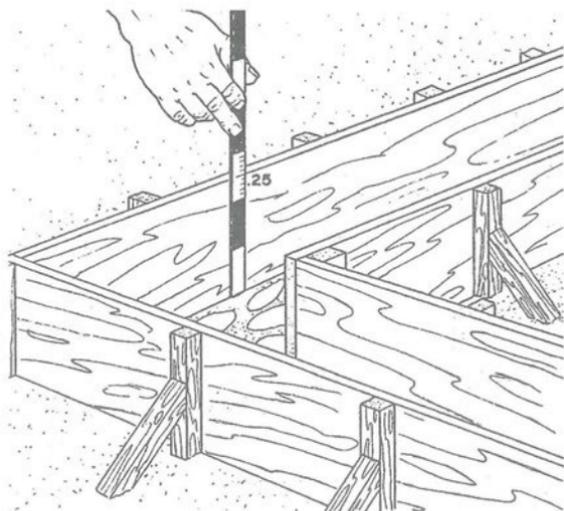


3. Llenar hasta la altura del terreno natural.



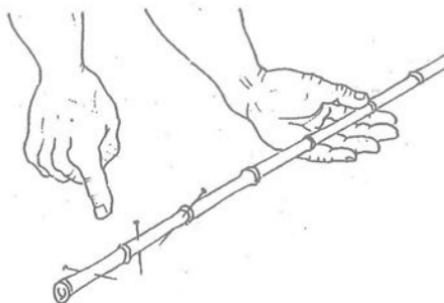
ENCOFRADO PARA EL SOBRECIMIENTO

1. Colocar las tablas para el encofrado del sobrecimiento, con una altura mínima de 25 cm.

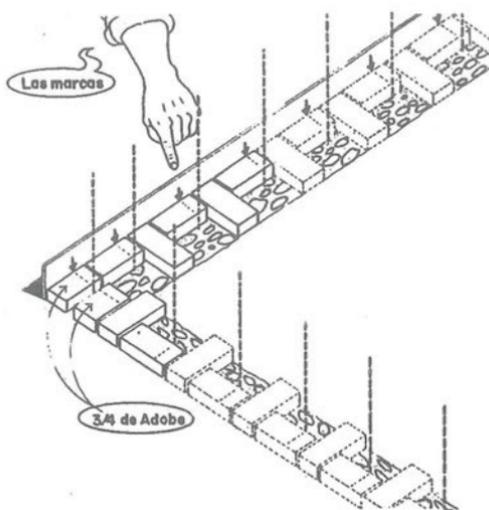


2. Los muros llevarán en su interior una malla de caña horizontal y vertical para mejorar su resistencia frente a sismos.

3. El refuerzo vertical sería de caña brava de 1" de diámetro. Colocar 3 clavos de 3" en la base de la caña vertical para que sirvan de anclaje en el sobrecimiento.



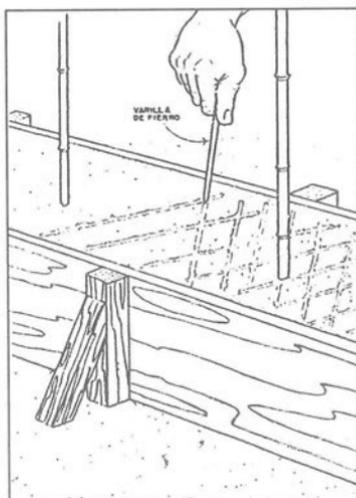
4. Hacer un plantillado con los adobes y marcar en las tablas del encofrado los puntos donde irán las cañas verticales.



5. Colocar las cañas verticales y sujetarlas al encofrado del sobrecimiento.



6. Llenar el sobrecimiento con la misma mezcla de la cimentación colocando en ella piedras medianas.

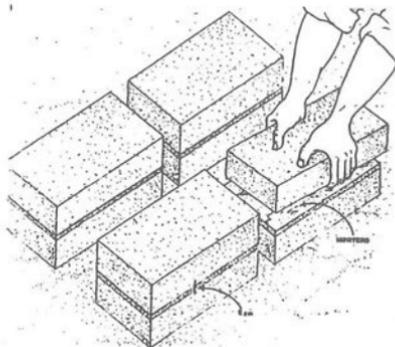


7. Rayar la superficie terminada del sobrecimiento para mejorar la junta con los adobes.

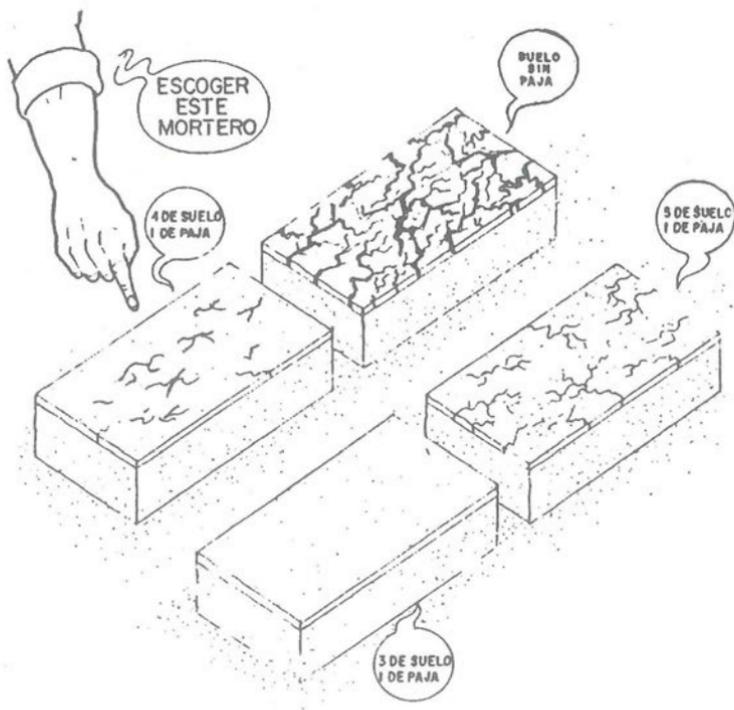


PRUEBA PARA ESCOGER EL MORTERO

1. Preparar por lo menos 4 emparedados o sandwiches, utilizando los adobes fabricados para construir la casa y distintas mezclas de barro para el mortero. Se puede añadir arena gruesa y/o paja según la disponibilidad.



2. Al día siguiente abrir con cuidado los emparedados y observar el mortero.
Escoger la mezcla de mortero que sólo tenga rajaduras muy finas, con la menor cantidad de paja y/o arena gruesa. El barro con mucha paja es muy difícil de trabajar y no entra bien en las juntas.



CONSTRUCCION DE LOS MUROS

El barro para las juntas debe hacerse eliminando todas las piedras que pueda contener el suelo. Se desea tener un mortero que cuando seque, no se raje, ya que las rajaduras en el mortero debilitan la pared.

El barro para las juntas deberá dormirse 1 ó 2 días antes de mezclarlo con la paja, la cual debe ser cortada en trozos de 5 cm, más o menos.

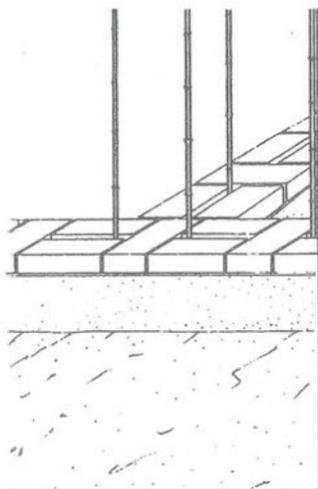
1. Colocar una capa de barro sobre el sobrecimiento.



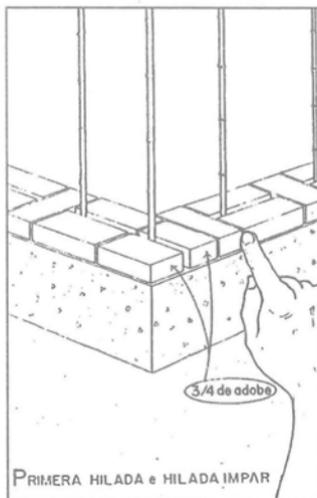
2. Mojar la superficie de los adobes antes de asentarlos. Esto evitará que el mortero se seque muy rápidamente y se produzcan fisuras.



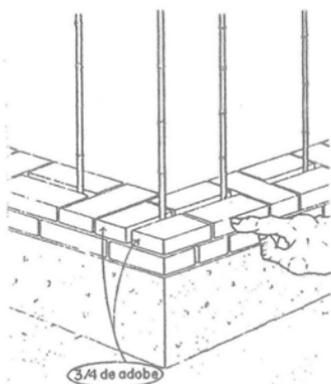
3. Colocar los adobes según la plantilla usando cordel. Es muy importante el llenado de las juntas verticales para darle mayor resistencia a las paredes.



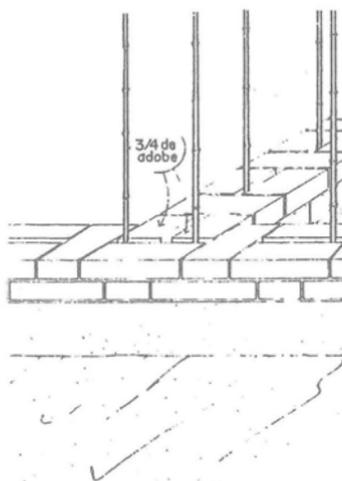
4. Detalle del encuentro en primera hilada e hiladas impares.
Es importante tener cuenta que se necesitan adobes del tipo 3/4 de longitud para lograr los amarres en las esquinas.



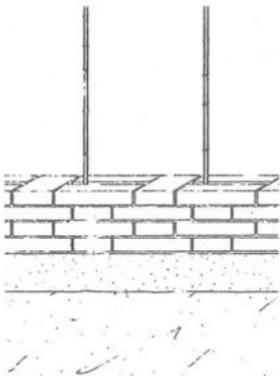
5. Detalle del encuentro en segunda hilada e hiladas pares



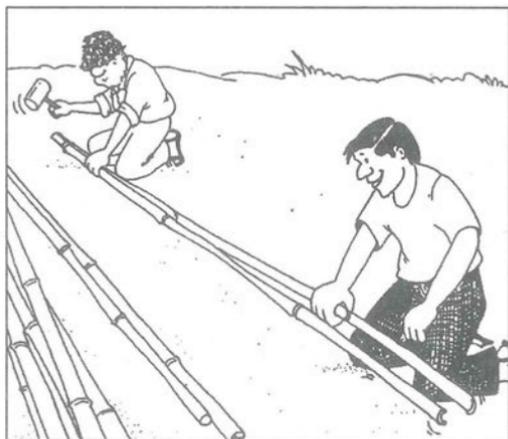
SEGUNDA HILADA e HILADA PAR.



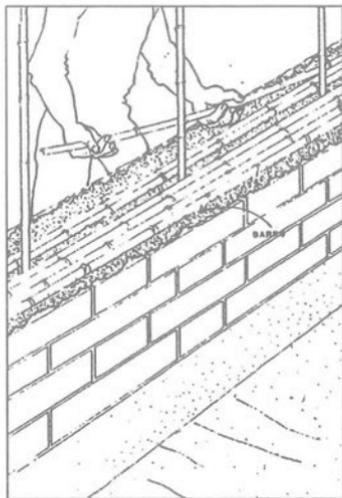
6. Levantar 4 hiladas de muro con los amarres indicados.



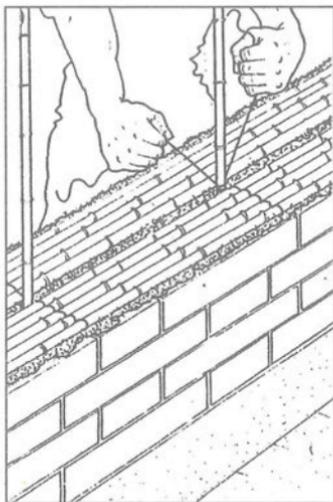
7. Preparar el refuerzo horizontal abriendo y chancando la caña del tipo carrizo.



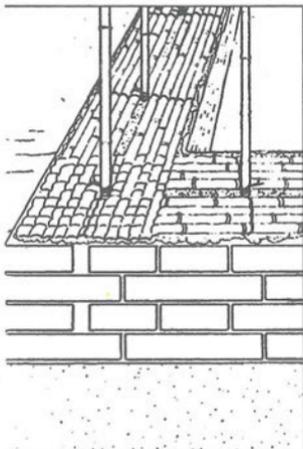
8. En la cuarta hilada colocar las cañas chancadas en todo el ancho del muro . Repetir cada 3 ó 4 hiladas.



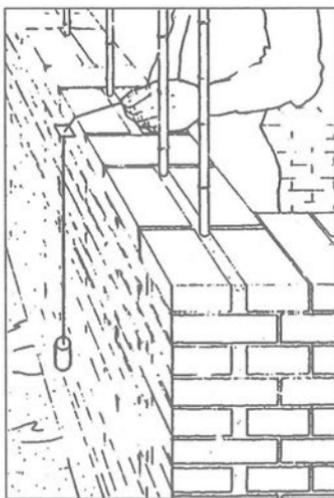
9. Amarrar con rafia las cañas horizontales entre sí y a las cañas verticales.



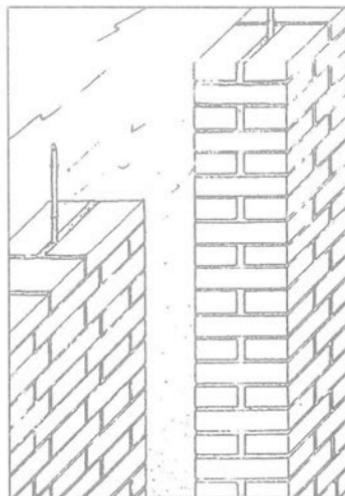
10. Tejer las cañas horizontales en los encuentros de las esquinas y cruces, y amarrarlas fuertemente.



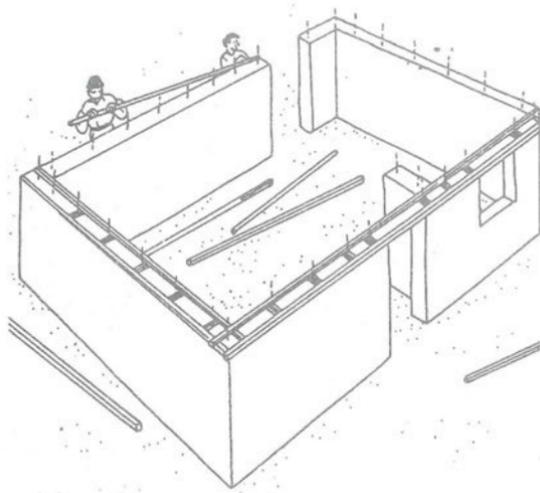
11. Comprobar con la plomada que el muro esté vertical.



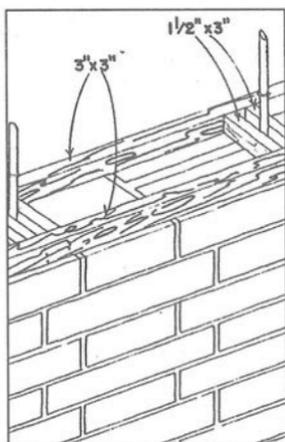
12. Completar los muros hasta la altura de la viga.



13. Hacer la solera con dos vigas de madera unidas mediante travesaños, también de madera.



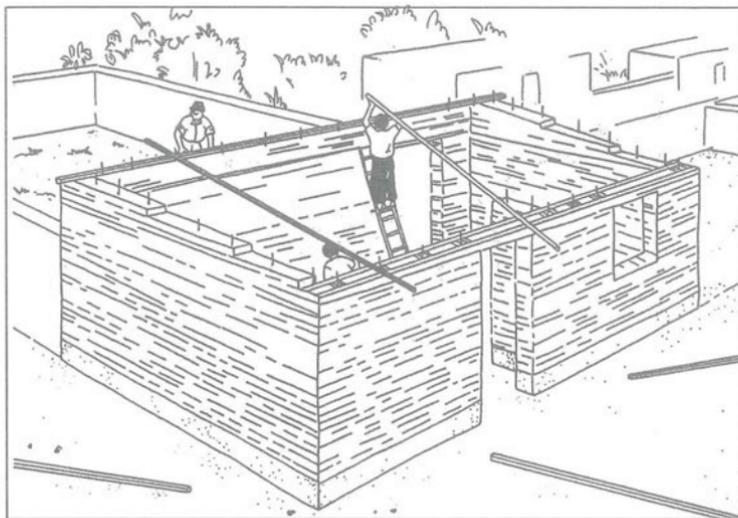
14. Fijar las cañas verticales clavándola a los travesaños.



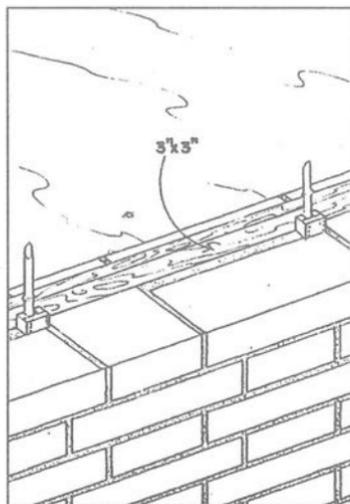
15. Rellenar con barro entre las vigas.



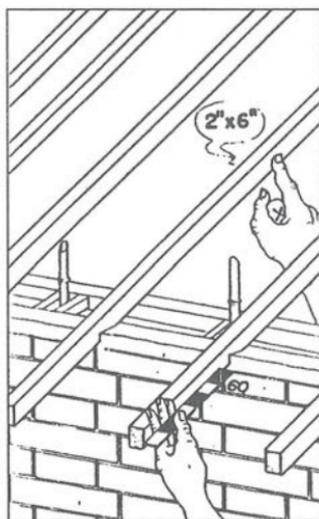
16. Completar los muros altos y colocar una viga cumbreira y vigas de 2" x 6" cada 60 cm.



17. Fijar la viga cumbreira a las cañas verticales utilizando tacos de madera.



18. Unir las vigas a la viga exterior de la solera en el muro bajo.



19. Unir las vigas a la viga cumbre en el muro alto

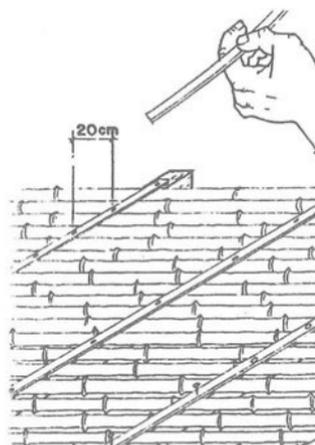


20. Colocar las cañas del techo sobre las vigas.

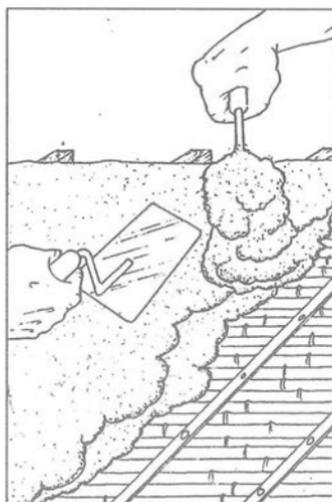


EL TECHO: Para proteger la casa de las lluvias, es necesario un techo inclinado que permita al agua deslizarse. También son necesarios aleros para que el agua caiga lejos de las bases de las paredes.

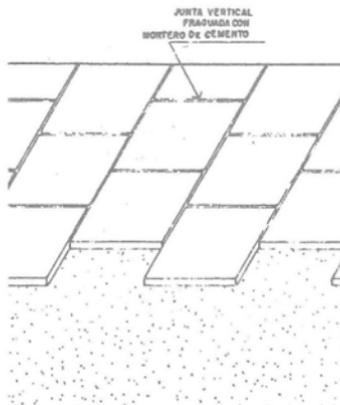
- a) Fijar las cañas con cintas de madera clavadas a las vigas.



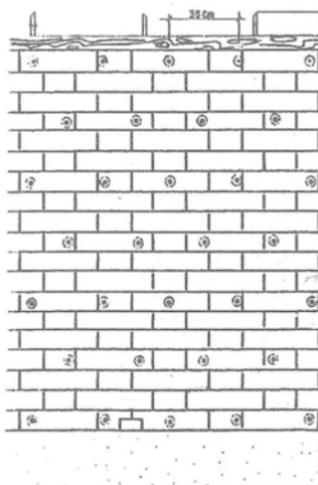
- b) Colocar una torta de barro de 3cm. de espesor. El barro deberá tener bastante paja para evitar las rajaduras.



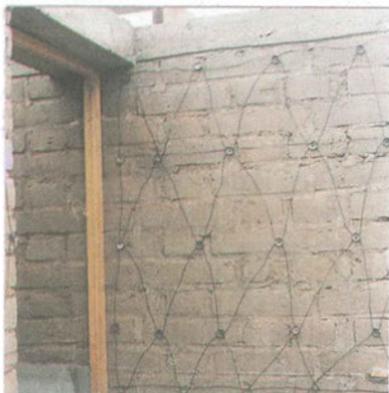
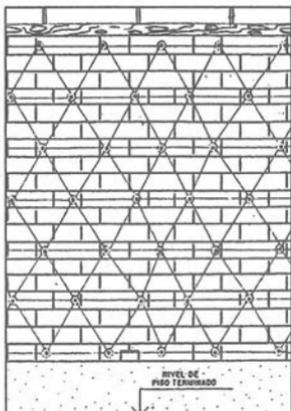
- c) Asentar ladrillo pastelero sobre la torta de barro.



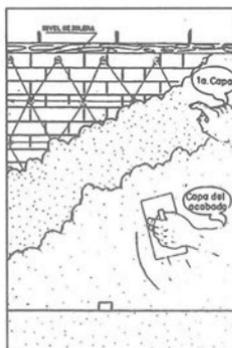
- d) Colocar chapas metálicas de bebidas gaseosas, cada tres hiladas, clavadas parcialmente al muro con clavos de 2 1/2".



- e) Hacer un entramado triangular con alambre N°16, pasándolo por detrás de la chapa. Luego, hundir totalmente los clavos.

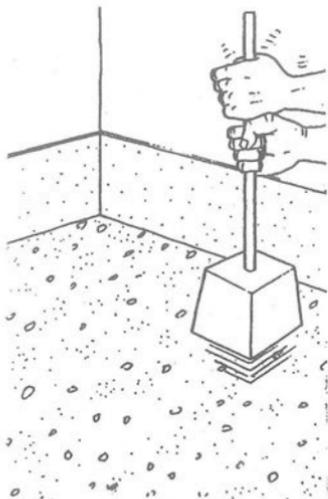


- f) Colocar la primera capa de mortero pobre y, luego, una mezcla 1: 5 para el acabado final.

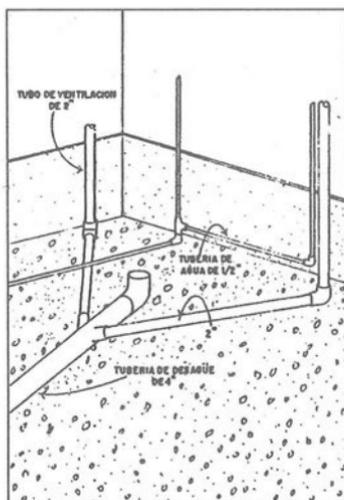


3.- Para proteger los muros exteriores del agua, es conveniente tarrajarlos con una mezcla de cemento y arena.

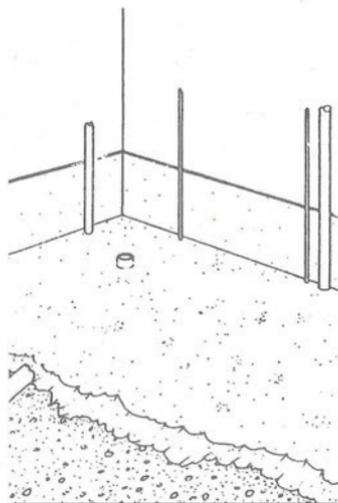
a) Antes del vaciado del falso piso, apisonar el terreno.



b) Colocar los tubos de las instalaciones eléctricas para los tomacorrientes, y de las instalaciones de agua y desagüe.

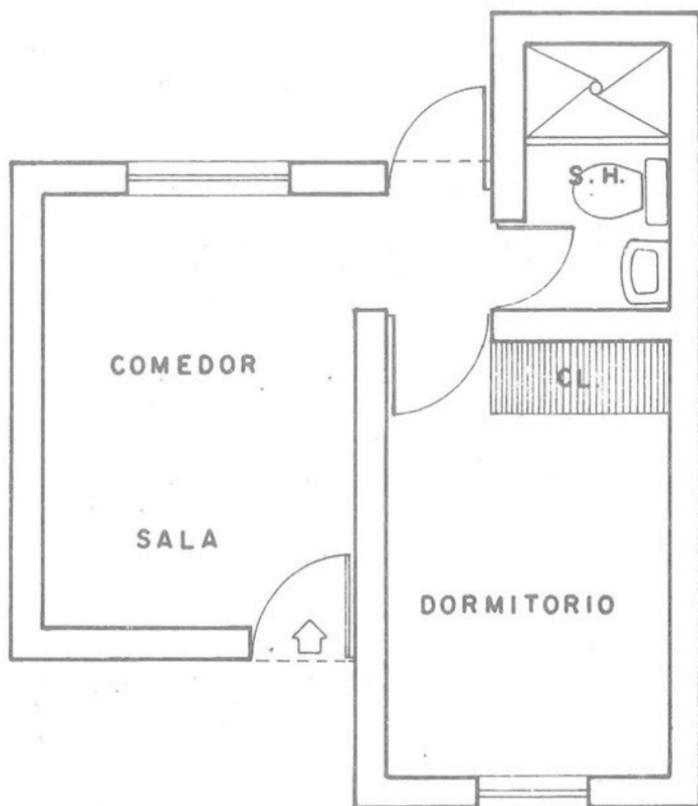


- c) Vaciar el falso piso de 3" de espesor, con una mezcla de 1:8, asegurando la ubicación de los puntos de las instalaciones.



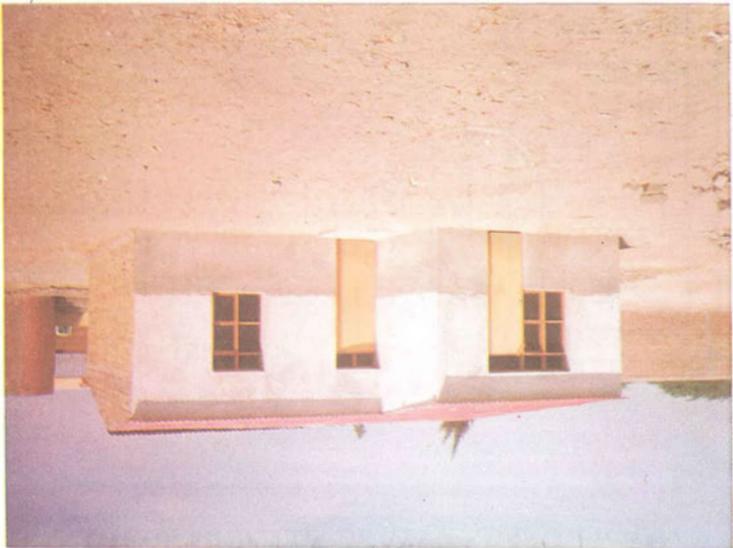
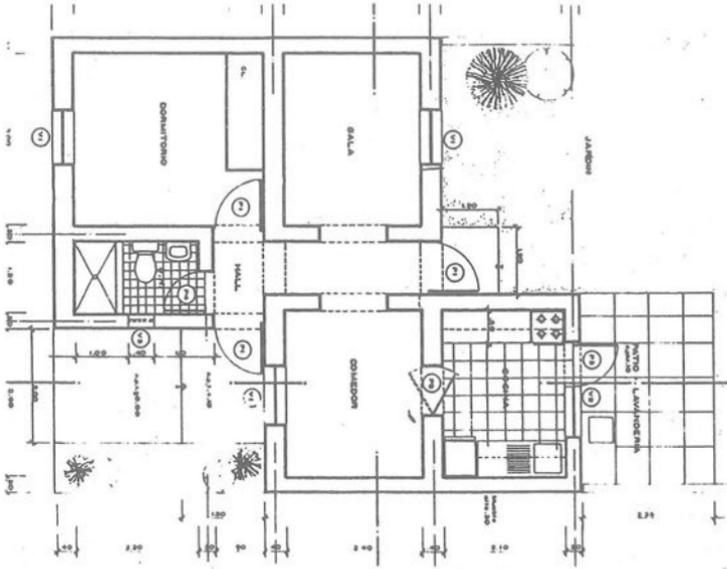
- 4.- Las instalaciones de agua y desagüe no deben empotrarse en los muros sino permanecer vistas, para controlar posibles fugas de agua.
- 5.- Es importante tener un plano de la casa antes de empezar la obra. En esta página se muestran dos ejemplos de módulos básicos, de 40 a 50 m², que pueden utilizarse para construir la primera etapa de la vivienda.

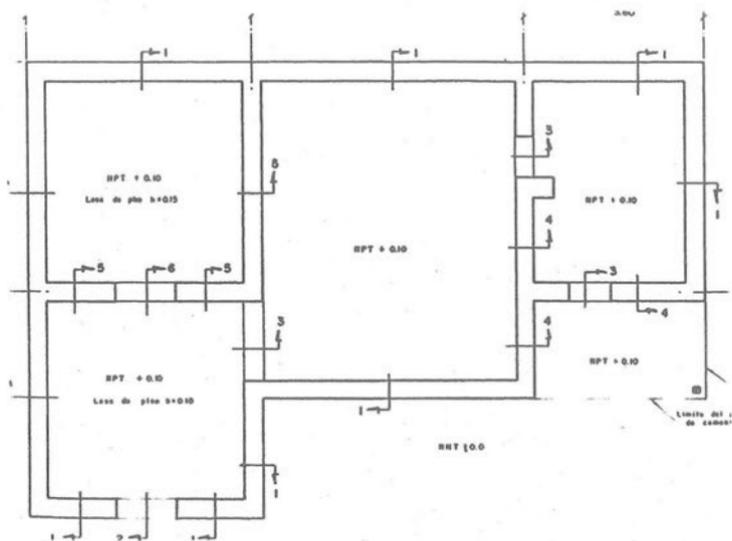
OTROS MODELOS DE VIVIENDAS TÍPICAS



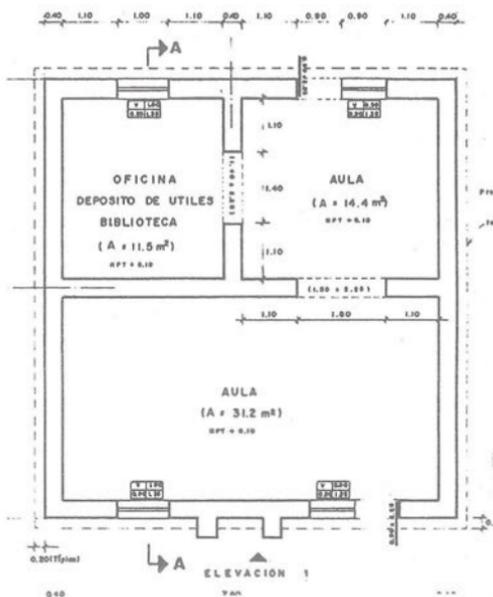
PLANO 1: UN SOLO DORMITORIO. MODELO 1

PLANO 2: UN SOLO DORMITORIO - MODELO 2 C11D

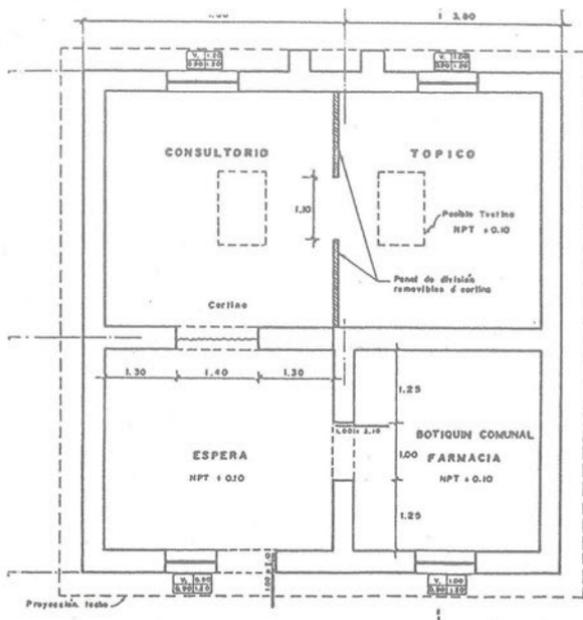




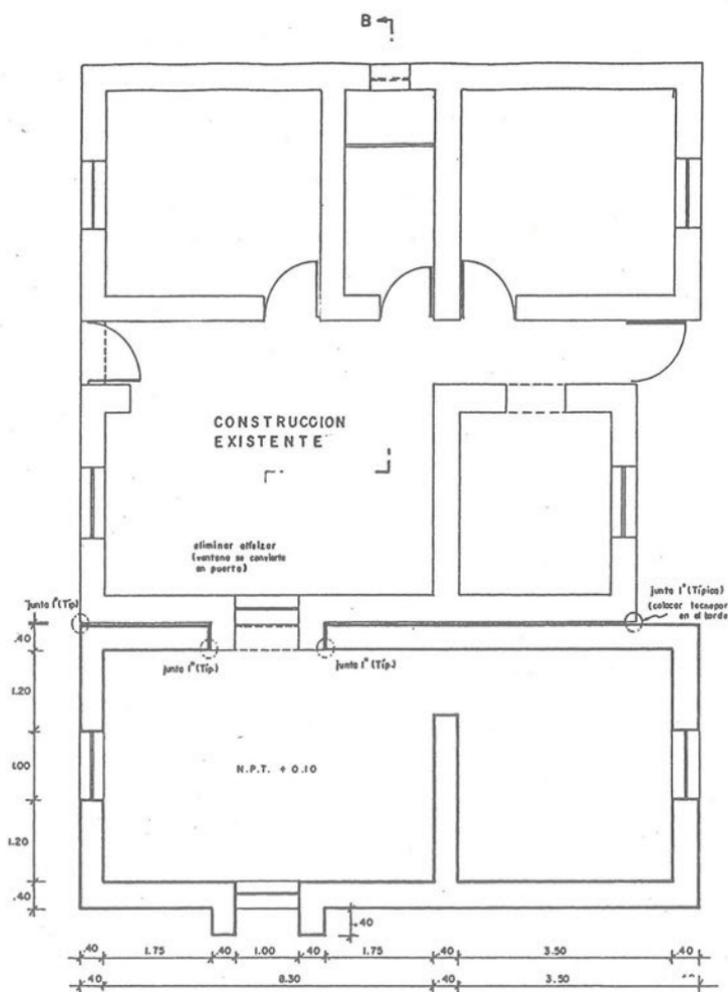
PLANO 3: QUESERÍA



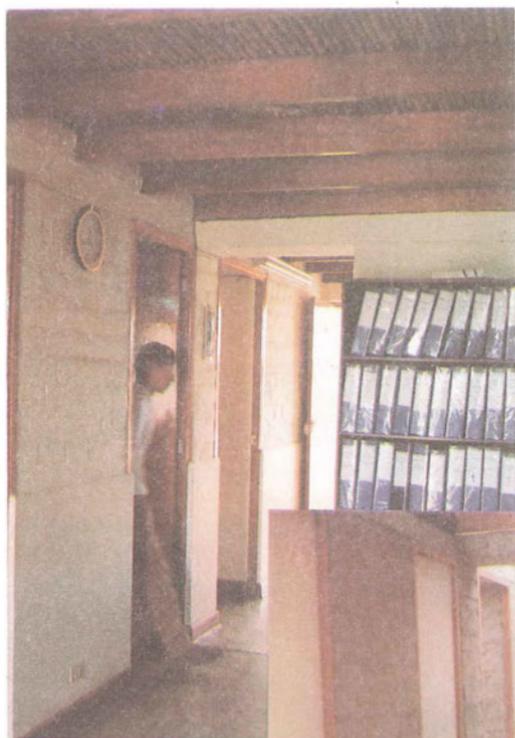
PLANO 4: ESCUELA



PLANO: POSTA MÉDICA



AMPLIACIÓN CASA ECOLÓGICA PUCP

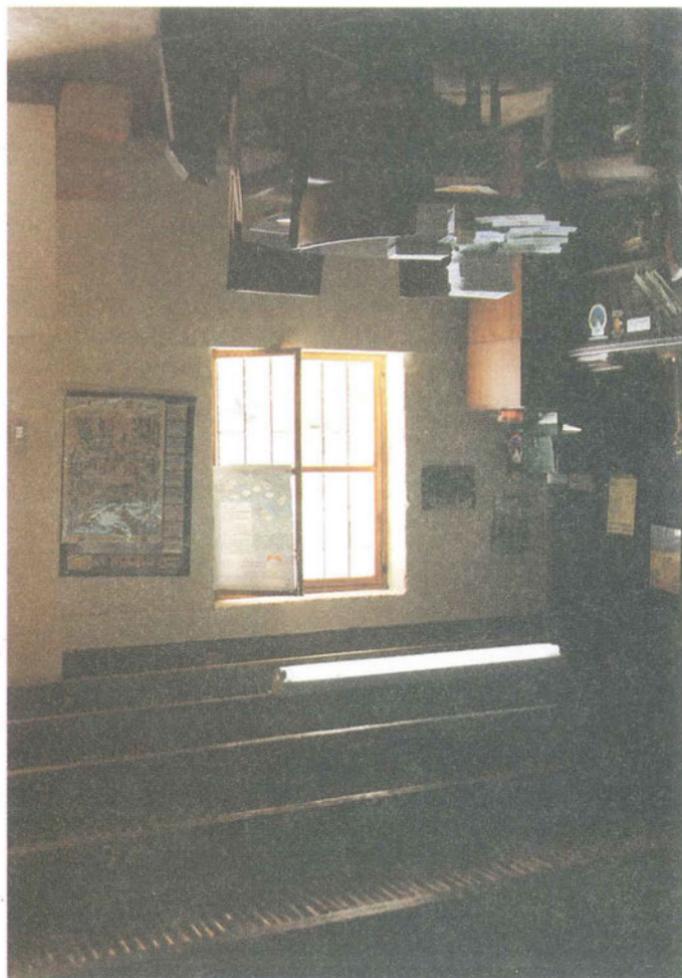


DETALLE DE INTERIORES



VISTAS DE LA CASA ECOLÓGICA PUCP





SERIE: LA CASA ECOLÓGICA PUCP

El proyecto denominado "Casa Ecológica" del Departamento de Ingeniería quiere mostrar las diversas tecnologías empleadas para la satisfacción de necesidades en el sector rural, pero **sin contaminar el ambiente**. Estas tecnologías, que emplean energías no convencionales (viento, sol, agua, biomasa), han dado lugar a la vivienda antisísmica de adobe, aerogeneradores, aerobombas, calentadores solares, paneles fotovoltaicos, riego tecnificado, cocinas mejoradas a leña, refrigeradoras a leña, biohuerto, etc, cuyas tecnologías están a disposición de la gente del campo. La «idea» fundamental es completar el ciclo ecológico, haciendo que la tecnología se complemente con las necesidades para obtener una casa autosostenida, tanto en alimentación como en energía.

AREA 1: VIVIENDA ANTISÍSMICA DE ADOBE

- 1.- Vivienda antisísmica de adobe
- 2.- Cocina mejorada a leña
- 3.- Refrigeradora rural

AREA 2: BIOHUERTO FAMILIAR

- 4.- Biohuerto familiar
- 5.- Panal de abejas
- 6.- Estanque de batracios
- 7.- Pozo de compost
- 8.- Lombrices
- 9.- Granjas de gallinas y conejos
- 10.- Letrina séptica
- 11.- Planta de biogas
- 12.- Pozo de oxidación
- 13.- Riego Tecnificado

- 14.- Establo
- 15.- Gasógeno
- 16.- Cultivos hidropónicos
- 17.- Estanque para peces
- 18.- Estanque para langostinos
- 19.- Bosque Reforestado

AREA 3: ENERGÍA SOLAR

- 20.- Secado Solar
- 21.- Calentador Solar (Terma Solar)
- 22.- Paneles Fotovoltaicos
- 24.- Caseta de control.

AREA 4: ENERGÍA EOLICA

- 24.- Aeroventilador Savonius
- 26.- Aerobomba MCTB500
- 27.- Aerogenerador Waira 3F

AREA 5: ENERGÍA HIDRAÚLICA

- 28.- Bomba de Ariete BAH4
- 29.- Pico y Microcentrales hidráulicas
- 30.- Bomba Manual
- 31.- Tanque regulador de presión
- 32.- Burro Bomba
- 33.- Ríobomba y Riógenerador

ESTE MANUAL ES EL PRIMER NÚMERO DE LA SERIE
CASA ECOLÓGICA PUCP - COLECCION LAS 33
TECNOLOGÍAS

¿QUE ES EL GRUPO DE APOYO AL SECTOR RURAL?

El Grupo de Apoyo al Sector Rural (GRUPO PUCP), unidad operativa del Departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, es una entidad dedicada: a la investigación científica y tecnológica, difusión y promoción, en el campo de las fuentes renovables de energía (Agua, Viento, Sol y Biomasa) y el Medio Ambiente.

Actualmente, la "Casa Ecológica", sede institucional del GRUPO, se encuentra equipada con prototipos para exhibición gracias a la ayuda de Instituciones Cooperantes, tal es el caso de la Empresa Southern Perú y de la Cooperación Técnica Alemana GTZ. Por estas razones la Casa Ecológica se encuentra en continua expansión acerca de tecnologías, nuevas y de antigua aplicación, para el servicio del sector rural y urbano marginal de nuestro país.

Visítenos

Para mayor información dirigirse a:

GRUPO DE APOYO AL SECTOR RURAL

Av. Universitaria Cdra. 18 - San Miguel

Lima - PERÚ

Telf. 4602870 - anexos 285-263

Fax: 001-51 1-4611785

E.mail: grupo@pucp.edu.pe

Pág. Web: <http://www.pucp.edu.pe/~grupo>

Este Manual le enseñará a construir, paso a paso, una vivienda antisísmica capaz de resistir movimientos sísmicos de alto grado.

La particularidad de esta casa es que se encuentra construida de adobe y caña, tal como se acostumbraba utilizar en la costa y sierra de nuestro país.

El modelo de construcción corresponde a la Casa Ecológica PUCP, la cual es una vivienda de 78 m² y dos habitaciones, y que puede ser ampliada a cuatro habitaciones.

También se incluyen planos de otras edificaciones similares, tales como escuelas, postas médicas, queserías, etc.