



Albañilería de Tierra Cruda



San Bartolomé

Adobe y Tapial



Chan Chan

Adobe

SIENDO EL ADOBE UN MATERIAL ANTIGUO ¿PORQUÉ TENEMOS QUE SEGUIR INVESTIGÁNDOLO?



Taos-New México

CENSO NACIONAL DE VIVIENDAS – PERÚ

Viviendas Particulares de Adobe y Tapia

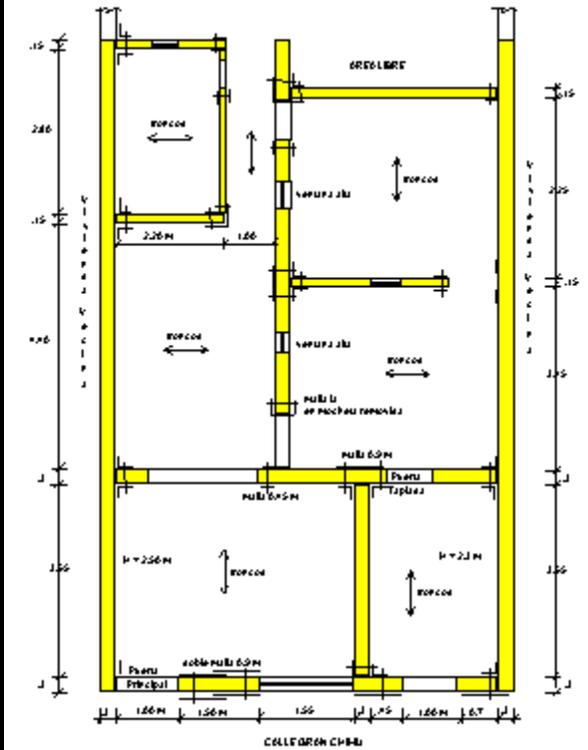
Porcentaje del Total de Viviendas

| 1961 | 1972 | 1981 | 1993 | 2005 | 2007 |
|------|------|------|------|------|------|
| 54% | 49% | 48% | 43% | 37% | 35% |

En 1993: 9´036,280 de 21´801,654 (42%) de peruanos habitaban en viviendas de tierra.

En 2007: bajó a 35% (2´229,715 de viviendas), pero hay 311,830 más viviendas que 1993.

Tipología de las Viviendas de Adobe en el Perú

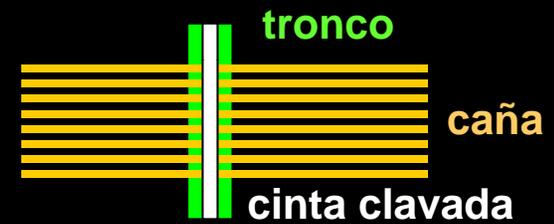


ADOBE EN LA COSTA

Se caracterizan por ser de un piso con gran cantidad de ambientes



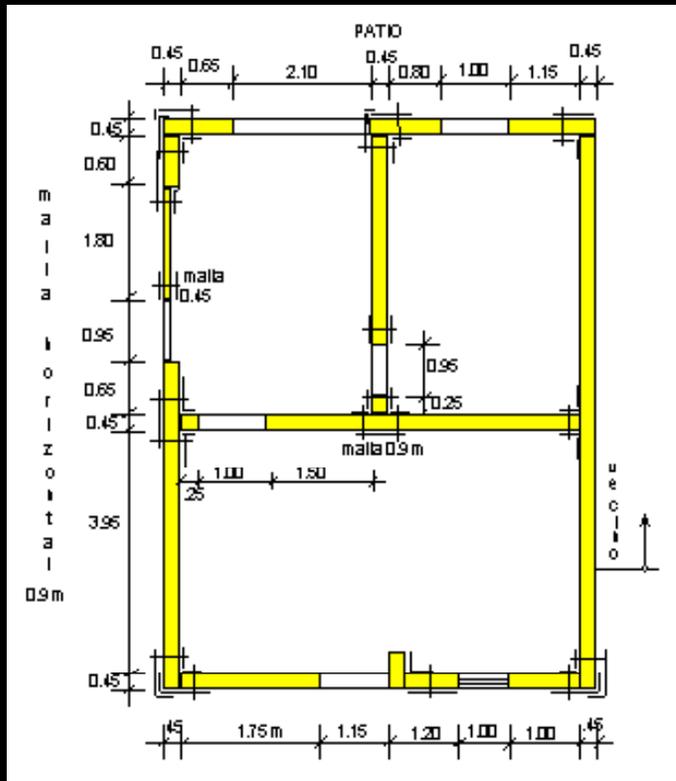
Sistema Típico de Techado



Ica, 1996.
Las cañas
evitaron
el colapso
del techo



ADOBE EN LA SIERRA



Se caracterizan por ser de 2 pisos con pocos ambientes



Techo Plano en el Primer Piso



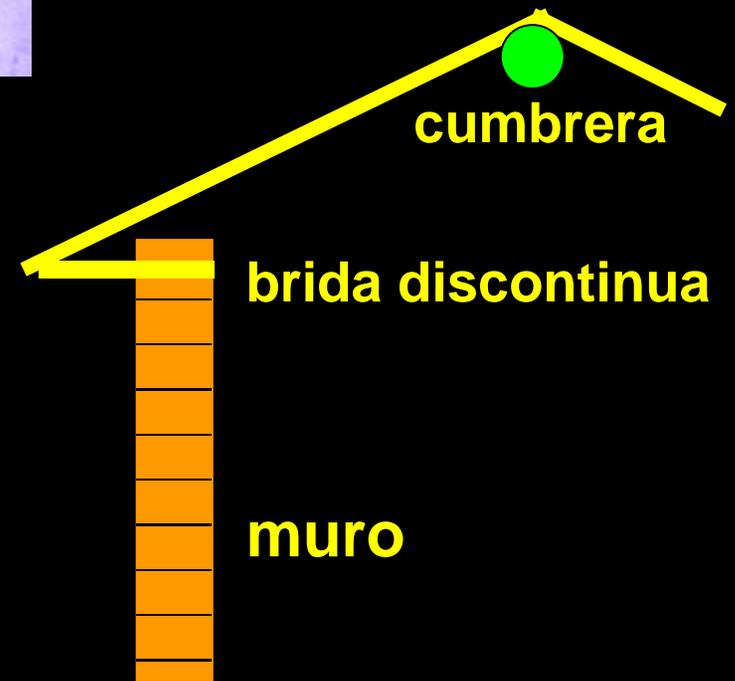
tabla
machihembrada

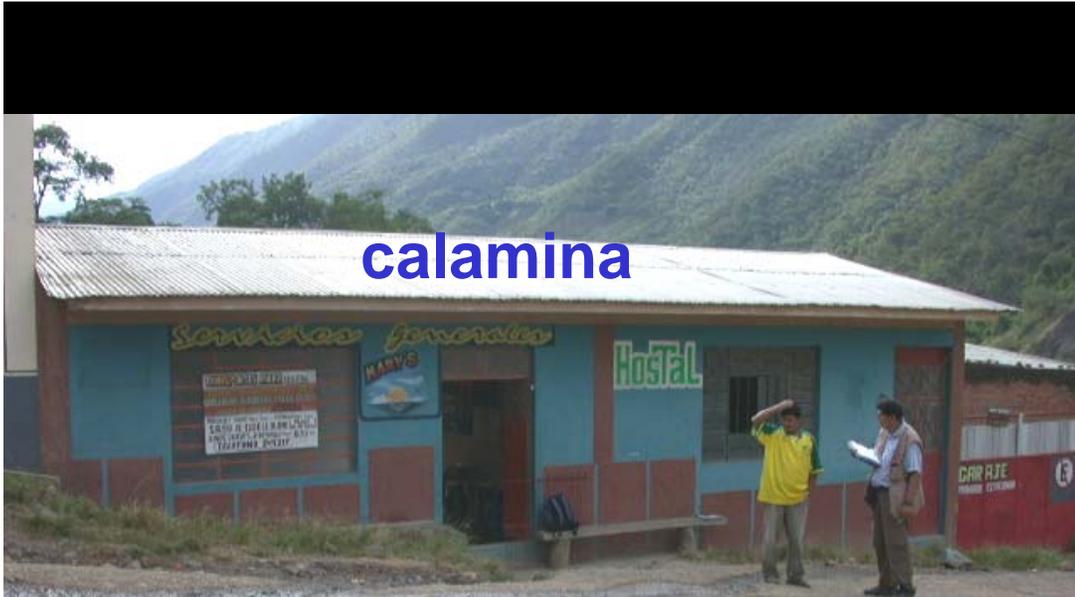
madera tallada



Techo a 2 Aguas en el Segundo Nivel

- Tijeral de troncos
- Tablillas (correas)
- Estera





calamina



Coberturas



**teja artesanal
pegada con barro
sobre la estera**



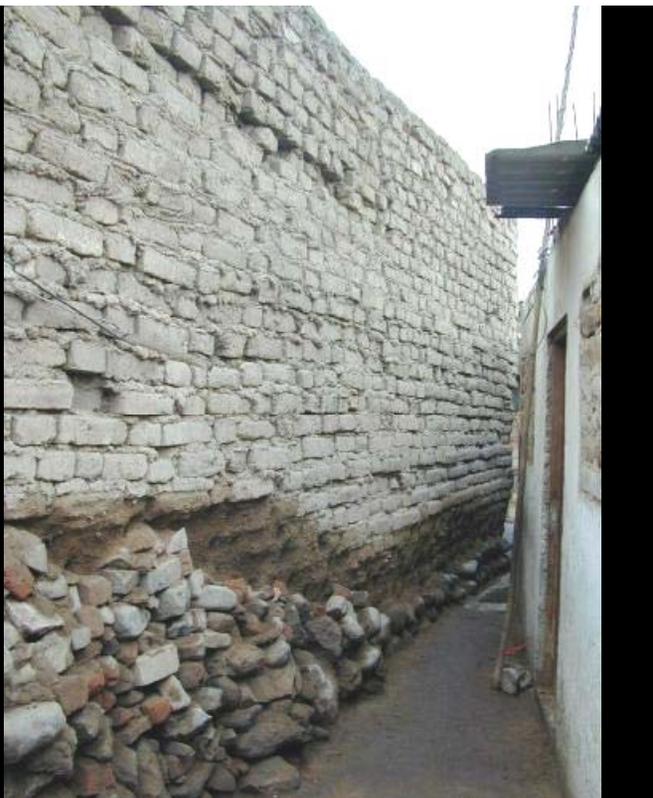


teja industrial

DAÑOS EN VIVIENDAS DE ADOBE

1. Gran masa $\rightarrow F = M a$
2. Baja calidad de construcción
3. Ausencia de refuerzos
4. Baja resistencia del material
5. Falta de elementos de conexión

6. Escaso o nulo mantenimiento



Colegio Belén,
Trujillo, 2010



Inundación
Cuzco, 2010

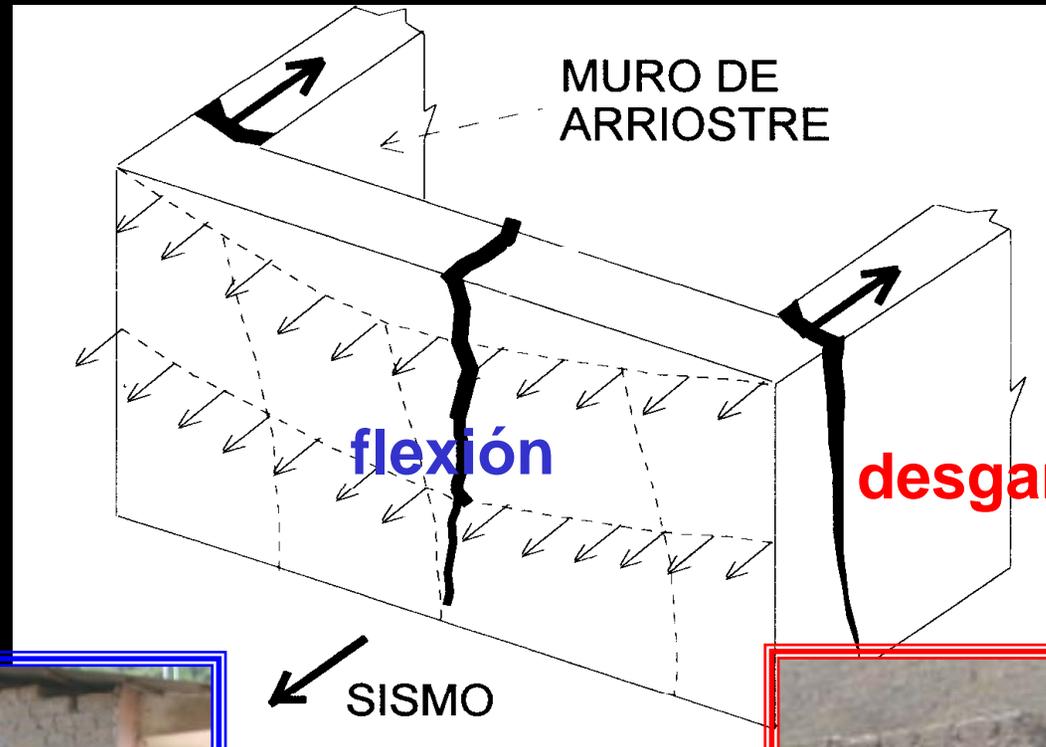


Prueba de Inundación



FALLAS TÍPICAS POR SISMO

a.- Cargas Perpendiculares al Plano



Ica, 1996

Desgarramiento

flexión

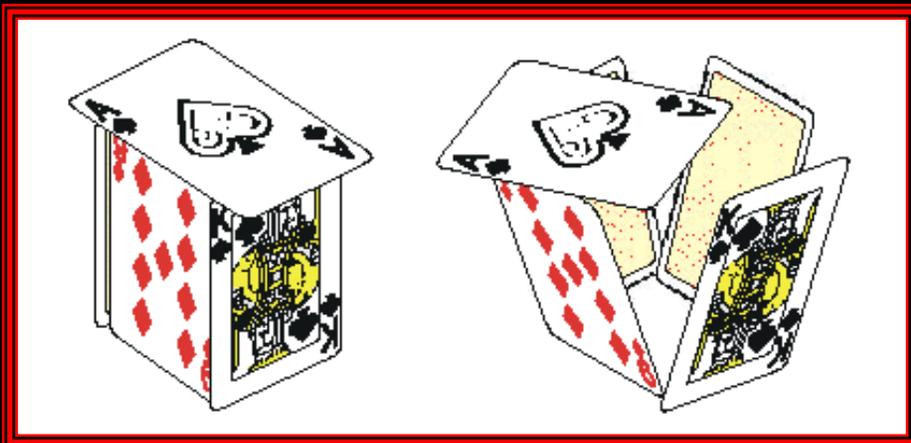
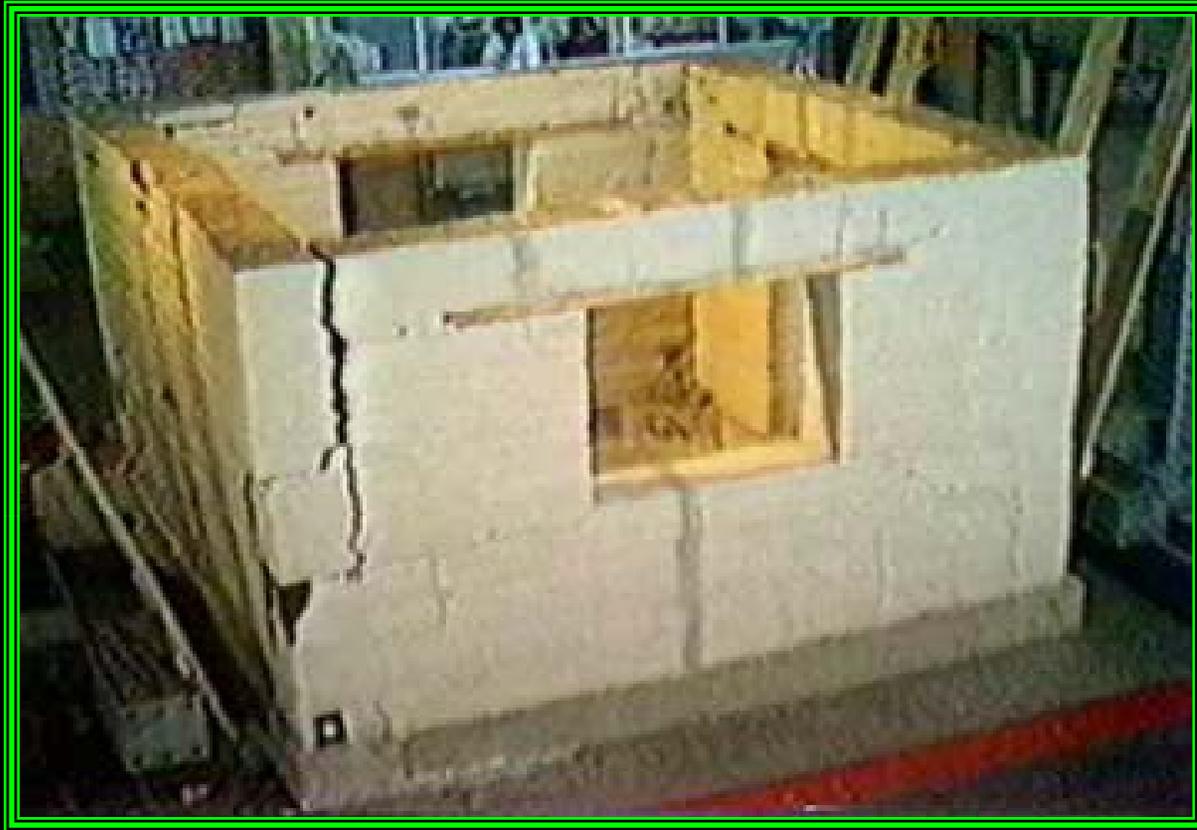


b.- Cargas Contenidas en el Plano (coplanares)



c.- Destrucción Total





Al producirse la falla por desgarramiento los muros se desconectan

Adobe reforzado. California, Northridge-1994.



Figure 10-11 A single-story residence that was subjected to very strong ground motions but suffered only moderate damage due to concrete bond beams and internal reinforcement.



Desastre en Cobquecura, epicentro de terre...

☆☆☆☆☆



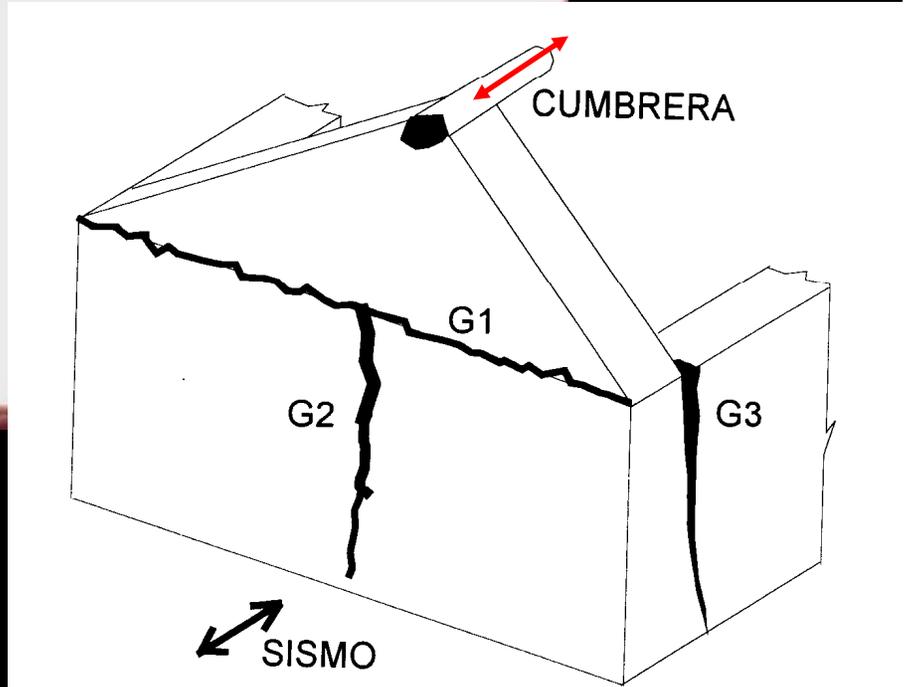
Cobquecura

Sismo de Chile, 27-02-2010, Adobe tarrajado con cemento



Linares





d. Colapso de la parte superior del tímpano por empuje de la viga cumbrera

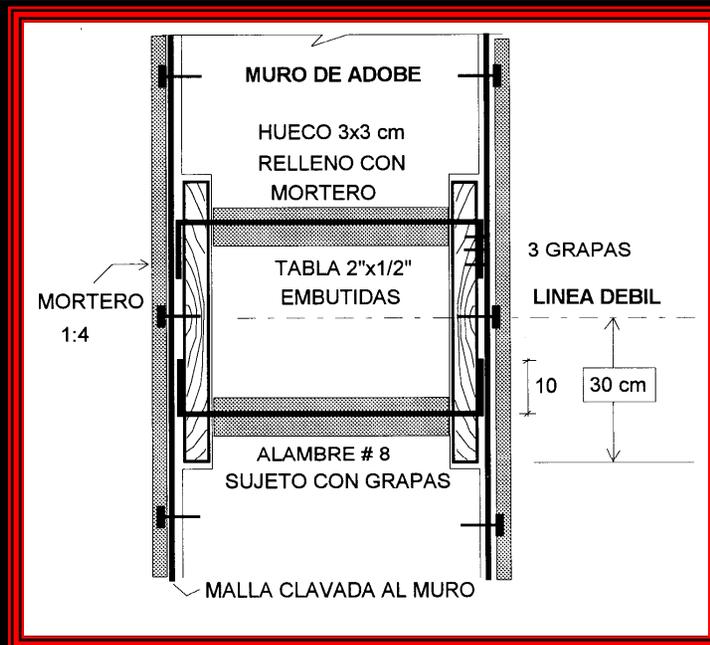
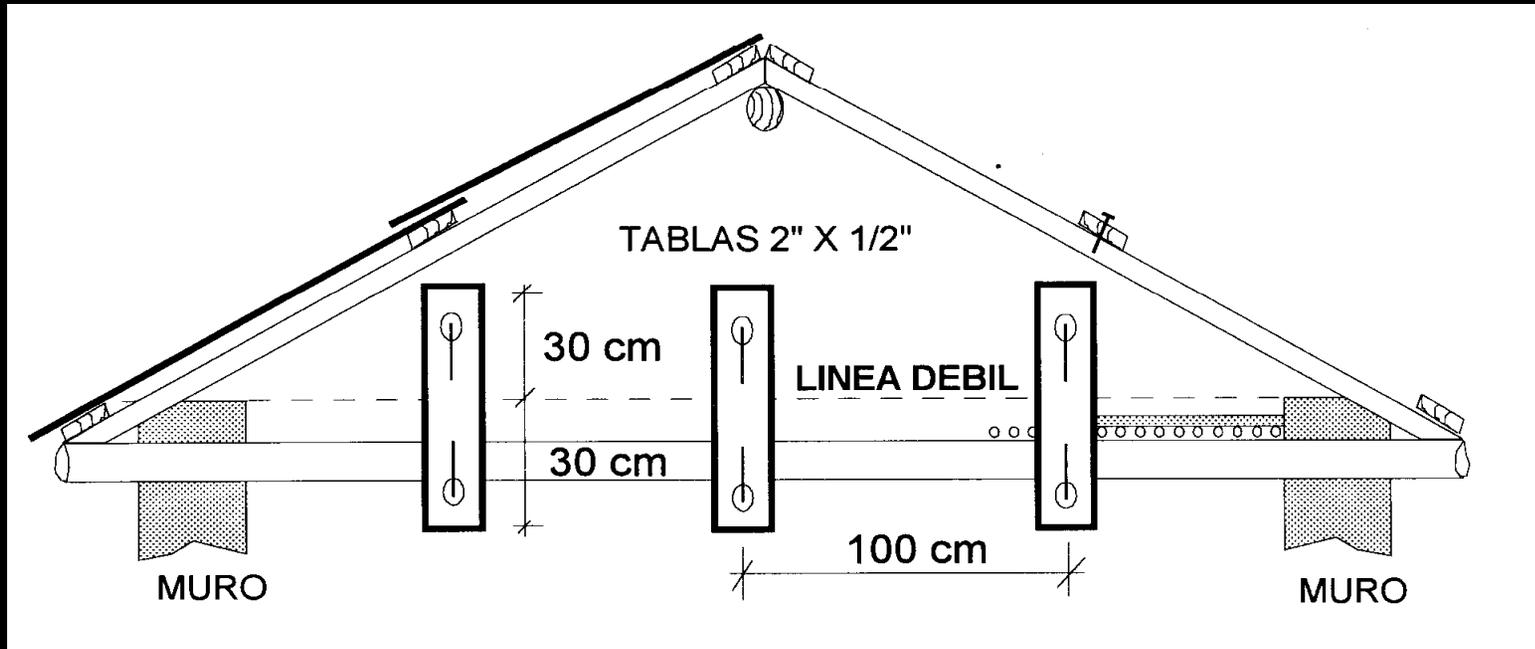


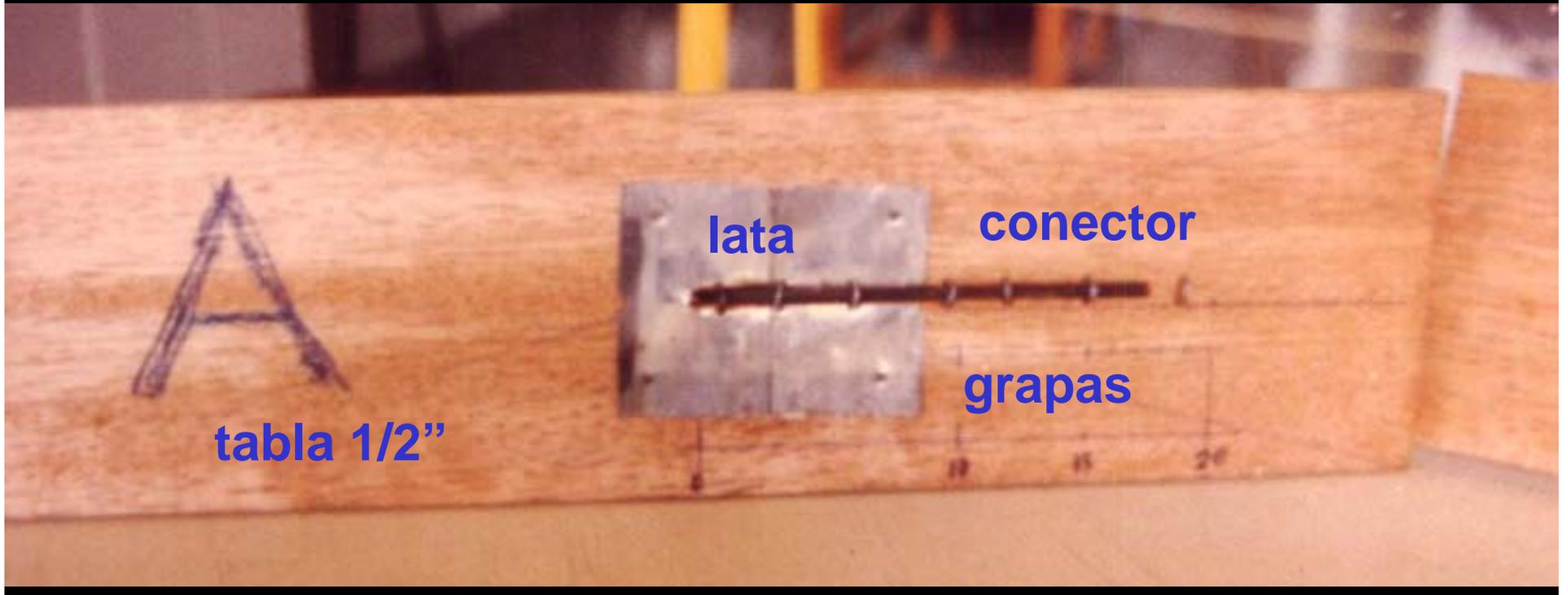
Popayán, 1983

**La falla se presenta
en la base del
triángulo**



COSTURA CON TABLAS EN LÍNEA DE DEBILIDAD





Estabilización de las Viviendas de Adobe Existentes en los Países Andinos

**Proyecto GTZ-CERESIS-PUCP
1994 - 2001**

ETAPAS DEL PROYECTO:

A. Experimental (Ensayos PUCP)

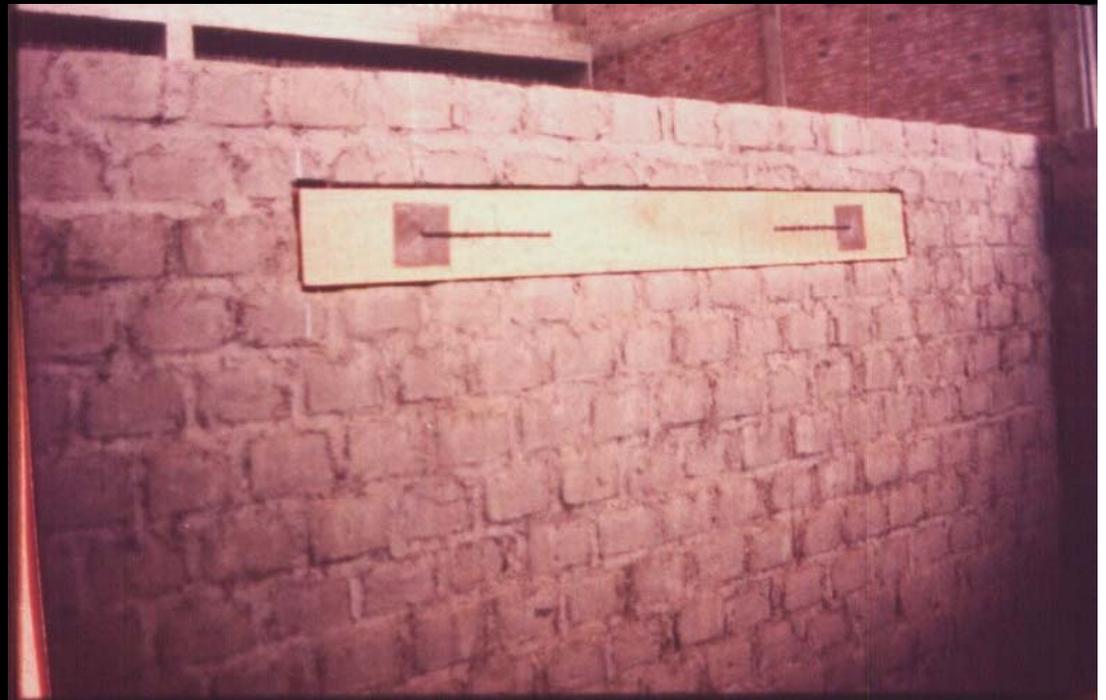
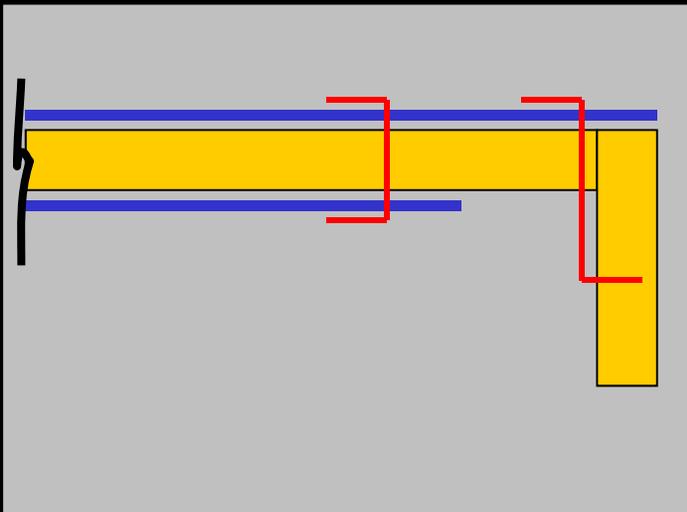
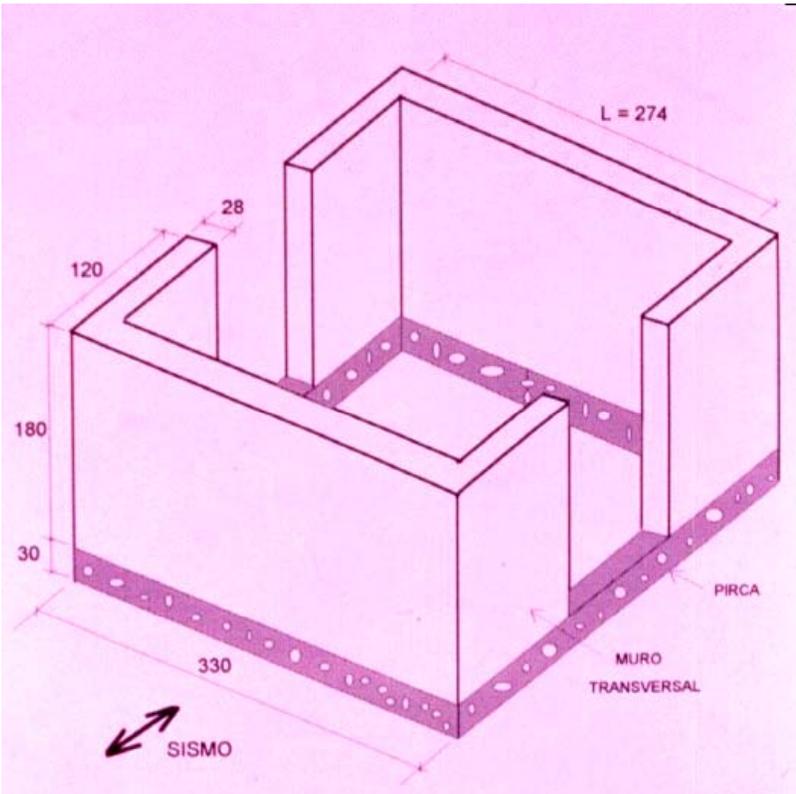
B. Ejecución de proyecto piloto

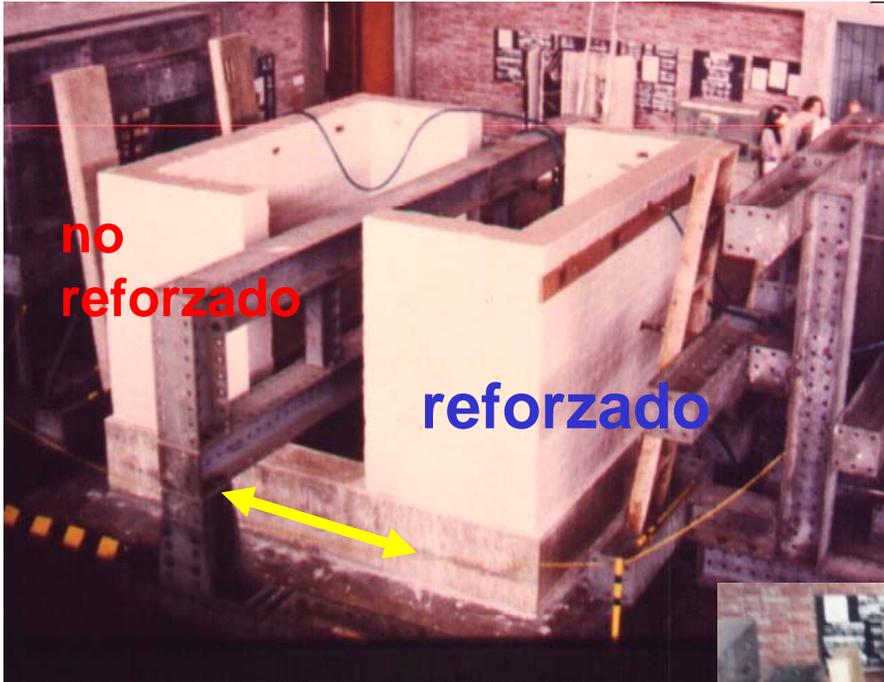
C. Evaluación post-sismo futuro

A. ETAPA EXPERIMENTAL

Muros "U" preliminares

1. Refuerzo con Tablas simulando soleras

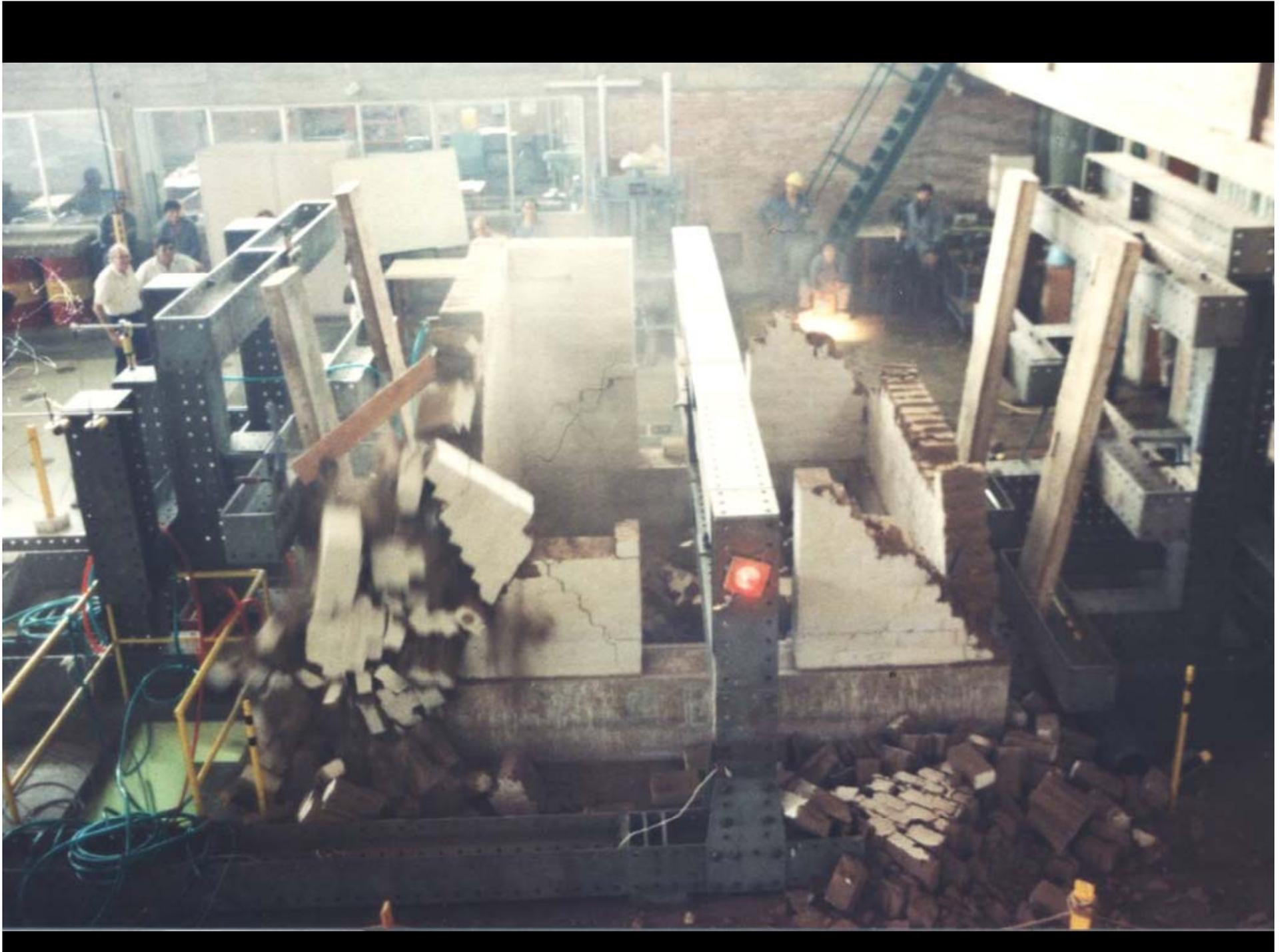




observar la deformada

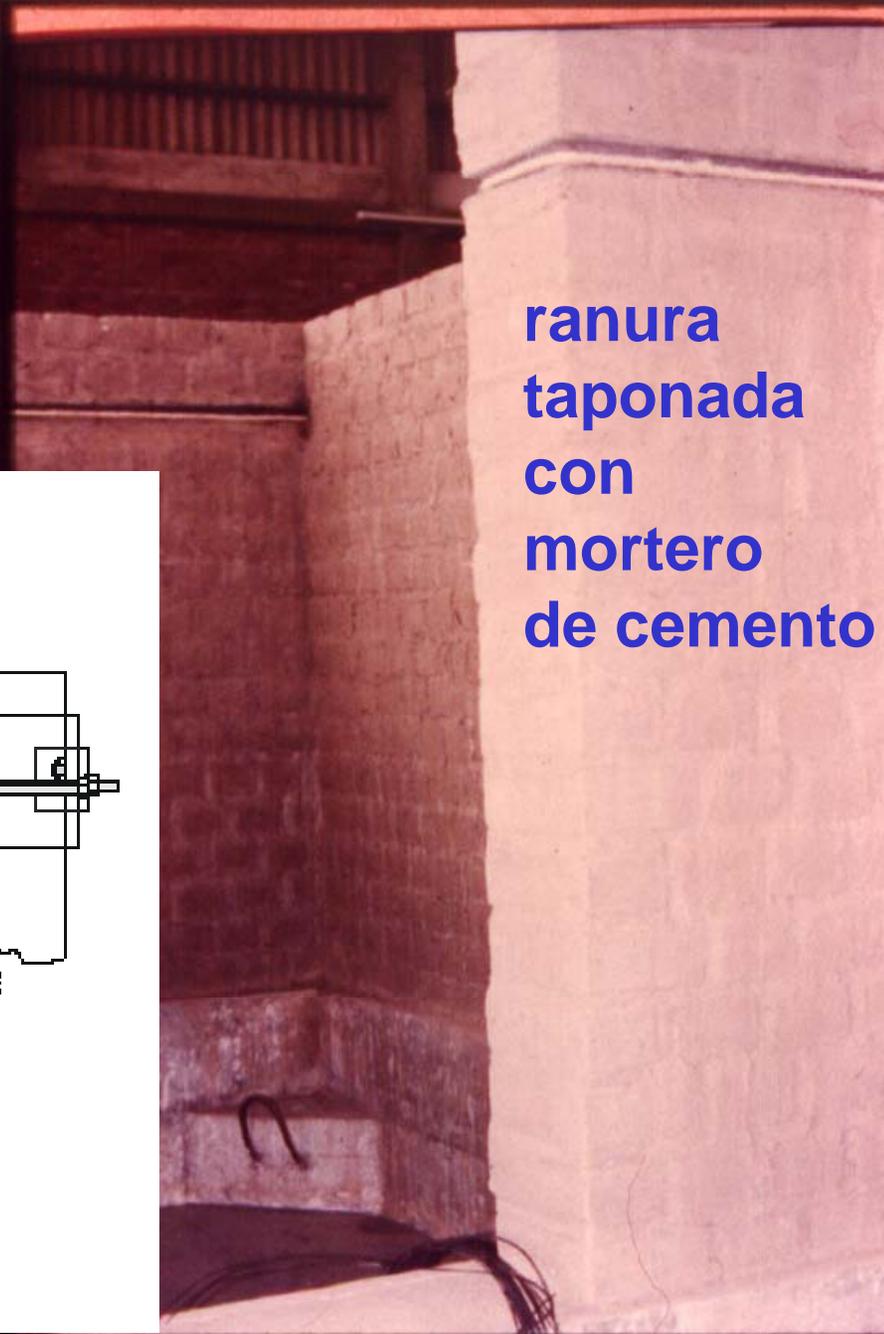
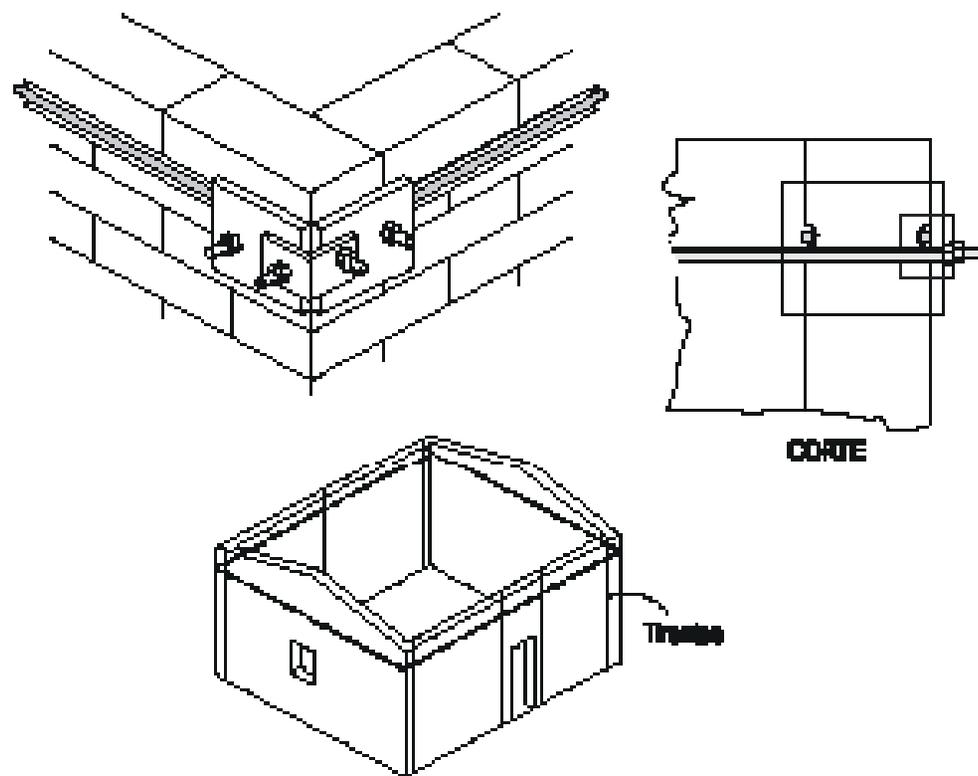
No reforzado





2. Refuerzo de Soga 1/2"

Simulaba tensores metálicos

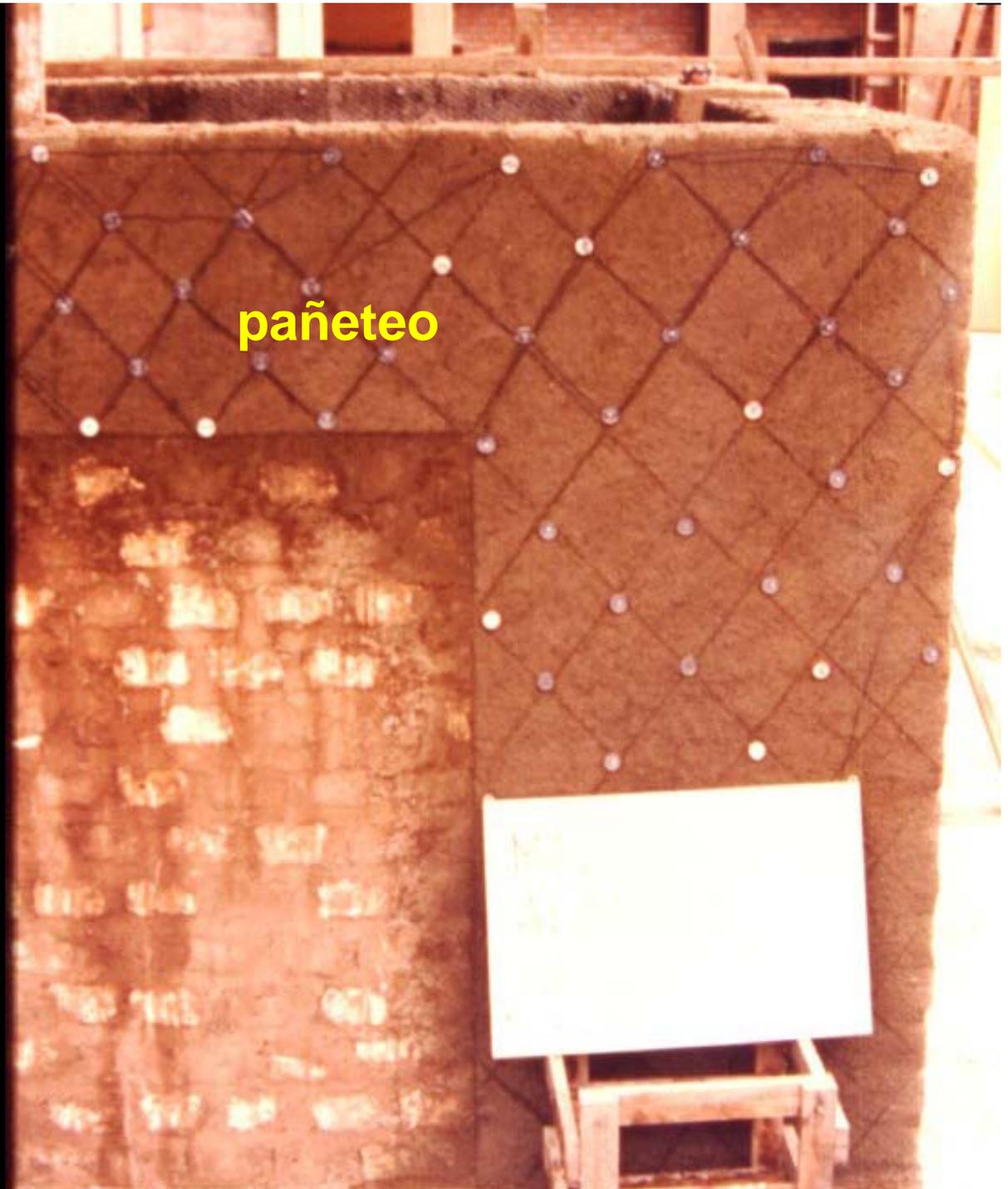


ranura
taponada
con
mortero
de cemento



**3. Alambre
16
trenzado
en clavos
con chapas**

**Tienen poca
resistencia**



4. Malla de Gallinero Clavada y Tarrajeada

Tiene poca resistencia
y es muy flexible →
No controla el grosor
de las grietas

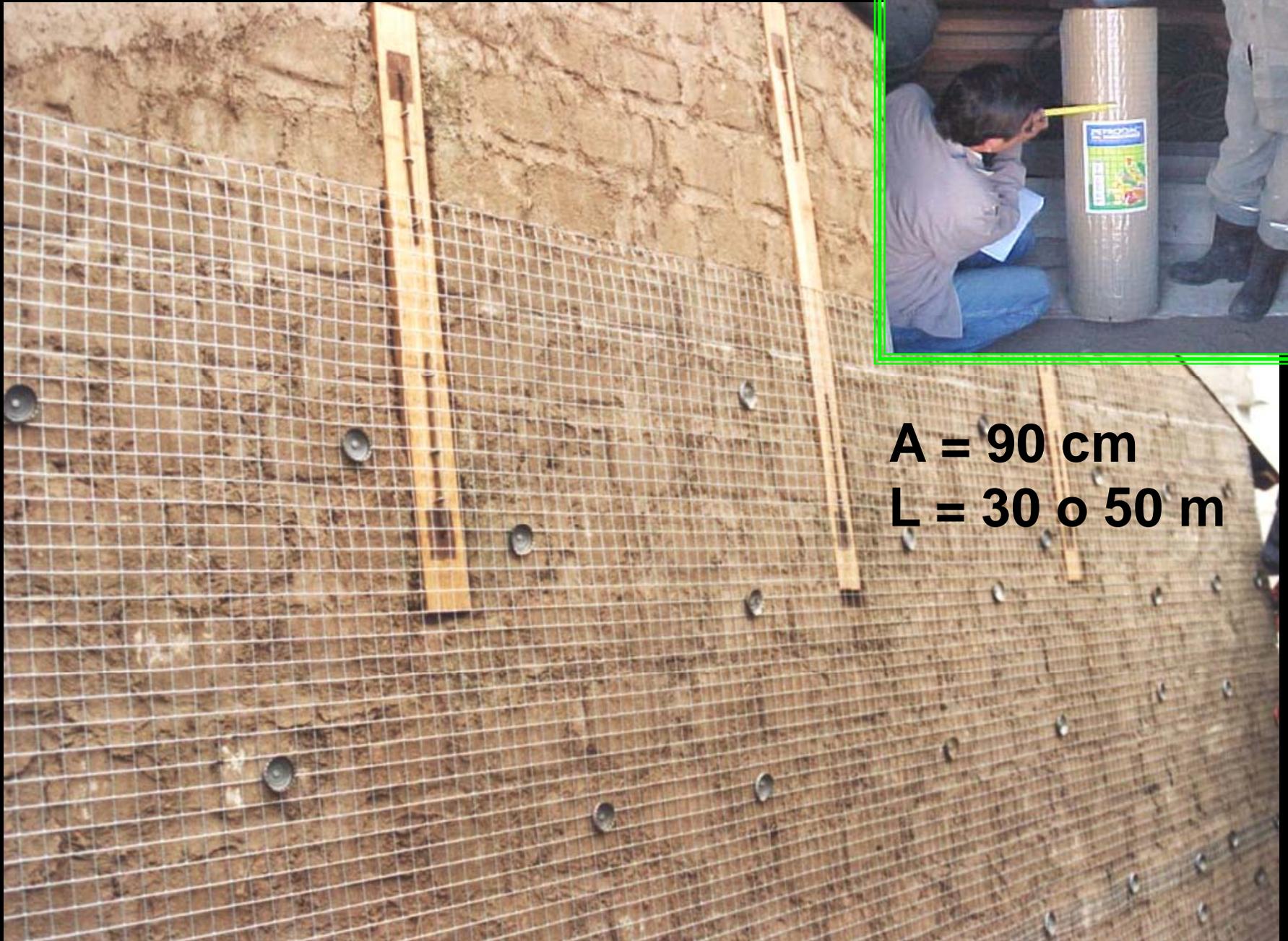


5. Malla Electrosoldada Galvanizada



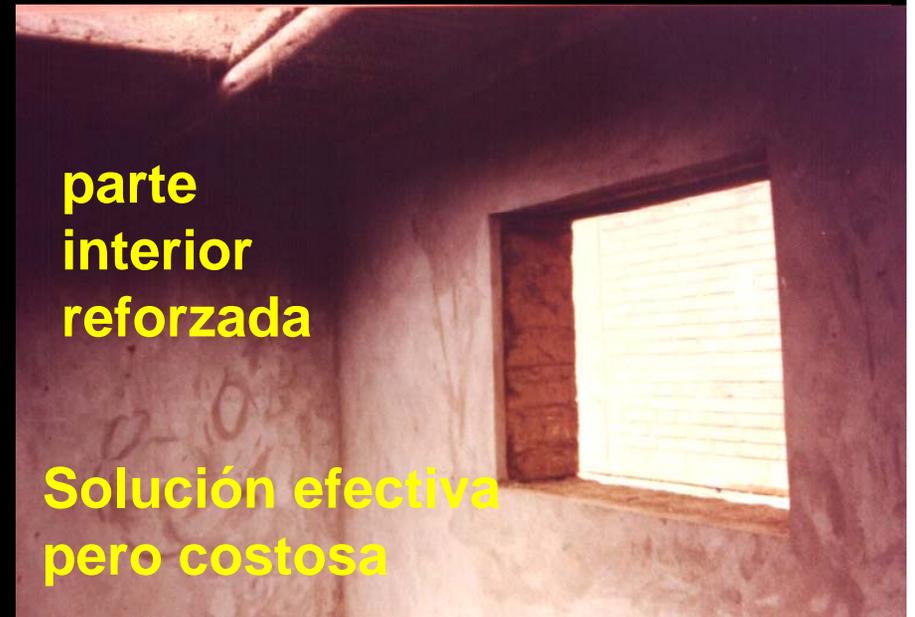
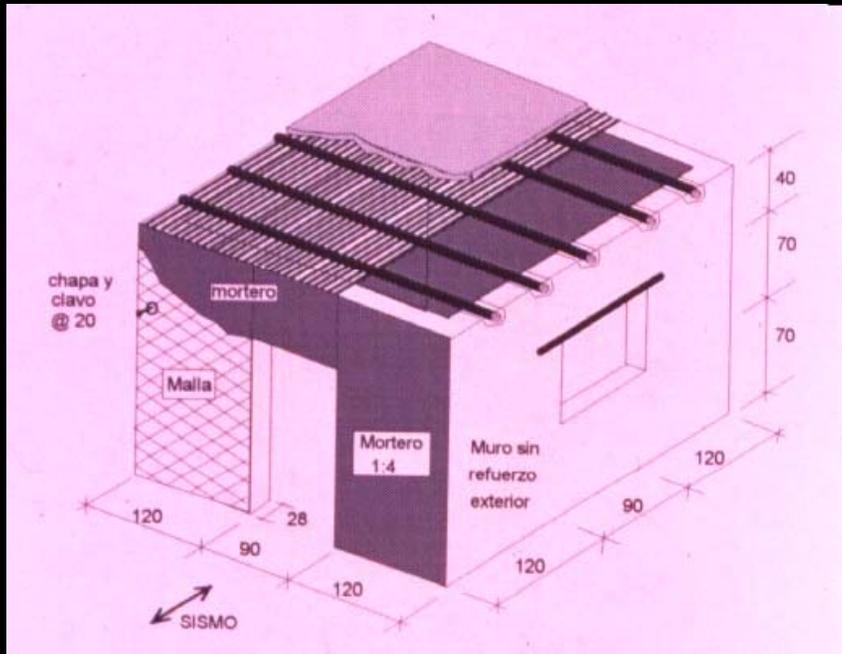
Malla de Gallinero

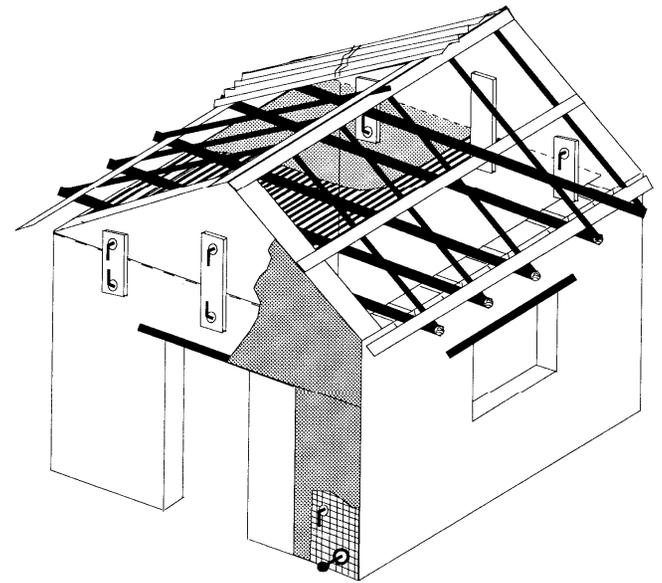
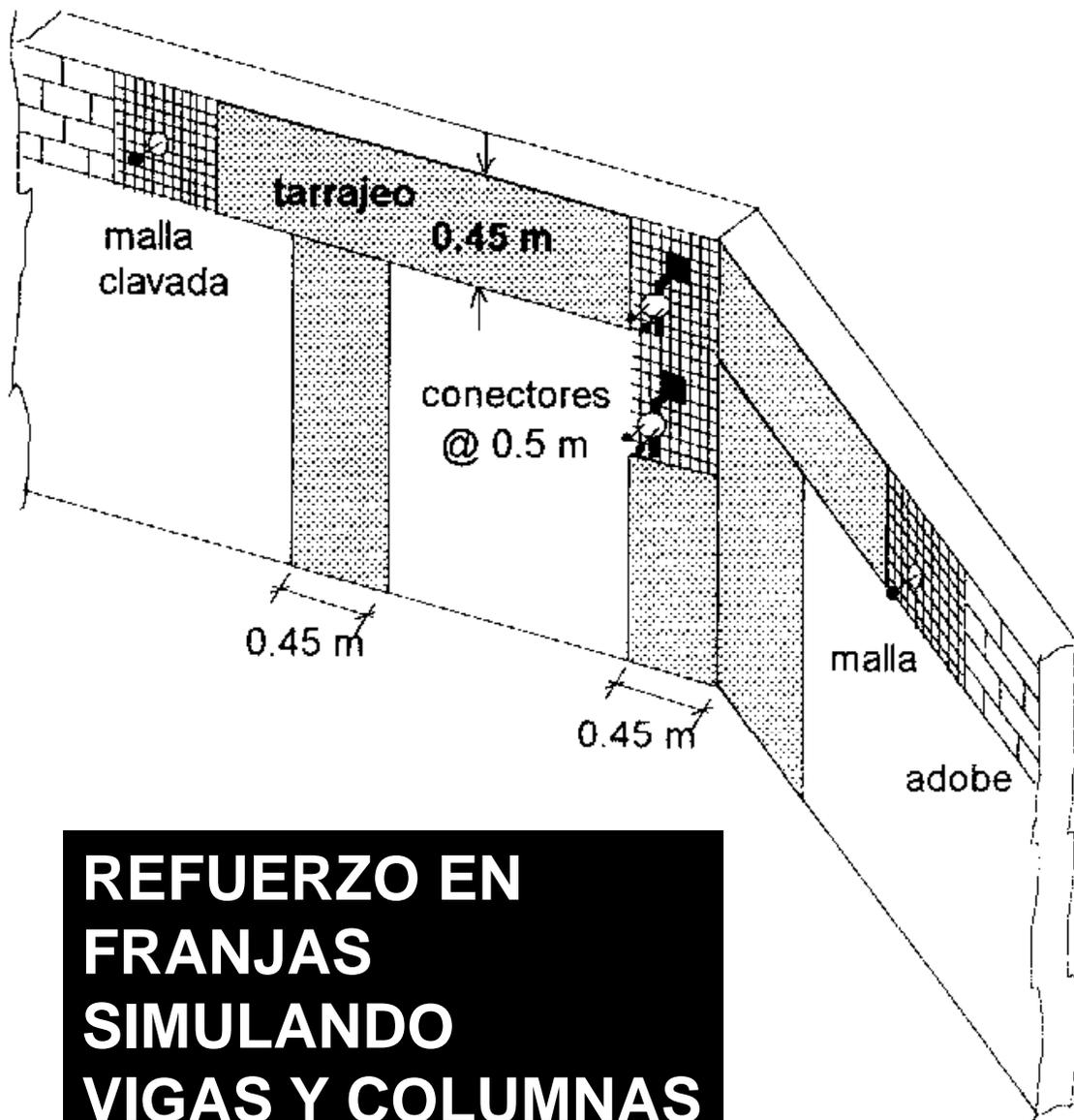
**Resiste 220 kg/m, 8 veces más
que la de gallinero**



A = 90 cm
L = 30 o 50 m

MÓDULOS REFORZADOS CON MALLA TOTAL





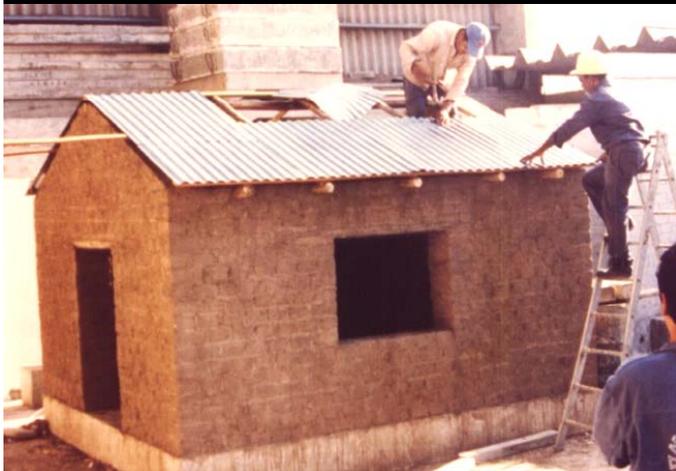
**REFUERZO EN
FRANJAS
SIMULANDO
VIGAS Y COLUMNAS**





**Módulo Sierra
No Reforzado**

SISMO MODERADO



**Módulo Sierra
Reforzado con
malla interna**



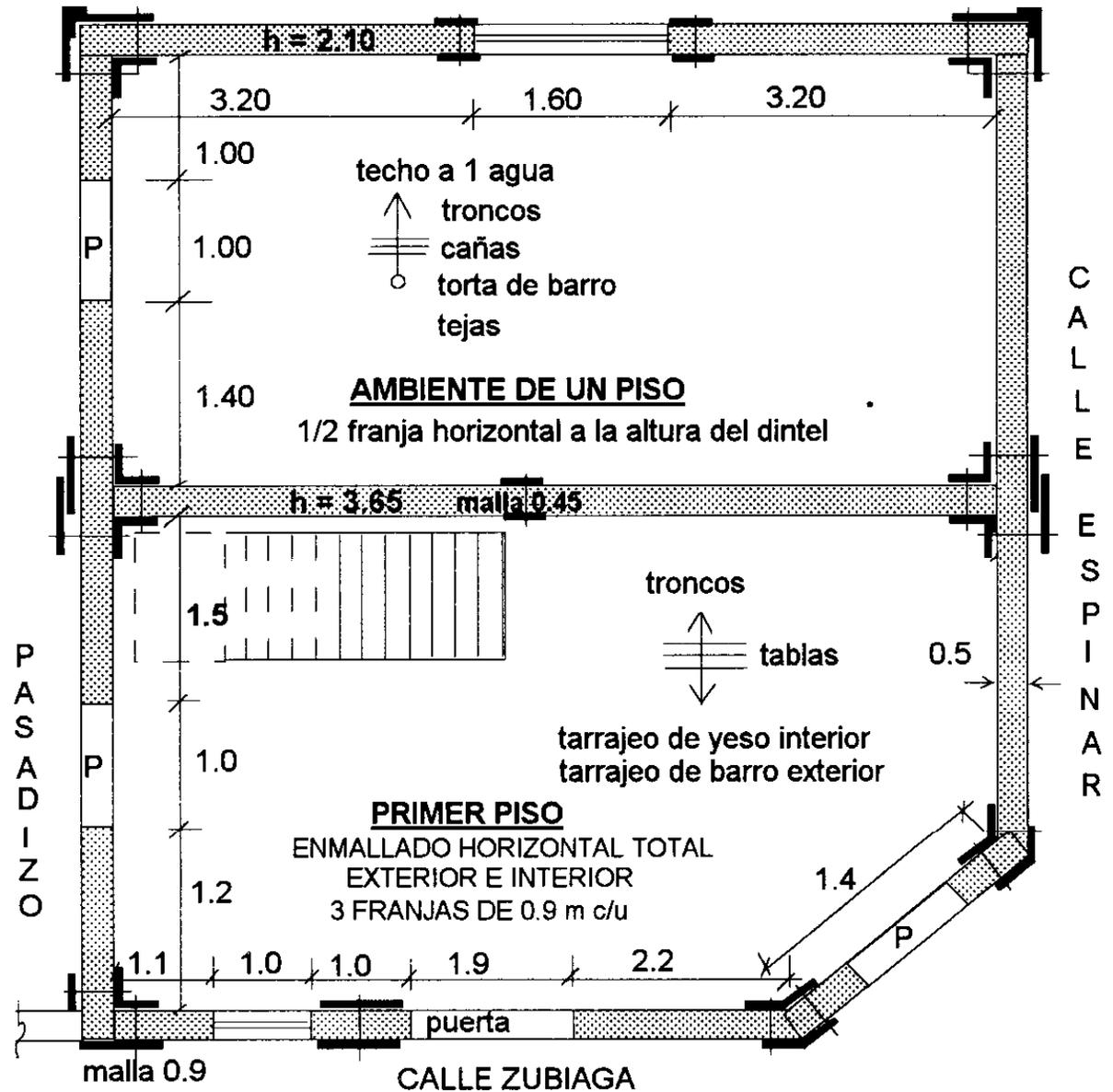
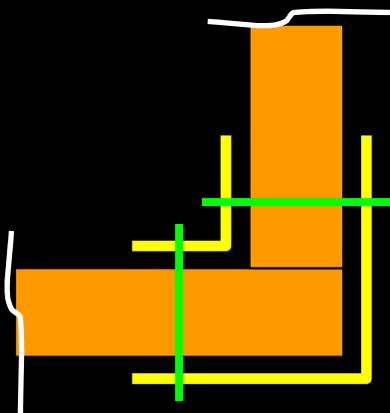
Módulo Sierra Reforzado. Sismo Severo.

La malla retarda el colapso dando tiempo para escapar



B. PROYECTOS PILOTOS

- Trujillo
- Huaraz
- Ica
- Cuzco
- Moquegua
- Tacna
- Arica



PASO 1

Eliminar el tarrajeo existente en la zona por enmallar



Para 2 pisos $V1 > V2$:

PISO 1: enmallado total

PISO 2: enmallado en franjas



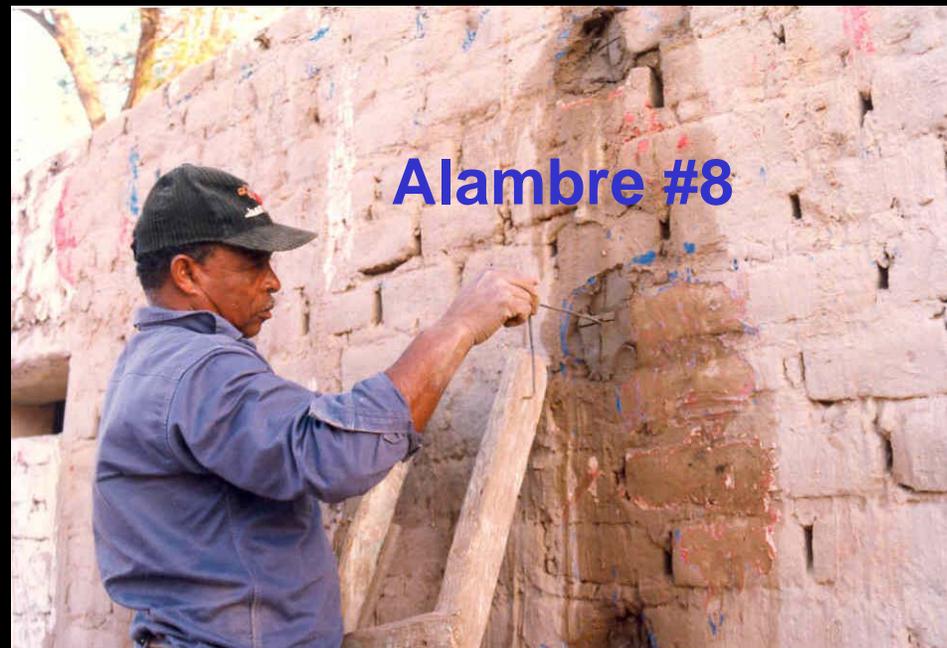


PASO 2

**Perforaciones 5x5cm
@ 50 cm**

PASO 3

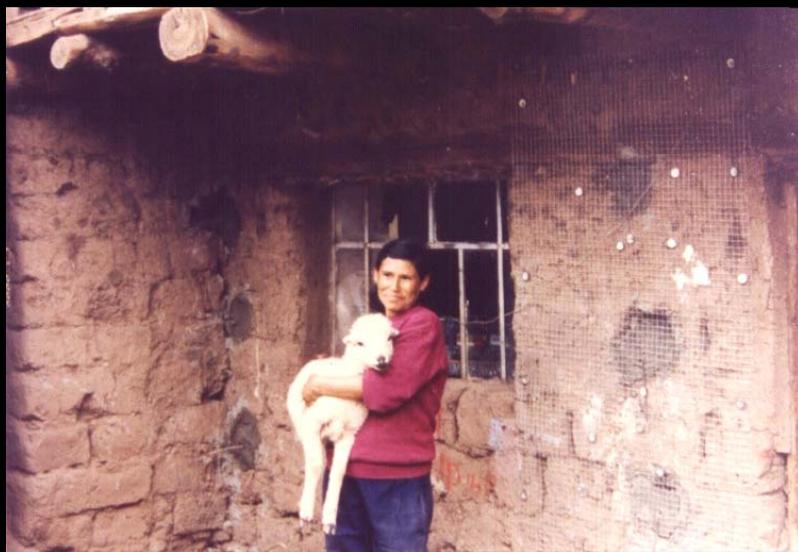
**Instalar el conector
y taponar con
mortero 1:5**

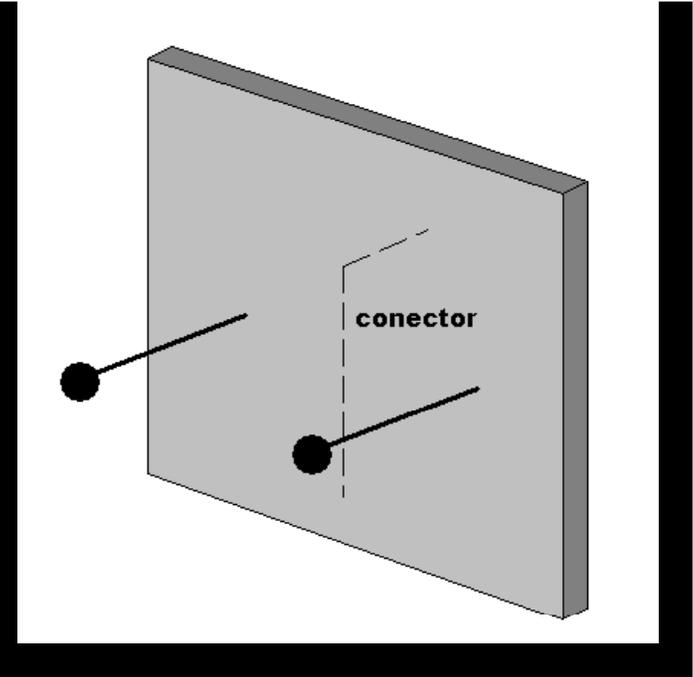
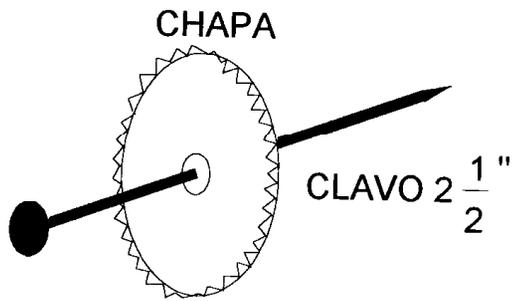


Alambre #8

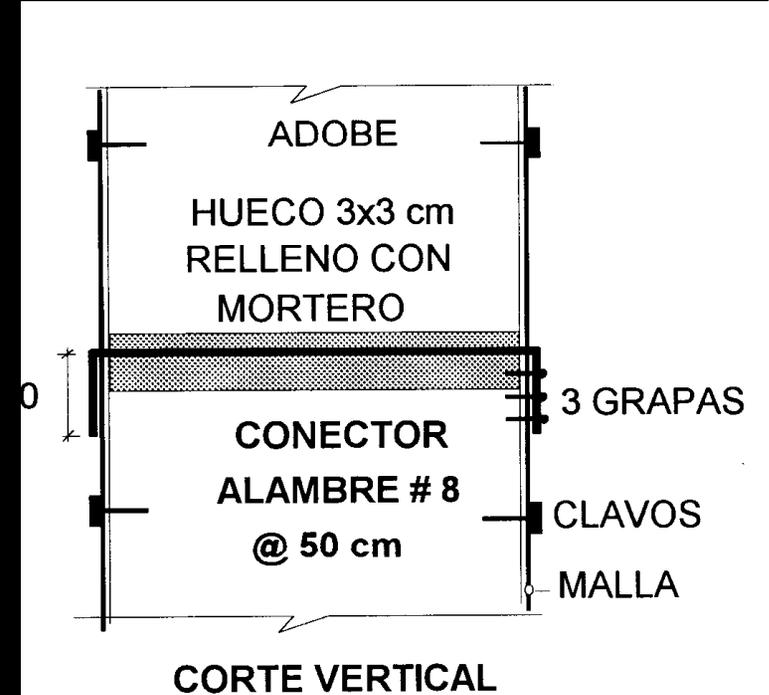
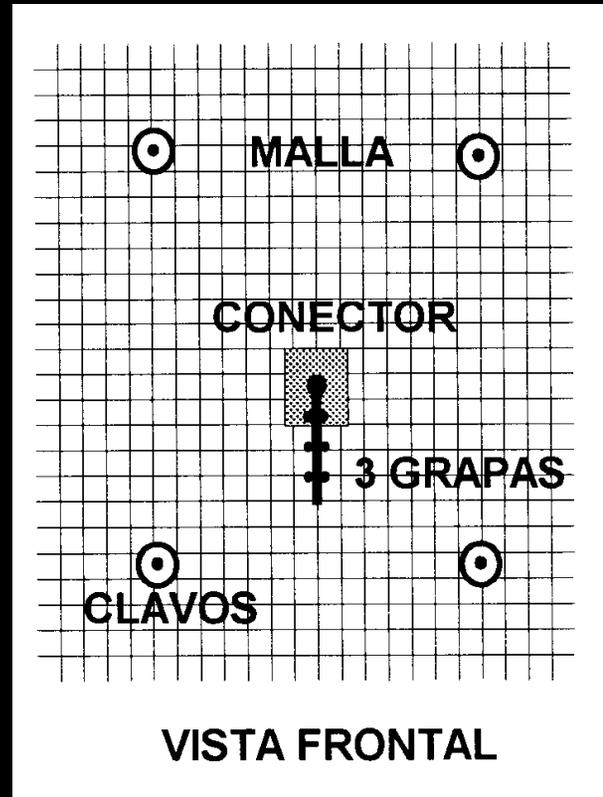
PASO 4

Instalar y clavar la malla. Engrapando los conectores.





Puede emplearse madera o lata en vez de la chapa



PASO 5

Pañetear y Tarrajear con mortero de arena fina 1:5. Previamente la pared se limpia y humedece.





ESPERAR QUE OCURRA EL TERREMOTO

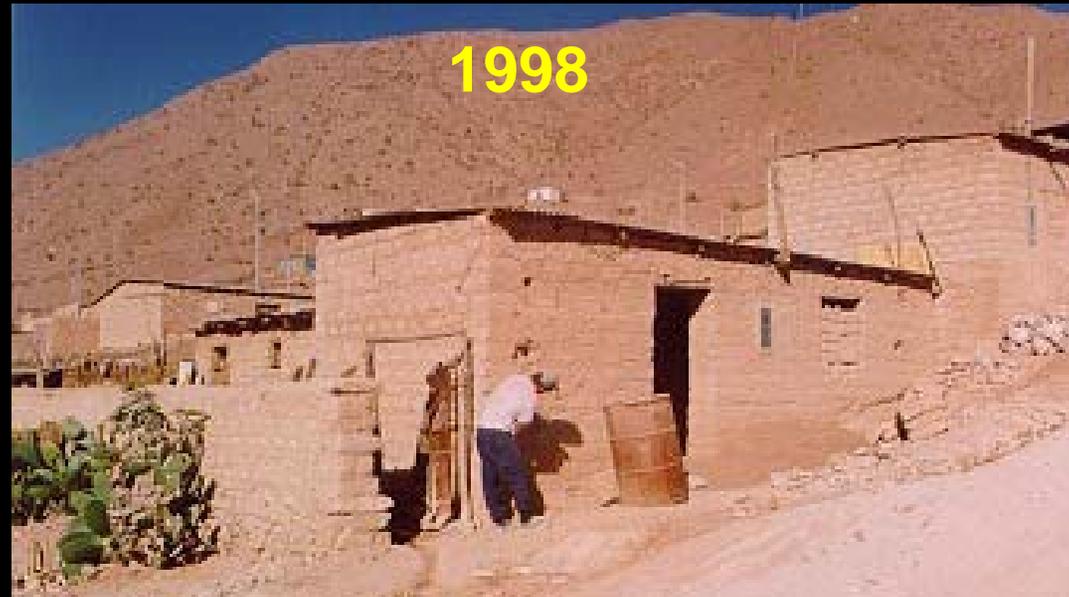
C. EVALUACIÓN POST SISMO



Cerro Baúl



Centro Poblado Menor Yacango, Moquegua



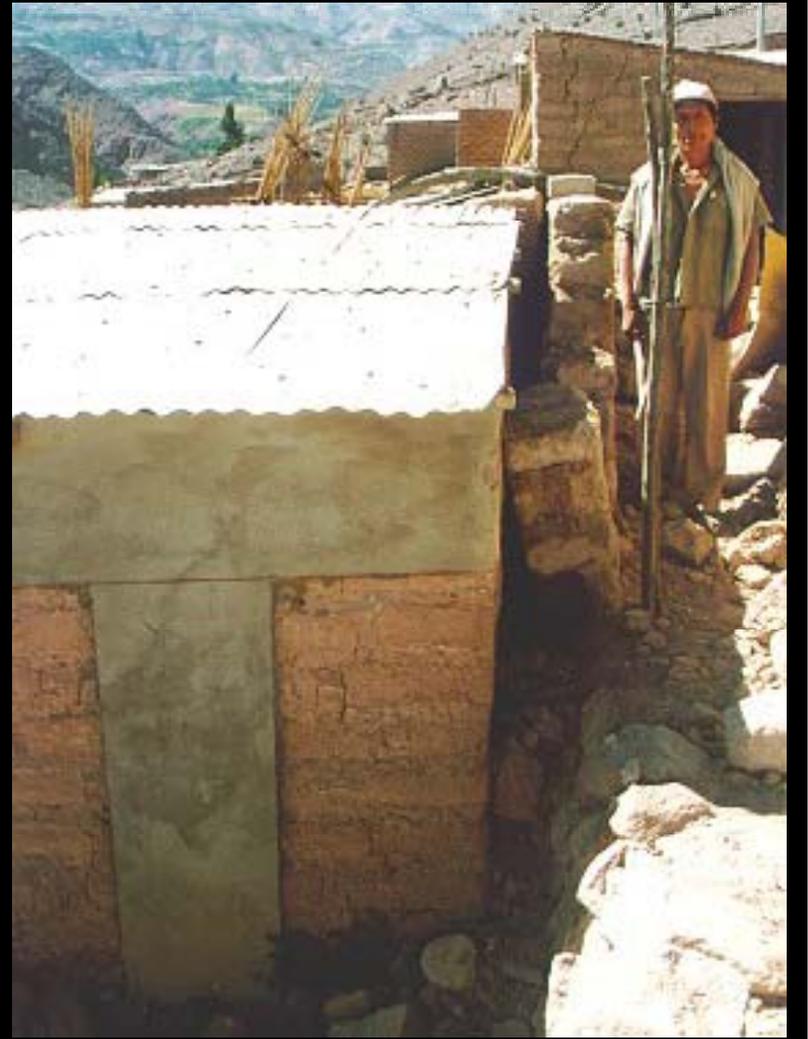


La malla no necesita conectarse a la cimentación ya que la deformada del muro es por corte:

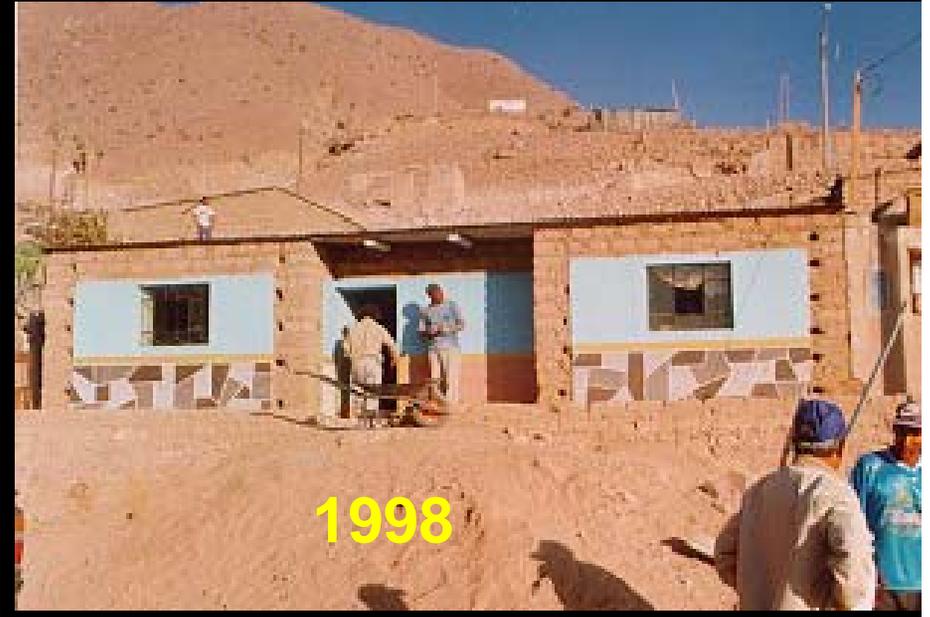


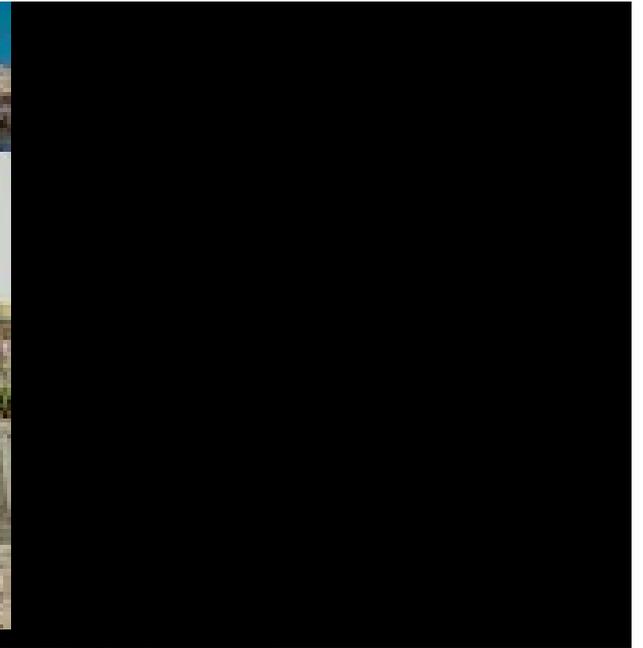
**Sismo del Sur
23 de junio del 2001
Yacango, Moquegua**





Centro Poblado Menor Yacango, Moquegua, 1998





2001

**Sismo del Sur
23 de junio del 2001
Yacango, Moquegua**

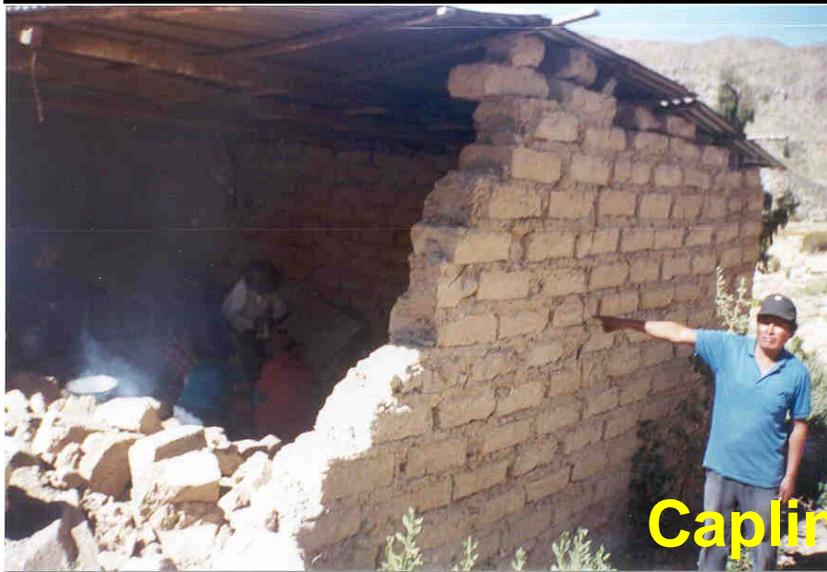




Estuquiña, Moquegua, 2001

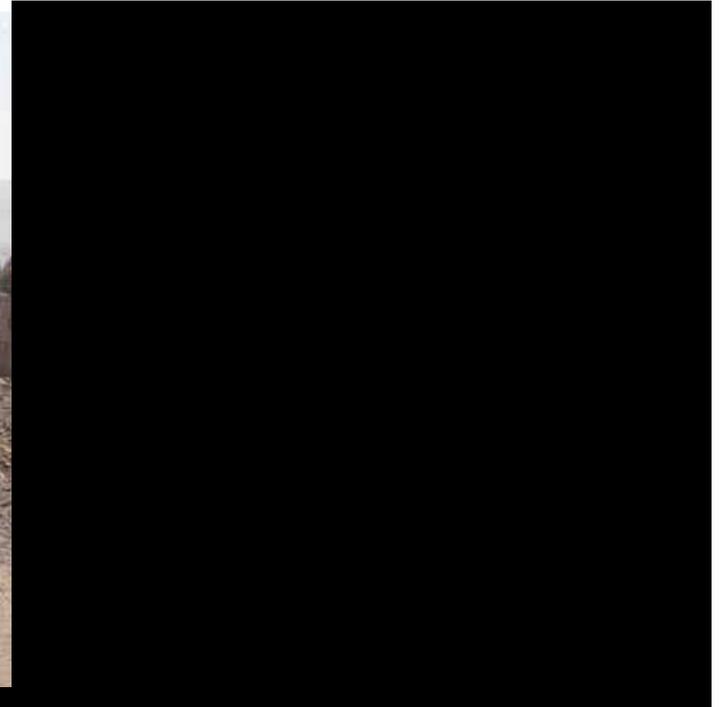


Sismo del Sur 23 de junio del 2001



Caplina, Tacna, 2001



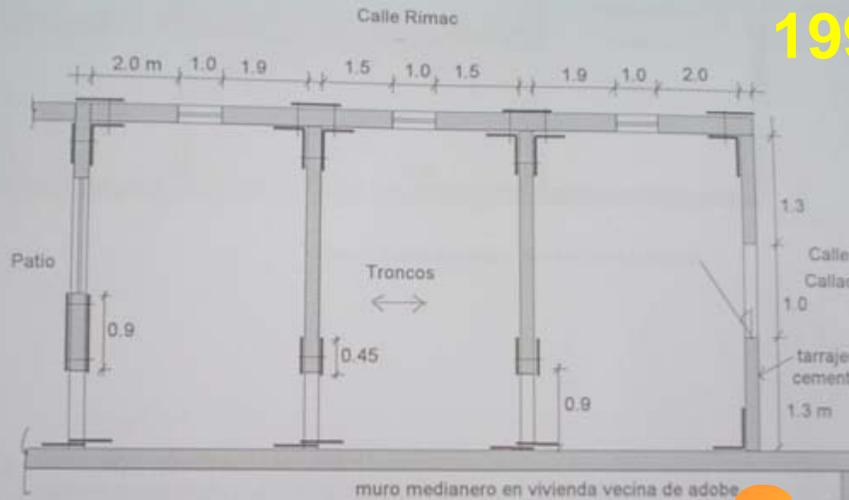


**Sismo del Sur
23 de junio del 2001
Arica**



SISMO DE PISCO DEL 15-08-2007

1998



2007



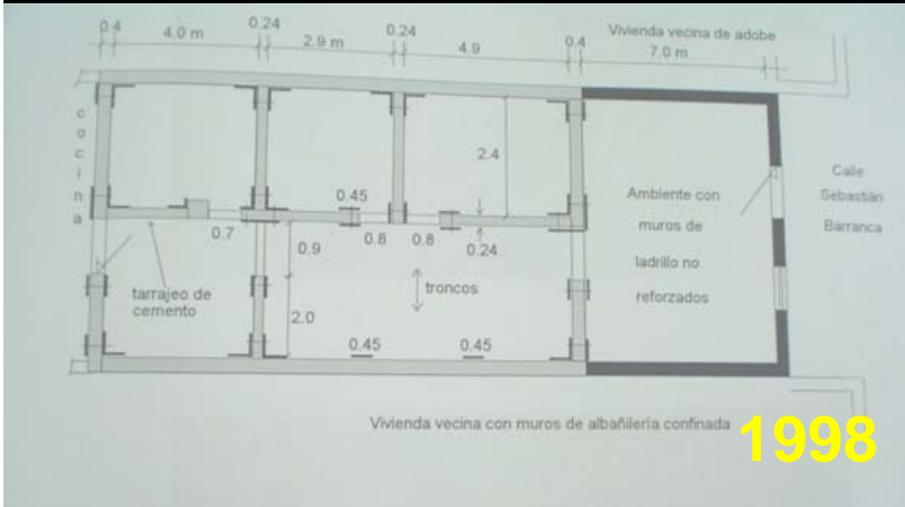
Guadalupe

2007

Este refuerzo no sirve para cercos



SISMO DE PISCO DEL 15-08-2007



Pachacútec 2007



SISMO DE PISCO DEL 15-08-2007



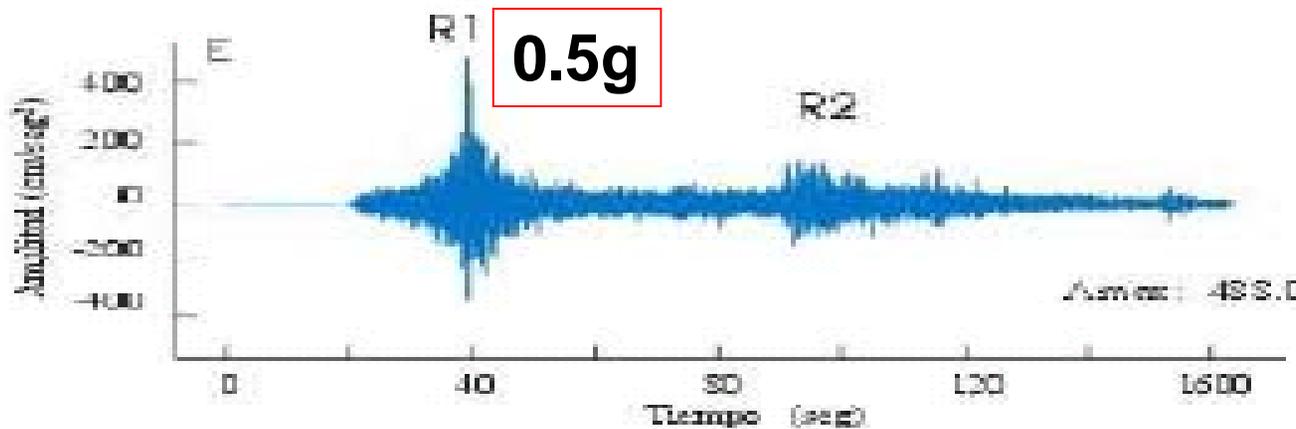
GUADALUPE, 2007



PACHACÚTEC, 2007



Adobe reforzado con malla, parcialmente tarrajada con fines demostrativos.



Soportó sin daños el sismo de Pisco. Allí se registró una aceleración máxima de 0.5g

**Refuerzo para
Viviendas Nuevas
de Adobe**



**Gaveras con fondo
para que la base
del adobe no sea
tan irregular →
menor grosor
de junta horizontal**

**Tamizado
de la
tierra**





**Mezcla con
paja y agua
formando
barro (dormido
de la tierra)**

Moldeado

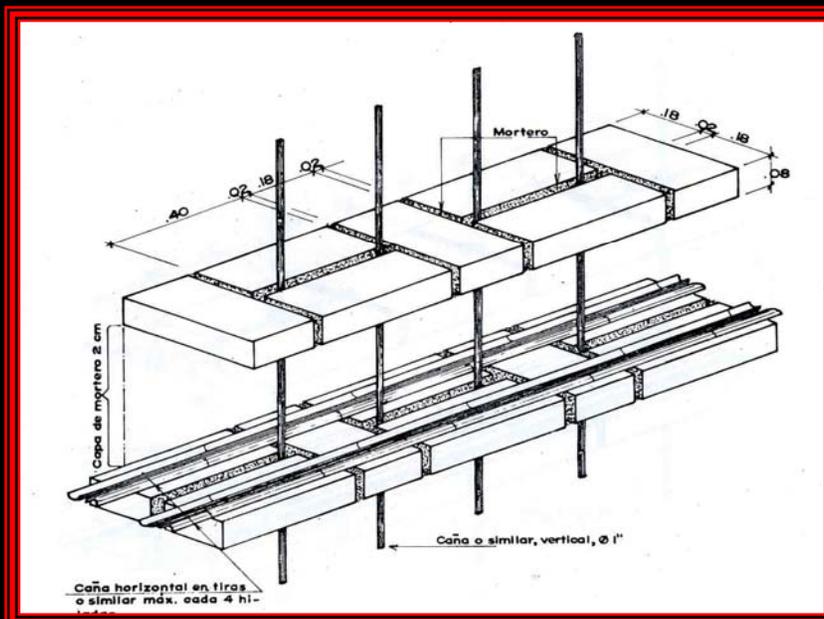


tendal

1. Norma E.080. Refuerzo con caña amarrado con paja rafia.



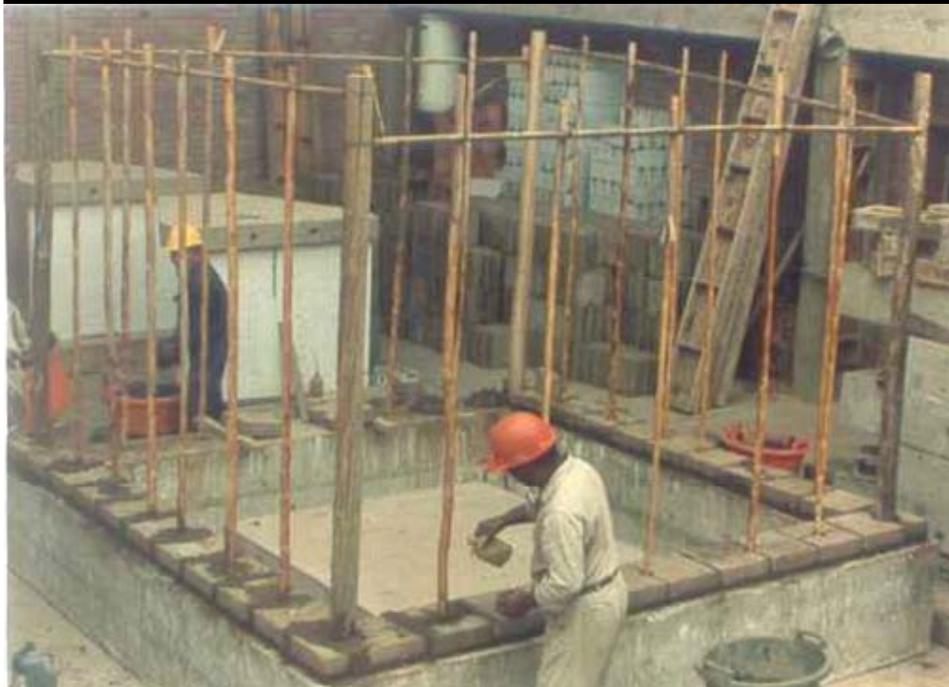
**Adobes
pequeños
especiales
y amarre
americano**



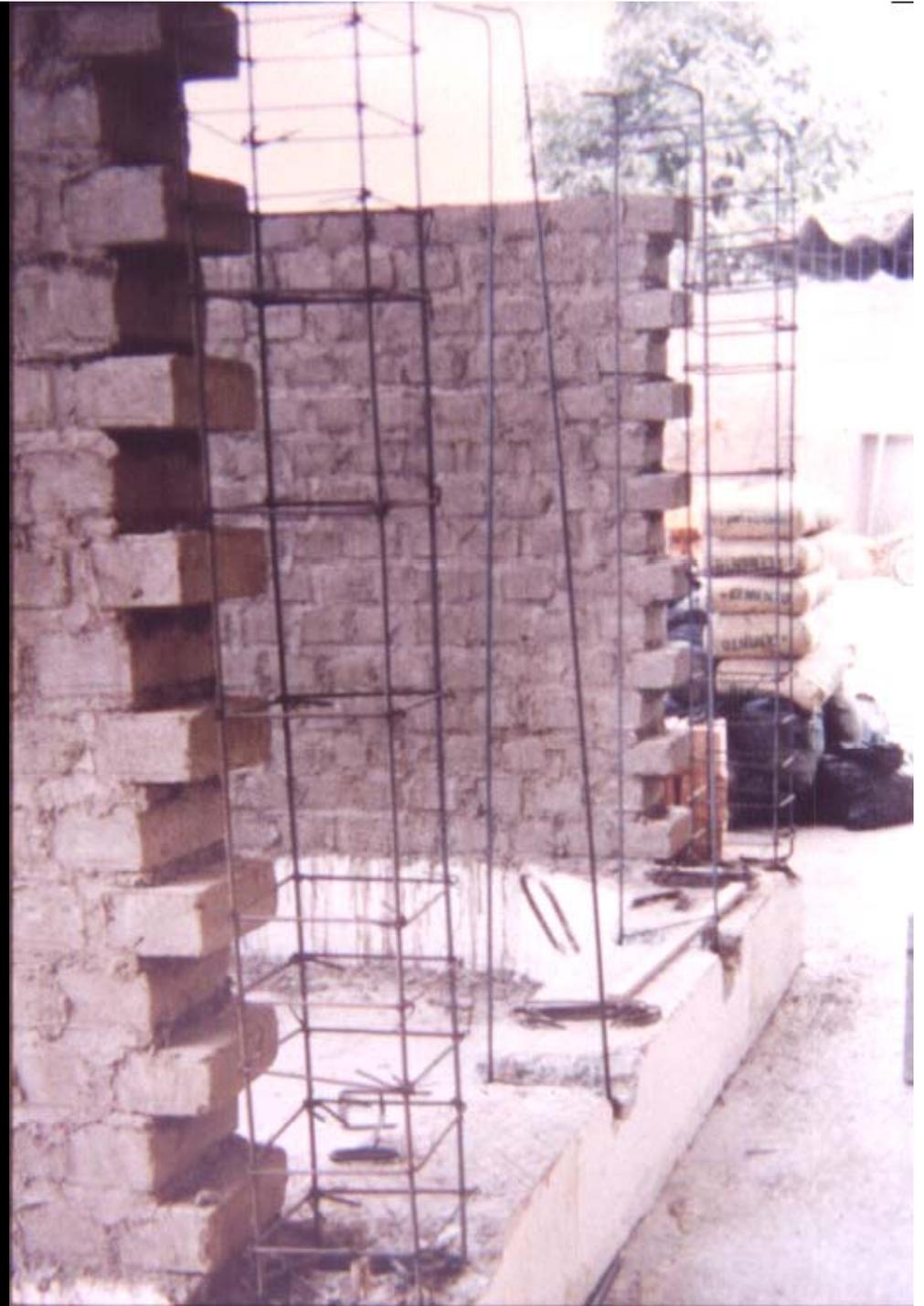
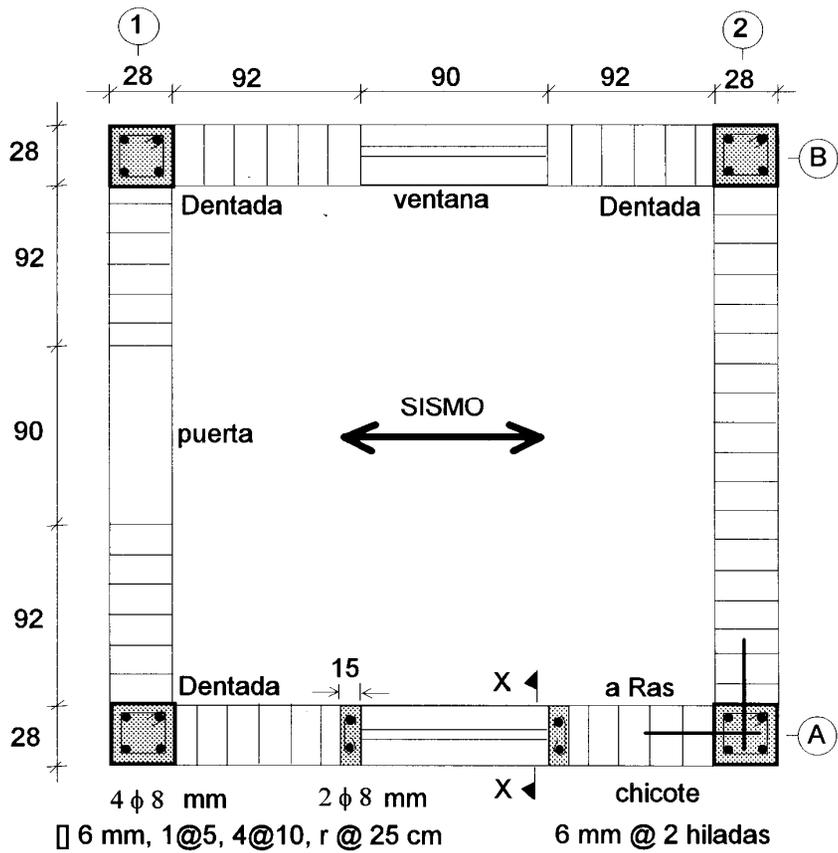


2. Troncos de eucalipto + Cañas en adobes con alvéolos

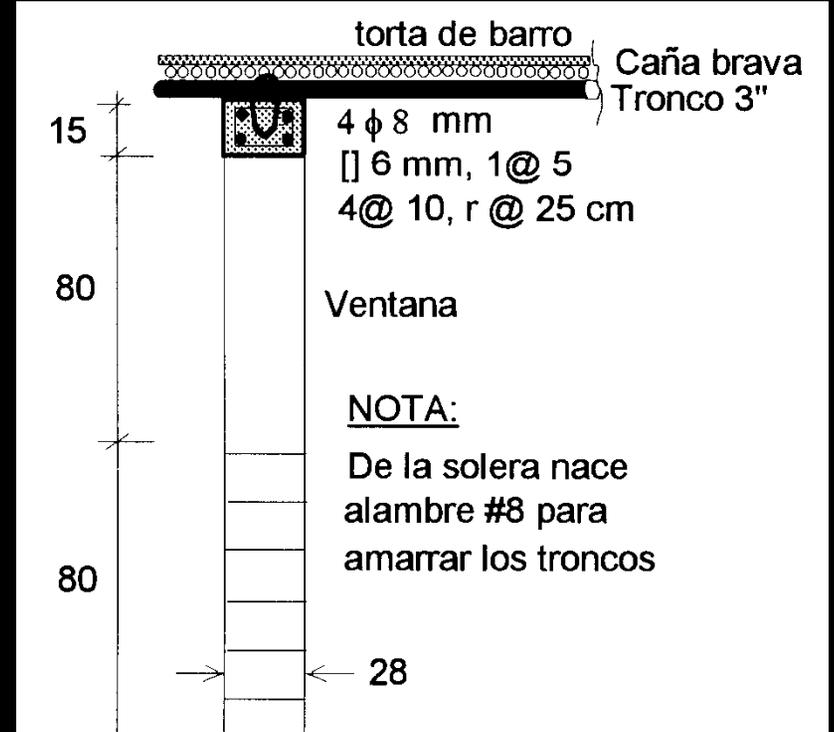
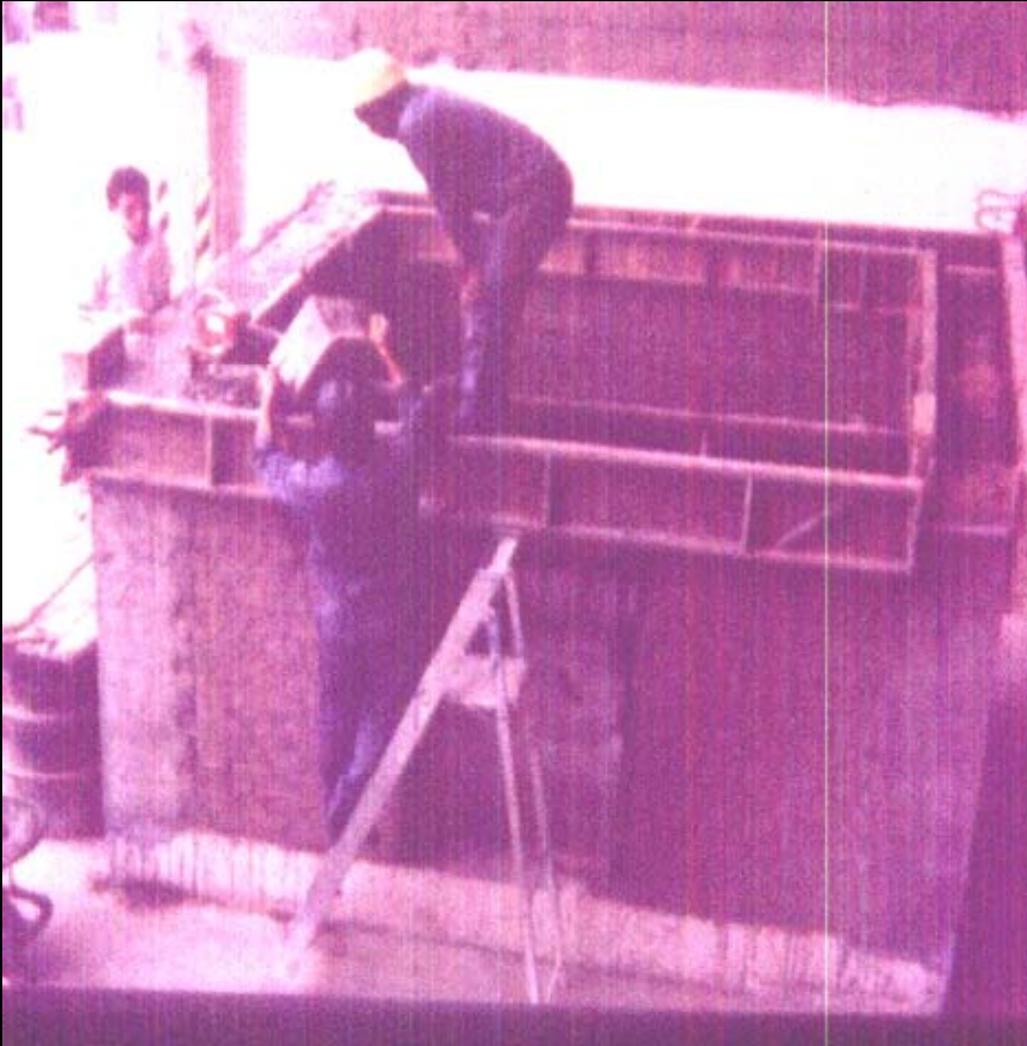
El ref. hor. es imprescindible

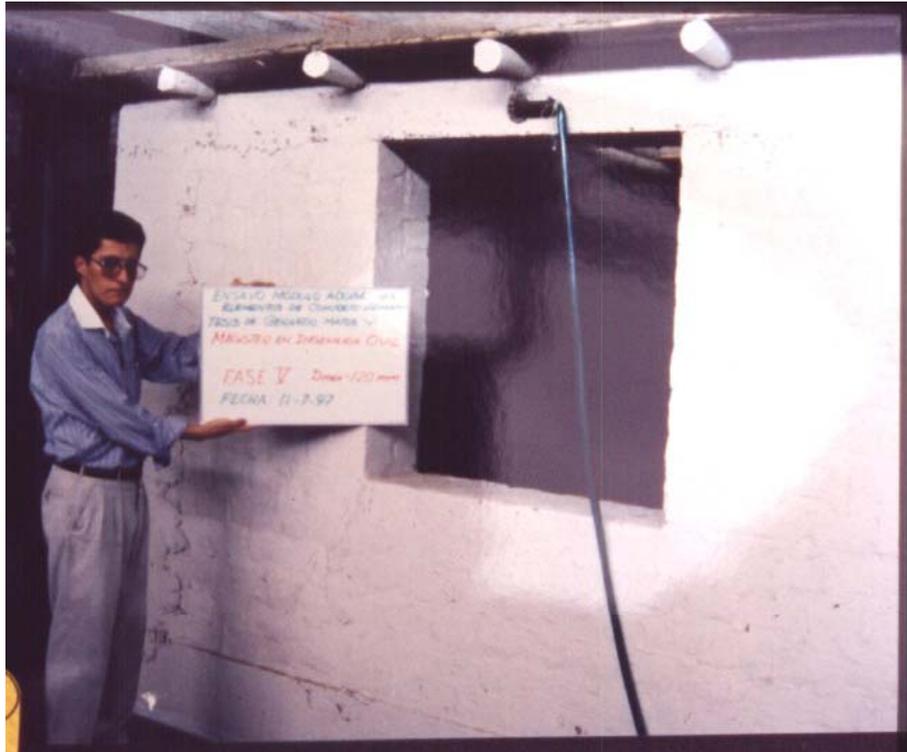


3. Confinamientos de concreto pobre y poco refuerzo

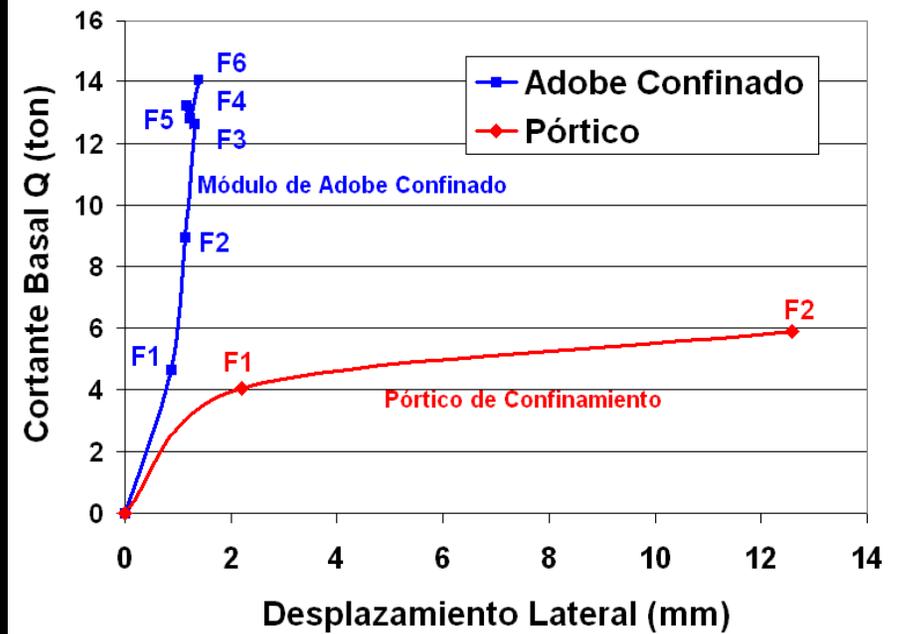


Vaciado de viga solera

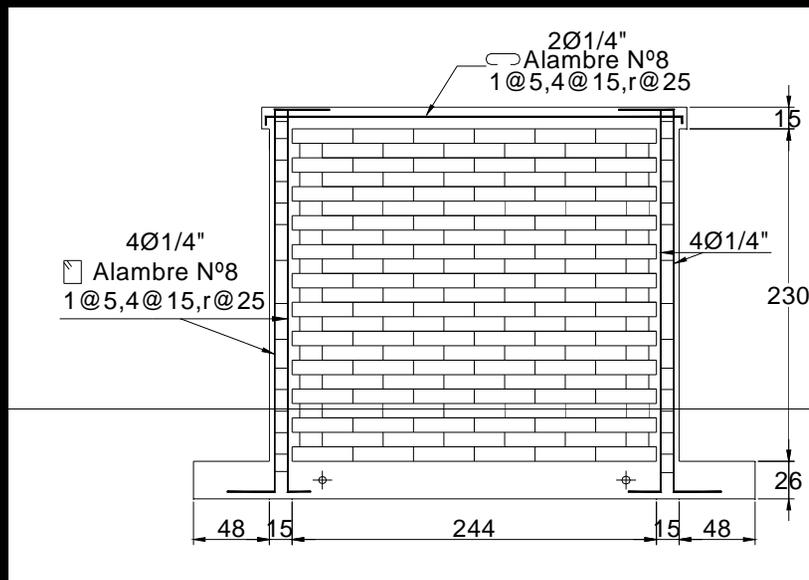


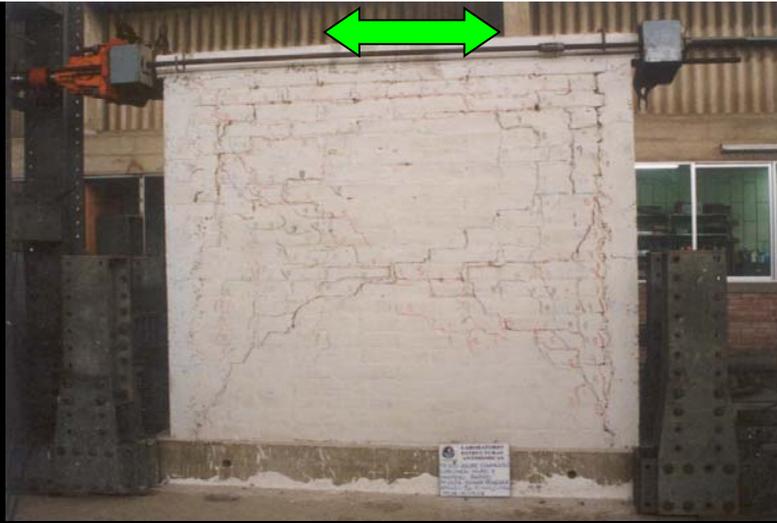


Comportamiento elástico ante sismo severo

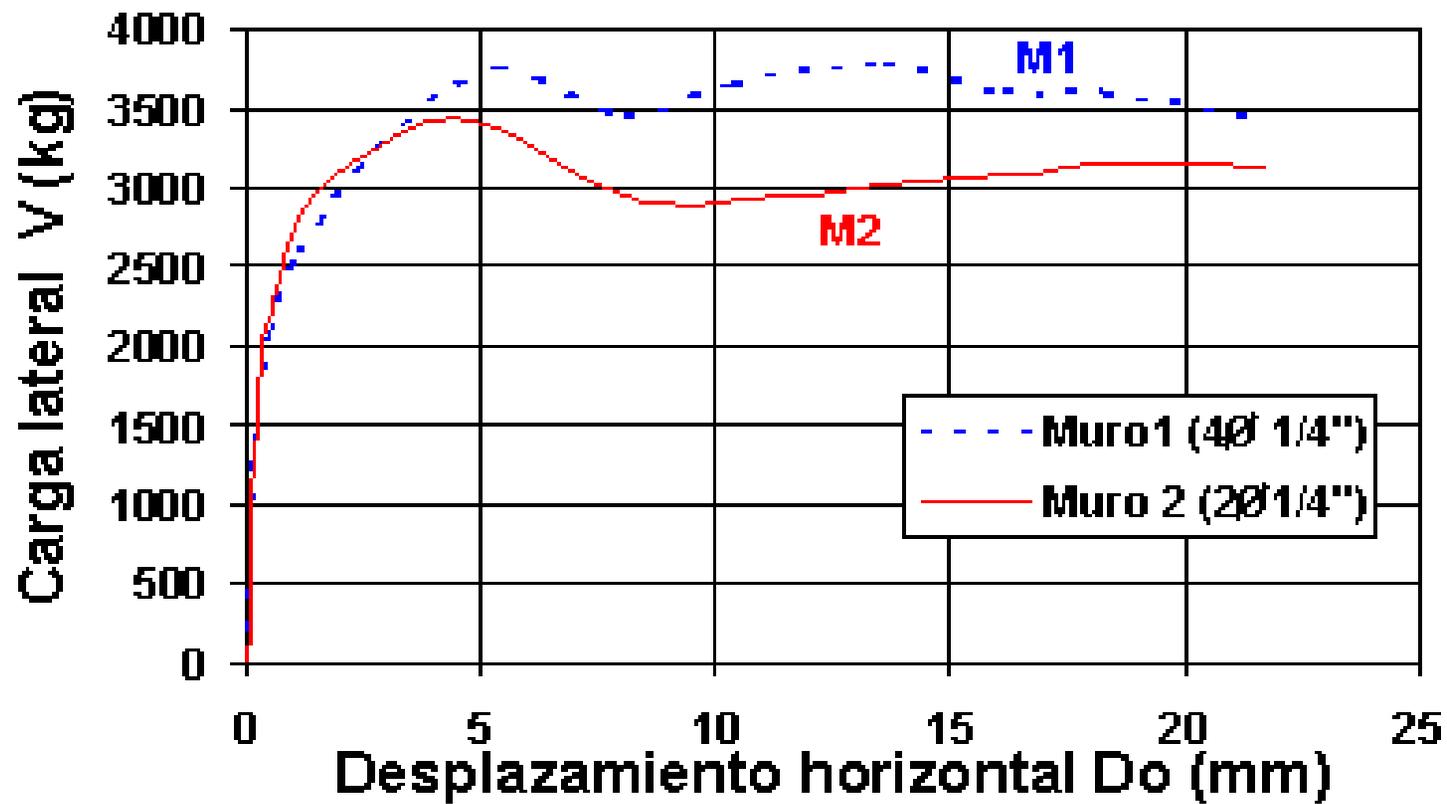
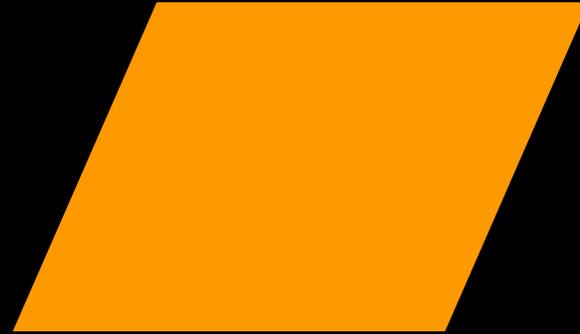


Efectos del Refuerzo Vertical





DEF. POR CORTE



Casas reales de adobe confinado



Morropón, Piura



4 ϕ 5/8"



Huancayo



aligerado



adobe no reforzado



Ometepec, México, 1995

El comportamiento del adobe confinado fue adecuado en viviendas de un piso



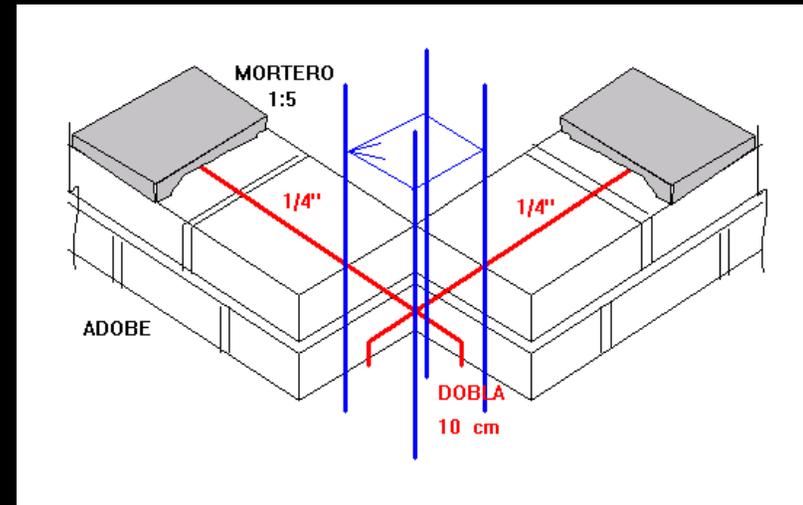
adobe confinado



Adobe Confinado – 2 pisos



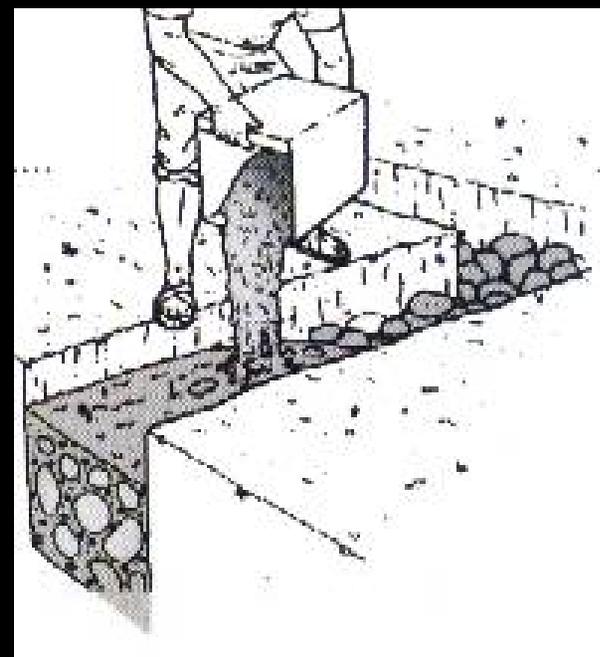
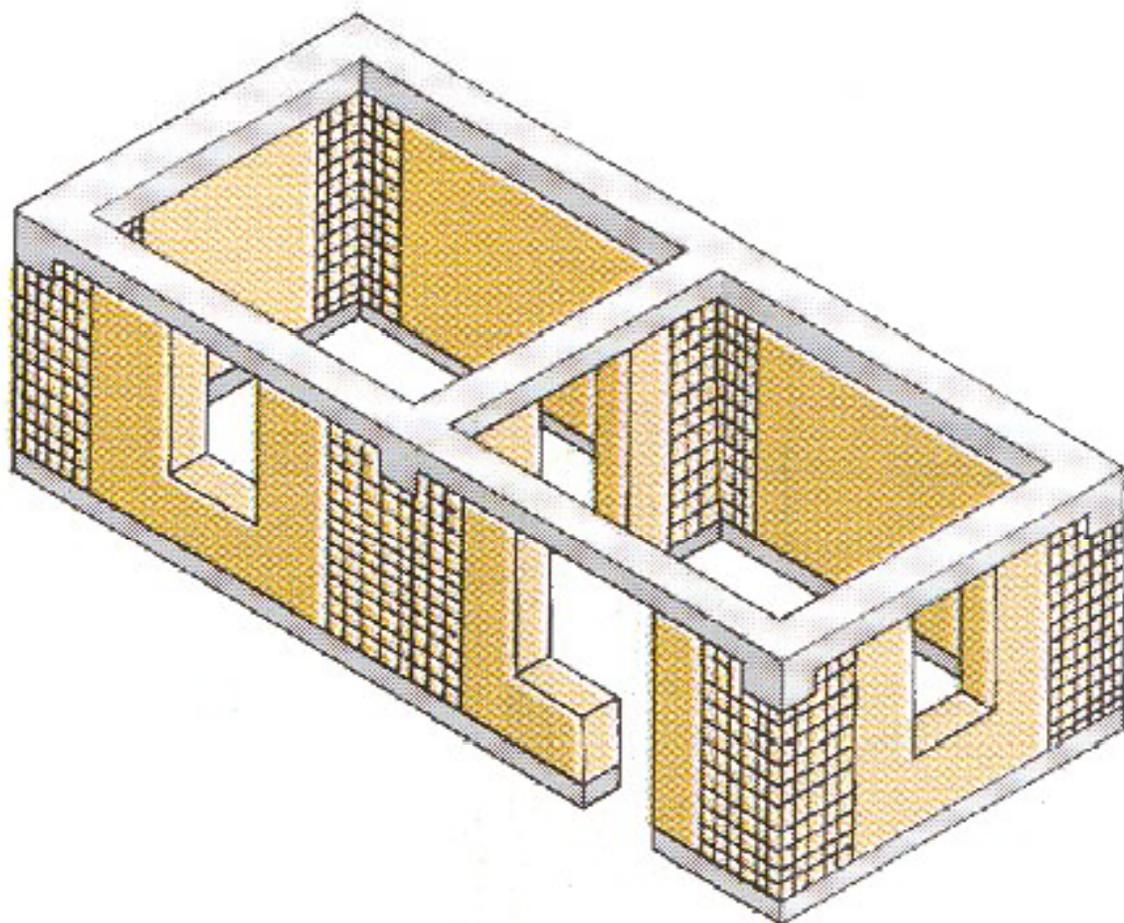
Sismo severo. Falla en forma de V → no bastan chicotes



Sismo muy severo. Los muros de corte funcionaron. Pero Debe emplearse refuerzo horizontal continuo para evitar la falla por flexión, amarrando al muro con las columnas.

Proyecto COPASA

En el 2002 se construyeron 400 viviendas de adobe reforzado en la zona alto-andina de Arequipa.



- Cimiento CC
- Solera de CA con dientes



humedecimiento

**Conector
en junta vert.
con mortero
de cemento**

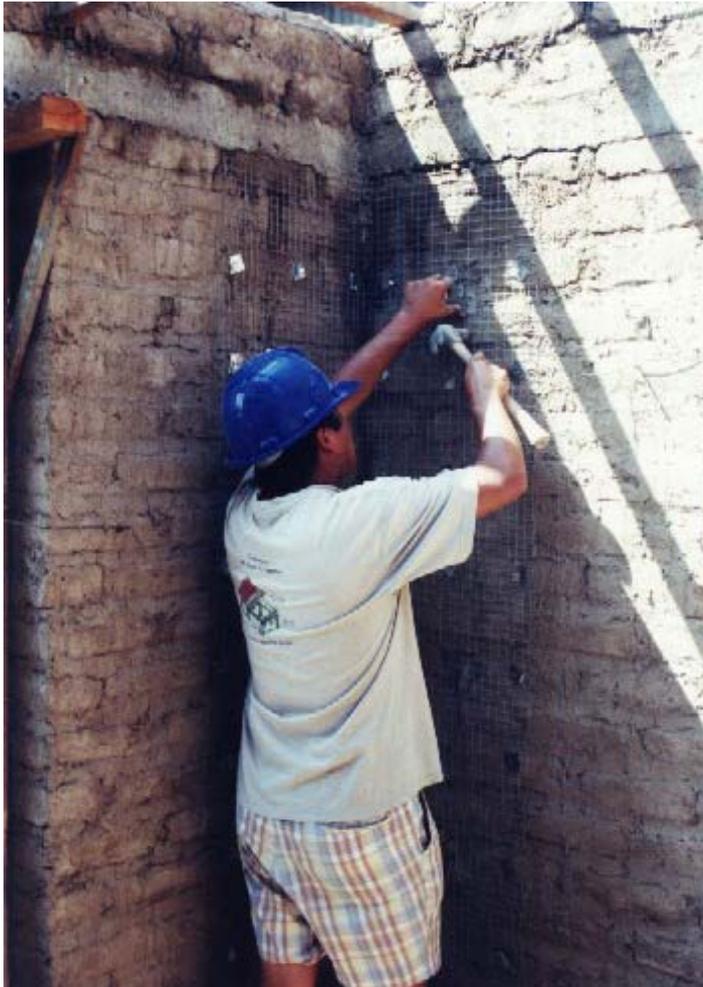


diente

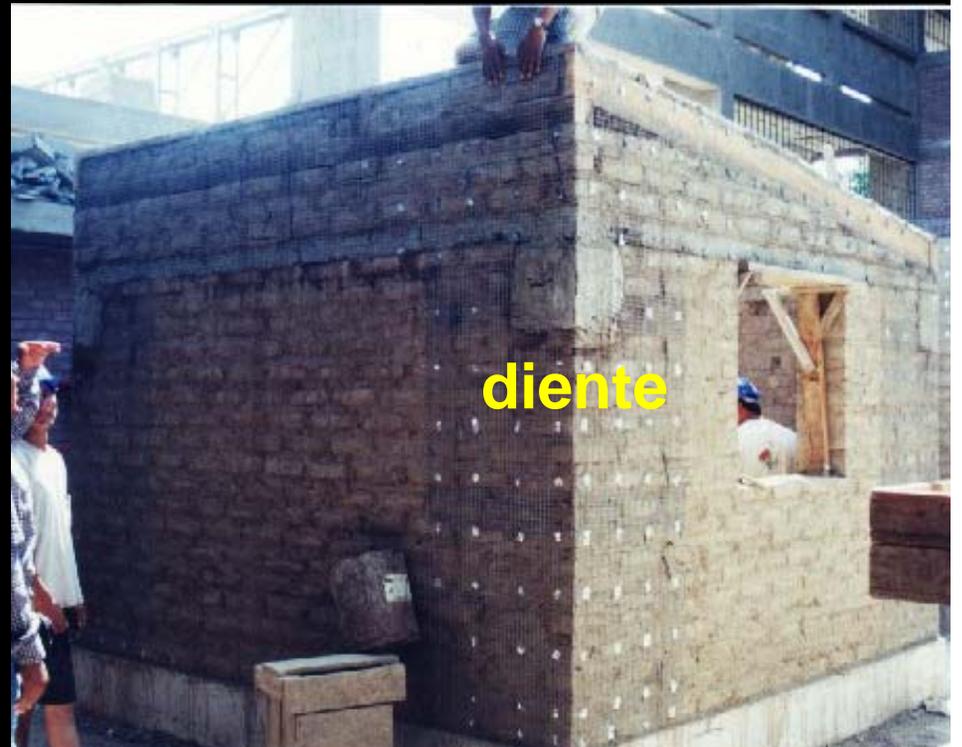
escantillón



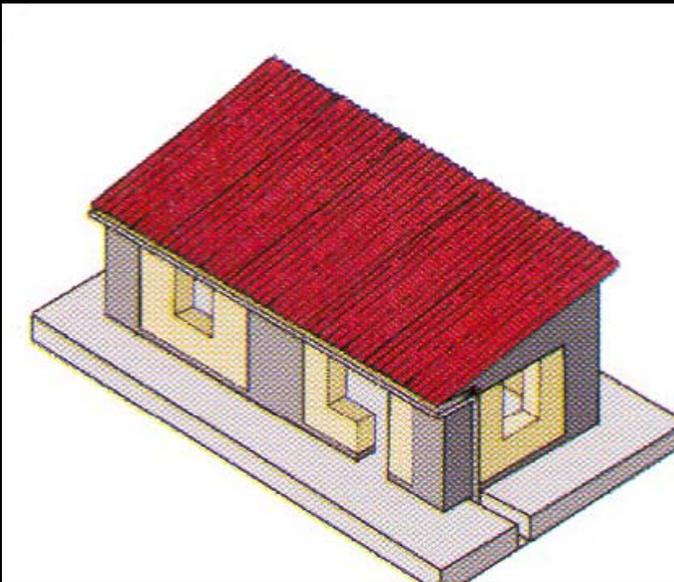
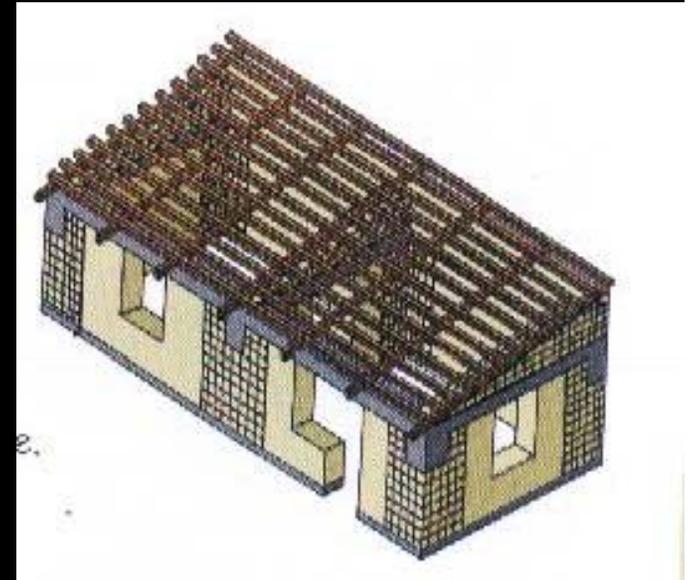
solera



instalación de malla



diente





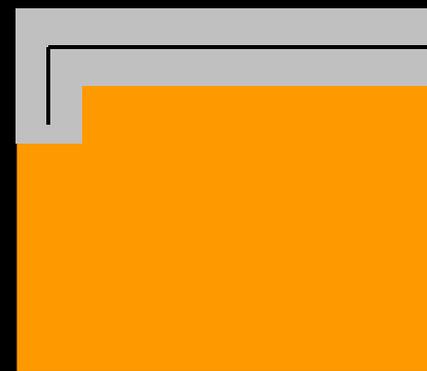
Los conductos para instalaciones no deben empotrarse en los muros

Sismo catastrófico



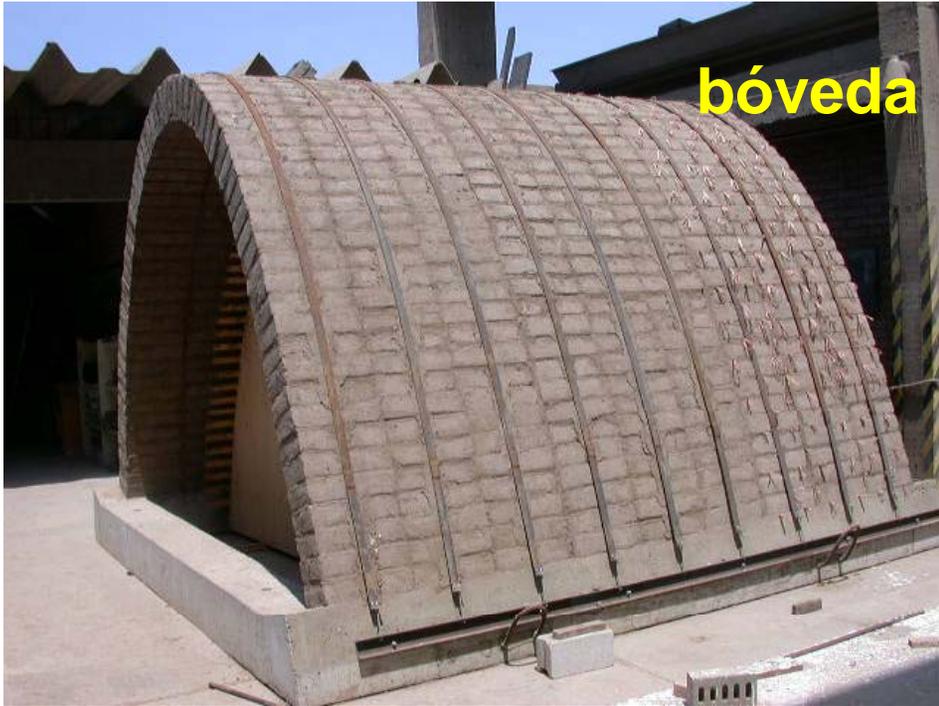
cizalle del diente

diente



solera

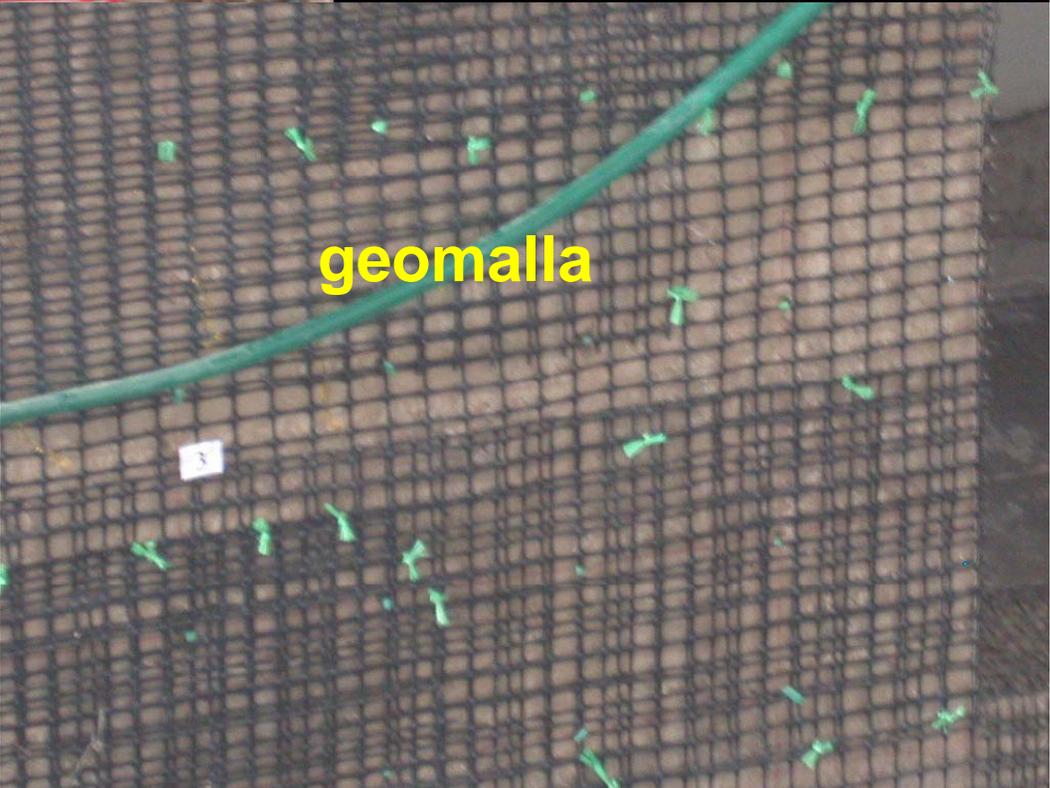
adobe



paja rafia



geomalla





Sistema de refuerzo español, cerchas de alambre soldado

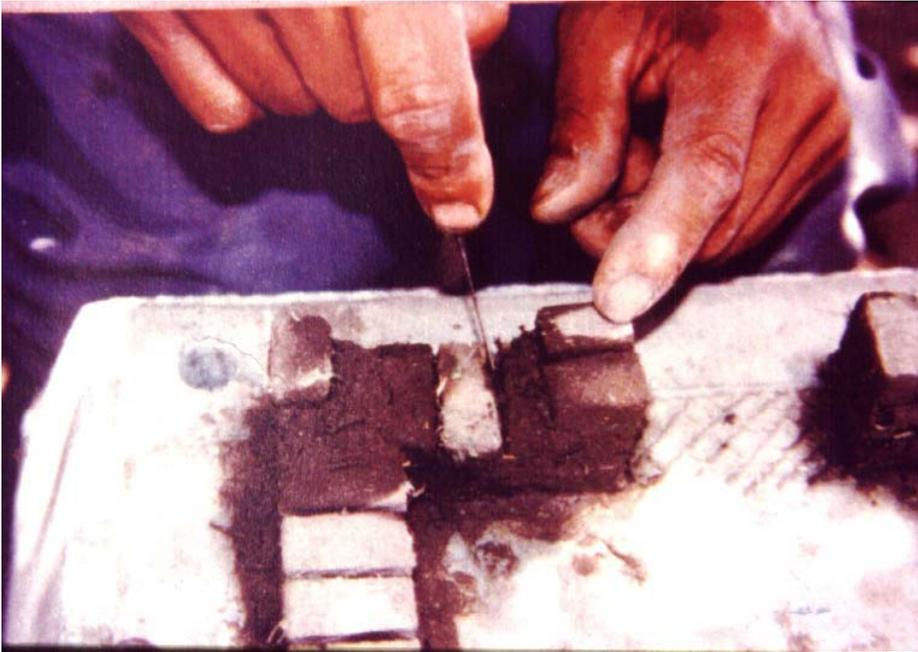




“Eco Truly”

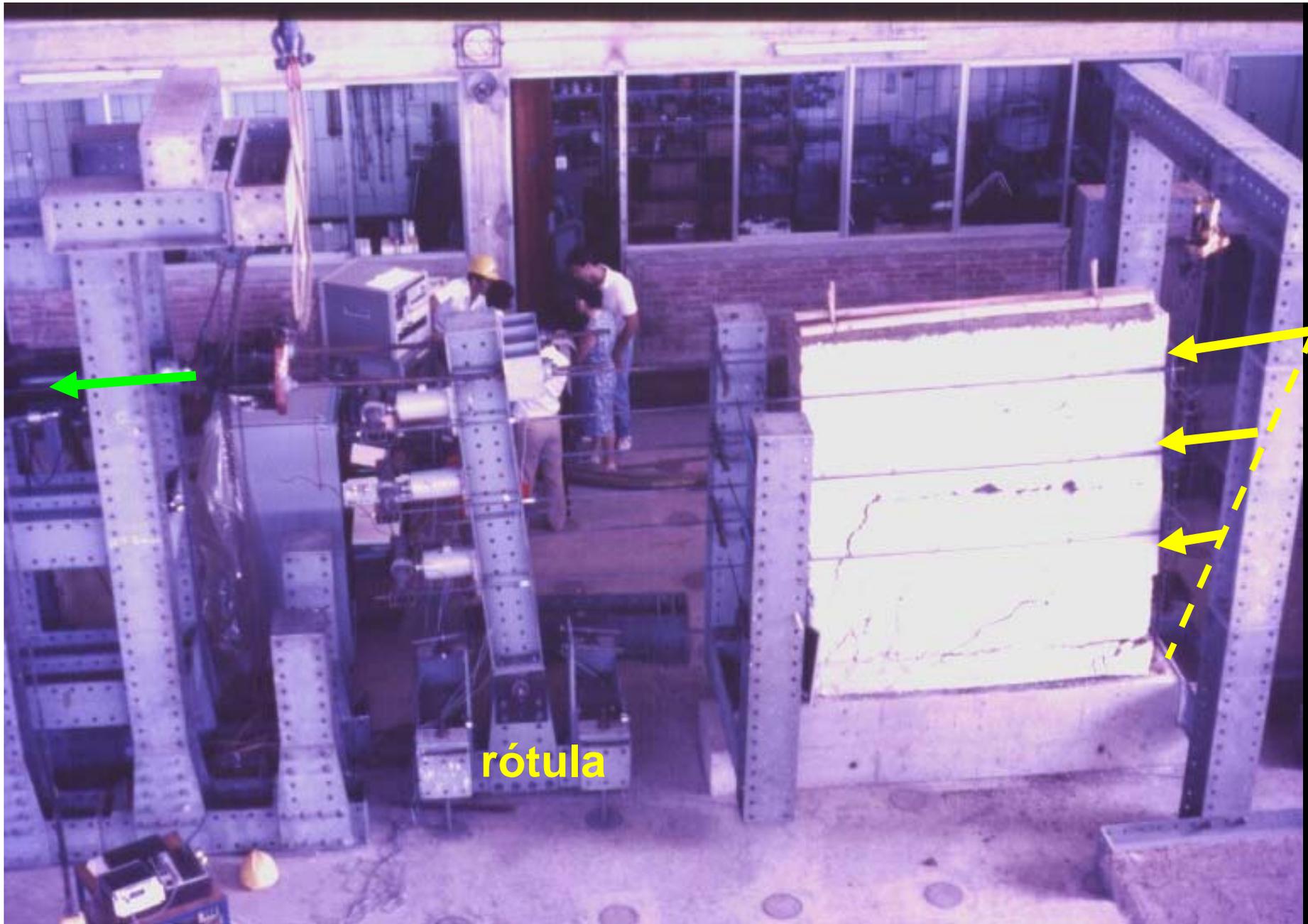
Chacra y Mar - Chancay





**Modelo a escala 1:10
ensayado a sismo
horizontal y vertical**





Técnica de Ensayo Estático en un Muro de Adobe o Tapial