

s mixtas
2001
16 17 JUN

Taller

Seminario

de construcción con tierra

16 17 18 19 de Junio en San

Organizaciones locales e internacionales



Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Participan como observadores CEPAL OEA y UNESCO, teniendo como objetivo principal el fomento de la cooperación entre grupos de investigación de Universidades, Centros de I+D y de empresas innovadoras.



Es un proyecto internacional y multi-cooperación técnica que enfoca la transferencia de la tecnología de la construcción con tierra a los sectores productivos y a las políticas sociales de los países iberoamericanos.



CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA LA CONSTRUCCION Y LA VIVIENDA CECOV-UTN



COORGANIZAN
 CATEDRA INTERDISCIPLINARIA DE LA VIVIENDA SOCIAL Y EL HABITADUR
 UNL-Facultad de Arquitectura Diseño
 UTN-Facultad Regional San Martín
 ESS-Escuela de Servicio Social

Espacios de intercambio

Difusión de los sistemas constructivos de tierra en su aplicación y producción en el contexto iberoamericano.

vivienda tecnología tierra monolíticos

SEMINARIO-TALLER DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

16 a 18 de junio de 2004 Santa Fe, Argentina

TÉCNICAS

- 1 – Identificación y selección de suelos
- 2 – Fajina – Técnica Mixta
- 3 – Paredes de painéis monolíticos de solo-cemento

IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE SUELOS

Instrutores: Rodolfo Rotondaro¹
Rafael Francisco Mellace²

INTRODUCCION

Para identificar y seleccionar un suelo con fines constructivos es necesario conocer sus características físico-mecánicas, que es un primer paso para elaborar criterios técnicos que permitan opinar sobre su aptitud para determinados usos y para posibles formas de estabilización.

Para ello se pueden realizar distintos ensayos, de laboratorio o de campo, o una combinación de ambos. Dado que en muchos casos no es posible contar con la asistencia de un laboratorio, se puede recurrir a los ensayos de campo.

Es conveniente recordar que los componentes sólidos que puede contener un suelo son los siguientes:

| Elemento del suelo | Diámetro de los granos (mm) | Características principales |
|--------------------|-----------------------------|--|
| Gravas | 20 a 2 | elemento inerte y resistente |
| Arenas | 2 a 0,06 | elemento inerte, sin cohesión |
| Limos | 0,06 a 0,002 | sin cohesión, disminuye la resistencia de la arena |
| arcillas | < 0,002 | posee fuerte cohesión, sin estabilidad volumétrica, expande en presencia del agua; presenta propiedades físicas y químicas bastante variadas según su origen |

Para saber qué cantidad de cada uno de estos componentes está presente en determinado suelo, y evaluar en forma aproximada el comportamiento del mismo al agregar agua, pueden realizarse pruebas y ensayos simples del modo que se describe a continuación.

SELECCIÓN DE UN SUELO

Los métodos conocidos como “ensayos de campo” son rápidos y fáciles de realizar; y permiten estimar, entre otros aspectos, las características del material, su composición, su capacidad de carga y su resistencia a la intemperie. Sus resultados son bastante confiables.

Para realizar los ensayos de campo es necesario una capacitación mínima; un poco de material; y un laboratorio de campo con elementos mínimos.

Ensayos:

Prueba de textura (prueba sensorial)

Mediante el tacto manual de una pequeña porción de suelo, se puede percibir la textura de las partículas contenidas en los suelos. Se toma un poco de tierra en la mano y con el dedo índice de la otra se trata de percibir la arena, el limo y la arcilla, según su rugosidad.

Es importante también realizar en forma simultánea, una detenida observación del suelo: al abrirlo y separarlo con las manos, la observación directa permite percibir los componentes del suelo - y en algunos casos la cantidad aproximada de cada componente- y tamaños de partículas.

1 – Arquitecto con maestría CEAA-terre. Investigador del CONICET atuando en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires y en el Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda de la Universidad Nacional de Tucumán. rotondar@escape.com.ar

2 – Arquitecto, profesor titular de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, director del Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda, director del Laboratorio de Materiales e Elementos de Edificio. rfmellace@arnet.com.ar

Este ensayo se interpreta del siguiente modo:

- ▶ Si se siente áspero y sin cohesión cuando se humedece: es arenoso
- ▶ Si se siente ligeramente áspero pero presenta cierta cohesión: es limoso
- ▶ Si se siente suave y liso; contiene terrones difíciles de triturar: es arcilloso

No requiere equipo.

Prueba de sedimentación

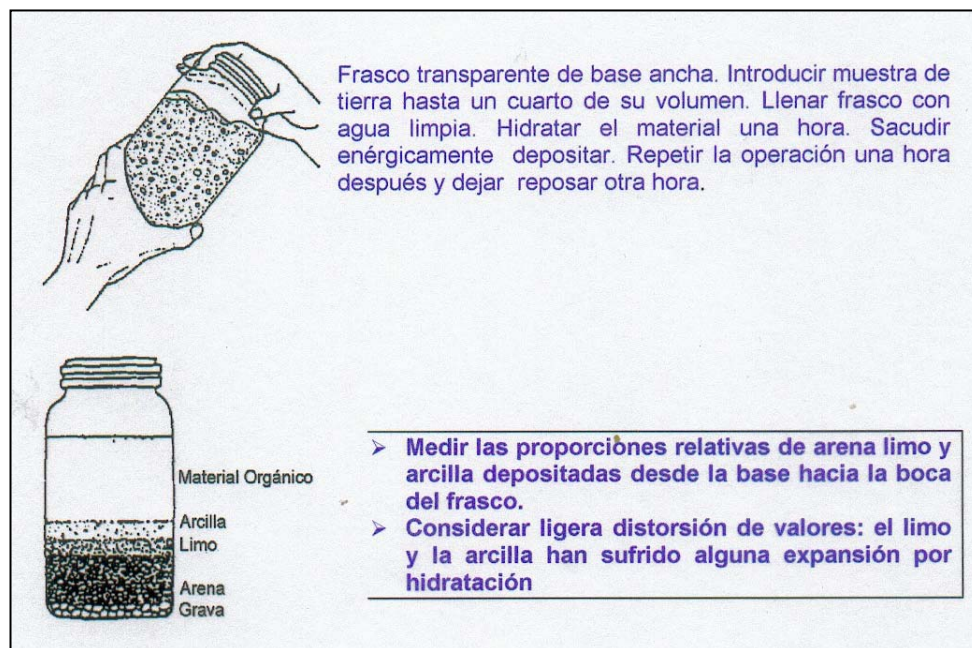
Mediante este ensayo se conocen de manera clara los componentes de un suelo mediante la decantación.

Se muele un poco de tierra y se la coloca en una botella o frasco transparente, agregándole agua en proporción de una parte de tierra y tres de agua. Se agita y se deja reposar hasta que el agua quede clara, no menos de una hora; pasado ese tiempo, se repite la operación.

Las arenas se decantan primero por ser las partículas más pesadas, luego los limos y por último las arcillas. Si el suelo contiene materia orgánica, ésta sobrenada en la superficie del agua.

Se mide la altura de cada capa y se determina su relación porcentual en relación a la altura total del suelo decantado. Es frecuente que no se pueda distinguir, en la franja superior de suelo fino, cuánto es limo y cuánto es arcilla.

Equipo: recipiente cilíndrico transparente, sal.

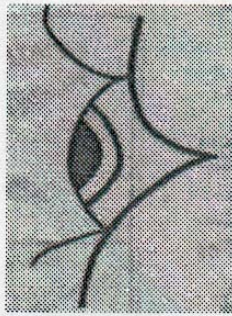


Prueba del color (prueba sensorial)

Mediante este ensayo se puede apreciar el tipo de suelo según el color observado. Se toma el material en estado seco y se observa su color:

- ▶ los colores claros y brillantes: son característicos de suelos inorgánicos
- ▶ los colores castaño oscuro, verde oliva o negro: son característicos de suelos orgánicos.

No requiere equipo.



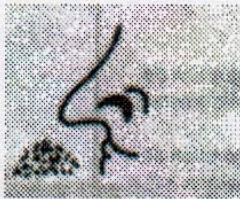
- **Colores claros y brillantes: tierra inorgánica (el tener la humedad acentúa los colores)**
- **Blancos y grises: contienen yesos o calcáreos (fácilmente erosionables)**
- **grises contienen limos y carbonatos de calcio (baja cohesión);**
- **rojas a castaño oscuro contienen óxido de hierro**
- **ocres y amarillas, hidratos de carbono.**

Prueba del olor (prueba sensorial)

Mediante este ensayo se busca identificar la presencia y cantidad de materia orgánica en un suelo.

Se toma un poco de material húmedo y se huele para saber si hay olor a moho característico de la materia orgánica. Si el material está seco hay que humedecerlo. Las partículas inorgánicas (minerales) no despiden olor.

No requiere equipo.



- **(olor mohoso o rancio que se vuelve más fuerte al humedecerse o calentarse) Los suelos que contienen materia orgánica deben desecharse**

Prueba del lavado de manos (prueba sensorial)

Mediante este ensayo se puede apreciar si el suelo contiene mayor o menor cantidad de arcilla, o si predominan los limos.

Se define mediante un lavado de manos después de haber manipulado la tierra húmeda, y se trata de percibir lo siguiente:

- ▶ -si las manos se sienten jabonosas y es difícil una rápida limpieza: se trata de arcillas
- ▶ -si las manos se enjuagan fácilmente: se trata de limos

No requiere equipo.



- **Arena: se lava con facilidad**
- **Limo : se lava con facilidad**
- **Arcilla: ofrece mayor dificultad**

Prueba de la mordedura (prueba sensorial)

Mediante este ensayo se puede apreciar la presencia de arena y limo, por medio del rechine del material entre los dientes.

Se aplasta un poco de material entre los dientes y se percibe lo siguiente:

- ▶ si no rechina: es suelo arcilloso
- ▶ si rechina ligeramente: es suelo limoso
- ▶ si rechina desagradablemente: es suelo arenoso

Es una prueba complementaria a la del lavado de manos.

No requiere equipo.

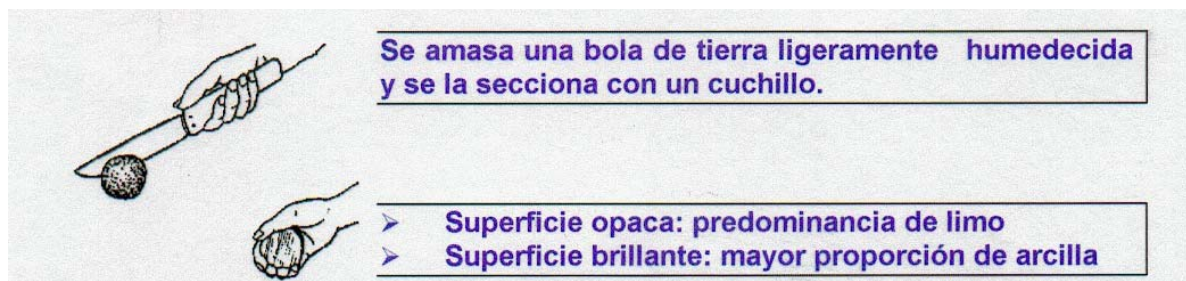
Prueba del brillo (prueba sensorial)

Mediante este ensayo se trata de observar la presencia de arcilla a través del brillo, aunque las arenas cuarzosas o con determinado contenido de mica tienen una apariencia brillante también.

Se toma un poco de material bien molido y se lo amasa con agua hasta formar una bola compacta del tamaño de la mano; se lo corta por la mitad para observar las superficies, tratando de determinar si:

- ▶ toda la superficie es brillante o hay mucho brillo: es arcilla
- ▶ las superficies presentan poco brillo: es limo
- ▶ las superficies son opacas: es arena

Equipo necesario: picota, espátula o cuchillo.



Prueba de adherencia (prueba sensorial)

Mediante este ensayo se puede apreciar la mayor o menor adherencia de suelo en un elemento cortante (espátula o cuchillo). Puede realizarse con la muestra de la prueba de brillo.

Si la muestra no presenta dificultad al cortar, es un suelo arenoso.

Si la muestra presenta dificultad al cortar, es un suelo arcilloso.

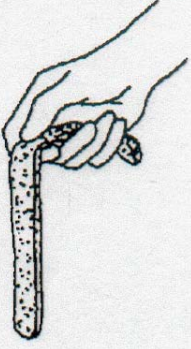
Prueba de cohesión (prueba sensorial)

Mediante este ensayo se puede percibir la presencia y cantidad de arcilla en un suelo, adicionando una determinada cantidad de agua.

Se amasa material molido con agua, y sobre una superficie lisa se fabrica un cilindro de 20 cm de largo. Se coloca en la palma de la mano y se lo va aplastando y corriendo hacia fuera con el pulgar, hasta unos 6 mm de espesor, y se va observando lo siguiente:

- ▶ -si rompe a una longitud mayor de 15 cm: es suelo arcilloso
- ▶ -si rompe entre 5 y 15 cm: es suelo adecuado para fabricar adobe tradicional
- ▶ -si rompe antes de 5 cm: es suelo arenoso.

Equipo: cinta métrica.

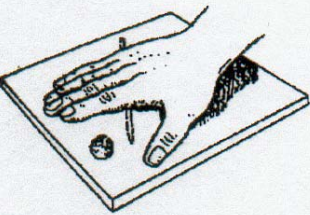


Formar cilindro de 12 a 15 mm. espesor.
Aplanar progresivamente formando una cinta de 3 a 6 mm. espesor, procurando que se alargue tanto como sea posible:

- Una cinta larga de 25 a 30 cm., significa un alto contenido de arcilla.
- Una cinta corta de 5 a 10 cm., significa bajo contenido de arcilla.
- Si no se puede formar la cinta, significa un contenido de arcilla despreciable.

Prueba de consistencia (prueba sensorial).

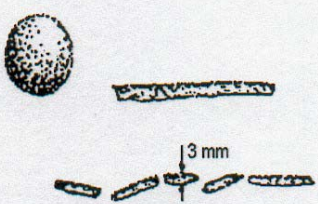
Mediante este ensayo se pueden apreciar la presencia y cantidad de arcilla, limo, arena y materia orgánica en un suelo, agregando agua. Se trata de percibir también la plasticidad del suelo, limitando la cantidad de agua agregada.



Formar bola de tierra fina, de 2 a 3 cm. diámetro

- Cilindro rompe antes de alcanzar un diámetro de 3 mm: muestra es muy seca; se repite el proceso con más agua.
- Cilindro rompe exactamente 3 mm. de diámetro: humedad óptima.

El cilindro roto se rehace nuevamente en una bola y se aprieta entre el pulgar y el índice.



➤ Dura de triturar, no se agrieta ni se desmenuza: alto contenido de arcilla.

➤ Se fisura y desmenuza: un bajo contenido de arcilla.

➤ Se rompe antes de formar una bola: alto contenido de limo o arena.

➤ Al tacto se siente esponjoso y suave: tierra orgánica.

Prueba de exudación.

Mediante este ensayo se puede percibir la cantidad de arcilla y de los otros componentes sólidos del suelo.

Se forma una bola de suelo fino, de unos 5 cm de diámetro, incorporando agua para poder moldearla. Se la coloca en la palma de una mano y se la golpea con el canto de la otra mano para hacer fluir el agua, observando:

- ▶ el agua aflora luego de 5 a 6 golpes: es un suelo arenoso fino o limoso.
- ▶ el agua aflora luego de 20 a 30 golpes y al comprimir la tierra no se agrieta ni desmorona: suelo limoso ligeramente plástico o arcillo-limoso.
- ▶ casi no hay afloramiento de agua, la tierra se presenta brillante, la reacción es muy lenta o nula: es un suelo arcilloso.

Laboratorio de campo.

Puede organizarse con elementos simples y económicos, tales como los siguientes:

- un martillo o una picota
- Una zaranda o tamiz de malla fina (0,42 mm) ó malla de mosquitero
- Una cuchara de albañil
- Una botella con tapa
- Dos recipientes cilíndricos transparentes de base plana frasco
- Una bandeja (para hacer mezclas de tierra)
- Una espátula o un cuchillo
- Trapos, esponja
- Cinta métrica

BIBLIOGRAFÍA

- * CAPUTO, Homero Pinto. (1978). **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. v.1, 242p.
- * CEPED - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento. THABA (1984). **Manual de construção com solo-cimento**. 3 ed.atual. São Paulo: CEPED/ BNH/ URBIS/ CONDER/ PMC/OEA/ CEBRACE/ ABCP.
- * CTA (Centro de Tecnología Apropriada).1992.**Uso de la tierra y materiales alternativos en la construcción**.CTA-Fac. Cs. Tecnol. Univ.Cat.Asunción,Paraguay.
- * CONESCAL 59-60.1982.**Tecnología de construcción de tierra sin cocer**.México.
- * CRATerre. (1979) **Construire em terre**. Paris: CRATerre.
- * CRATerre, DOAT, P., HAYS, A., HOUBEN, H., MATUK, S., VITOUX, F. 1991.**Building with Earth**. New Delhi, India: The mud village society,
- * FARIA, Obede Borges. (2002). **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo no reservatório de Salto Grande**. São Carlos, 200p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- * KEABLE, Julian. (1996). **Rammed Earth Structures: a code of practice**. London: Intermediate Technology Publications,
- * HOUBEN,H.;GUILLAUD,H.1984.**Earth construction primer**. CRATerre / UNCHS-PCD-CRA-AGCD. Brussels, Belgium.
- *ININVI-Inst.Nac.Invest.Normal.Viv.1985.**Norma E-080 Adobe**. Lima.Perú.
- *INSTITUTO EDUARDO TORROJA.1987.Monografía 385-386.**La tierra material de construcción**.Madrid,España.
- *MELLACE,R.;ROTONDARO,R.1996.**Ensayos de suelos – Proyecto de componentes constructivos de tierra cruda.Etapa I: Región NOA-Altiplano de Jujuy,Argentina**.Public.LEME-FAU UNT.PID CONICET 0318/92. Tucumán.
- *ROTONDARO,R.;KIRSCHBAUM,C.F.1993.**Innovaciones tecnológicas en cubiertas de tierra del altiplano**.Ficha 5, INBIAL UNJu-CITAR.SS de Jujuy.
- *ROTONDARO,R.;MELLACE,R.F.;LATINA,S.M.;ARIAS,L.;ALDERETE,C.E.;SOSA,M. 2000. **Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda.Tucumán, Argentina.Etapa I:Diseño y ensayos previos**. Public.LEME,FAU UNT. Tucumán.

IDENTIFICACION DE LA TIERRA

| | |
|----------------------|--|
| Nombre de la muestra | |
| Ubicación | |
| Operador | |
| Fecha de extracción | |
| Fecha de ejecución | |
| Observaciones | |

PRUEBAS PRELIMINARES

| examen/prueba | interpretación |
|----------------------|-----------------------|
| Visual | |
| Color | |
| Tacto/textura | |
| Sedimentación | |
| Olor | |
| Lavado de manos | |
| Mordedura | |
| Brillo y adherencia | |
| Cohesión | |
| Consistencia | |
| Exudación | |

Conclusiones:

FAJINA (TÉCNICA MIXTA)

Instrutor: Arq. Rosario Etchebarne

1 – ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Las características de varios tipos de suelos pueden mejorarse con el agregado de estabilizadores.

Se usan más de un centenar de productos que estabilizan los suelos y tierras de construcción, los que pueden aplicarse en el volumen de los muros de tierra o como una protección superficial.

Los métodos de estabilización más conocidos y prácticos son:

- ▶ aumentar la densidad del suelo por compactación
- ▶ reforzar el suelo con fibras
- ▶ agregar cemento, cal y alquitrán

Definición:

La estabilización de un suelo implica modificar las propiedades del sistema suelo – agua – aire para obtener propiedades perdurables compatibles con una aplicación específica.

Objetivos:

Los principales objetivos son:

- ▶ lograr mejores características mecánicas: mejorar la resistencia a la compresión seca y húmeda, la resistencia a la tracción y la resistencia de corte;
- ▶ lograr mejor cohesión;
- ▶ reducir la porosidad y los cambios en volumen: la contracción e hinchamiento debido a la presencia de agua;
- ▶ mejorar la resistencia a la erosión eólica y pluvial.

Procedimientos:

Existen tres procedimientos básicos:

Estabilización mecánica: la compactación del suelo produce cambios en su densidad, resistencia mecánica, capacidad de compresión, permeabilidad, y porosidad.

Estabilización física: actuando sobre la textura del suelo, por ejemplo con la mezcla controlada de distintas fracciones granulares. Otras técnicas implican un tratamiento térmico, secado o congelación, tratamientos eléctricos y electro-osmosis para mejorar las aptitudes de drenaje del suelo y aportar nuevas calidades estructurales.

Estabilización química: se agregan materiales o productos químicos produciendo una reacción fisicoquímica entre los granos y los materiales o el producto agregado, o creando una matriz que adhiera o recubra los granos.

Esto lleva a la formación de un material nuevo.

Cuándo estabilizar?

No es obligatorio hacerlo, se lo puede obviar. Se lo debe hacer cuando sea absolutamente necesario y se evitará si hay limitación de recursos económicos.

Hay que estabilizar cuando el material está muy expuesto a las condiciones exteriores (lluvias, sitios húmedos).

Puede ser necesaria para:

- ▶ mejorar la resistencia a la compresión
- ▶ aumentar o reducir la densidad

Métodos de estabilización

| MODALIDADES DE ESTABILIZACIÓN PARA SUELOS ALTERADOS | | | | | | |
|---|---------------------|--------------|--|---|---|---|
| ESTABILIZADOR | NATURALEZA | MÉTODO | MODALIDAD | PRINCIPIO | SÍMBOLO | |
| SIN ESTABILIZADOR | | MECÁNICO | DENSIFICACIÓN | Crea un medio denso, bloqueando los poros y capilaridad |  | |
| CON EST | ESTABILIZADOR | MINERALES | FÍSICO | REFUERZO | Crea una red anisotrópica que limita el movimiento |  |
| | | FIBRAS | | | | |
| | FÍSICO - QUÍMICO | AGLOMERANTES | QUÍMICO | CEMENTACIÓN | Crea una matriz inerte que contrarresta el movimiento |  |
| | | | | ENLACES | Crea enlaces químicos estables entre los cristales de arcilla |  |
| | | | | IMPERMEABILIZACIÓN | Rodea las partículas de tierra con una película a prueba de agua |  |
| | IMPERMEABILIZADORES | HIDRÓFUGA | Elimina la absorción y adsorción de agua |  | | |

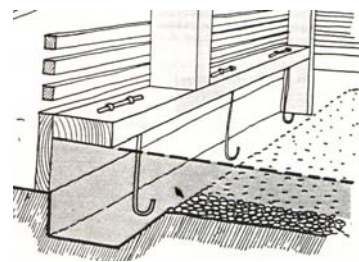
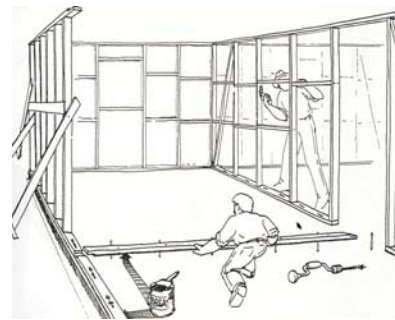
Coordinador: Arq. Rosario Etchebarne de PROTERRA Uruguay

2 – ARMADO Y MONTAJE DE PANELES

Panel de fajina: consiste en una estructura de madera que recibe una trama de cañas o listones a la cual se le aplica un relleno de barro estabilizado en estado plástico.

Estructura: se hace una estructura portante de madera natural (rolos o varejones) o aserrada (escuadrías) en piezas verticales y horizontales cuyas uniones se hacen con clavos. En este caso usamos escuadría de 2"x3" de pino nacional sin tratar.

Montaje: estos paneles se posicionan sobre la viga de cimentación a la que se le han dejado bigotes de 8 mm cada 80 cm para su anclaje. El panel es previamente perforado en su solera inferior para pasar el bigote por allí.



Materiales necesarios

Material necesario para la construcción del panel:

- Escuadrías de pino de 2" x 3" x 3m, 30 = 4 unidades (se pueden sustituir por rolos de eucaliptos, como opción mas económica). Se arma un panel con verticales de 1,65 y travesaños de 0,825. La madera inferior puede ser 1,80 / 2,675 /
- Clavos de 4 pulgadas = mínimo 40 unidades.
- Clavos de 2,5" = un kilo mínimo.
- Tablillas de 1" x 1" o cañas o ramas = 200 metros lineales.
- Varillas de 1 cm x 1" = 20 metros lineales.
- Tela arpillera retazos equivalentes a 10 cm x 30 metros (o cualquier otra tela similar).
- Alambre de atar. Se puede sacar de llantas viejas.



Material necesario pisadero:

- Pisadero (ver fotos anexas): pozo circular de 2 metros de diámetro por 45 cm de profundidad (3 tablas de encofrado). Es mejor hacer los bordes de ladrillo. Recomendando hacer piso de hormigón. En lo posible es necesario tener el pisadero pronto, es decir el barro ya pronto para la práctica.
- Un viaje de 4 m³ de tierra negra y arenosa.
- Un fardo de paja.
- 2 carretillas de estiércol de vaca.
- 2 carretillas de cáscara de arroz.
- 1 bolsa de cal para revoque.
- Tierra de color: 100 gramos de cada color (por ej: amarillo, rojo, azul)

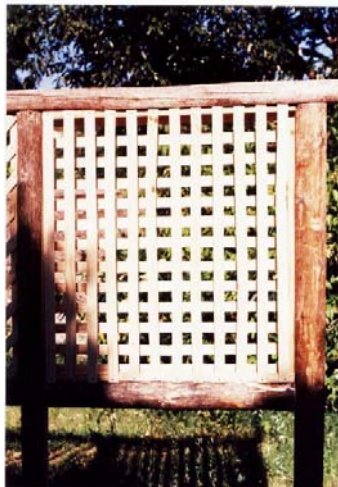
Material necesario para la (simulación) viga de cimentación:

- es necesario construir previamente una viga de cimentación de 3 m de largo por 20 cm de ancho y 20 cm de altura sobre el piso existente.
- En esta viga se dejarán bigotes de hierro de 6 mm cada 50 cm a los efectos de fijar el panel desde su solera inferior. Es posible armar este dispositivo con bloques de hormigón tipo U.
- Cimiento con bigotes 8 mm cada 80 cm.

Herramientas

Escuadra
SERRUCHO
Martillo
Plomada

Taladro
Cinta métrica
Tenaza
Nivel



con tablillas de 1cm. x 1"



con cañas



etapa de embarrado



pisadero cargado: es necesario tener agua disponible; el pisado se puede hacer a pie o con caballos; existen formas tecnificadas donde el pisado se realiza con máquinas.

3 – ENTRAMADO, EMBARRADO DEL PANEL Y TERMINACIONES

Entramado: enrejado o trama de cañas, listones de madera o ramas atadas o clavadas, dispuestas generalmente en dos sentidos: "horizontal y vertical" o "diagonal y diagonal". Esta trama también puede hacerse con mallas metálicas del tipo usado para gallinero o descarte de tapas de botellas.

En este caso usamos listones de madera de 1" X 1" cada 3 cm

Embarrado: los espacios huecos de la trama se rellenan con una mezcla de tierra trabajada en estado plástico, con adición de estabilizante (paja) recubriendo la trama en sucesivas capas por una o ambas caras.

El embarre se comienza de abajo hacia arriba y se continúa en todo el perímetro. Se toma una cantidad de mezcla que quepa en la mano y se arroja con fuerza hacia el panel en donde se aplasta al adherirse.

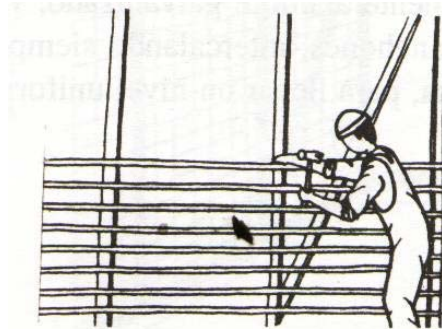
Preparación de la mezcla: se prepara en un pisadero. Se coloca la tierra seca (sin grumos) y la paja húmeda en capas sucesivas, se remoja y se mezcla. Luego se pisa la mezcla y se la deja reposar dos días asegurándose de que esté húmedo. Se vuelve a pisar hasta que quede plástica antes de aplicarla.

Proporciones de mezclas (ejemplos):

1º embarrado: 4 partes de tierra y 1 parte de paja.

2º embarrado: 4 partes de tierra, 2 partes de estiércol y 1 parte de arena.

3º embarrado: 2 partes de estiércol y 1 parte de arena



Materiales necesarios

- Pisadero
- Tierra
- Paja
- Estiércol
- Arena
- Arpillera
- Cal
- Cemento
- Emulsión asfáltica
- Agua
- Manguera
- Baldes
- Carretilla
- Pala
- Pico
- Batea para remojar la paja
- Regla de madera
- 300 Listones de 1"x1"x3,30 m
- Clavos de 2"

4 – REVOQUES

Las funciones de los revoques son:

- ▶ mejorar el aspecto del muro exterior al cubrir los defectos.
- ▶ proteger de la acción de la lluvia e impermeabilizar
- ▶ proteger de los golpes y rozamientos
- ▶ mejorar el aislamiento térmico

Las diversas capas de un revoque tienen diferente resistencia, la dosificación del ligante debe ir decreciendo. Las capas son cada vez más porosas y permeables al aire.

Tipos de revoque:

Revoque de tierra: se utiliza la misma tierra que para el muro con un poco más de arena, se puede estabilizar con productos naturales (ej: fibras vegetales).

Revoque de tierra con cemento: se toma 1 parte de cemento por 10 de tierra.

Revoque de tierra con cal: se mezcla 1 parte de cal por 5 a 10 partes de tierra.

Revoque con yeso: el yeso es compatible con los muros de tierra, conviene aplicarlo sobre un revoque base reforzado con fibras (ej: paja). Se usa para el exterior, pero no debe colocarse puro, se le agrega cal grasa apagada que lo vuelve más duro y resistente al agua.

Primera capa:

1 parte de yeso

$\frac{3}{4}$ a 1 parte de arena (0,5 mm)

0,1 a 0,15 partes de cal grasa apagada

Segunda capa:

Tiene la misma composición pero sin arena.

Revoque reforzado con fibras:

Los revoques pueden ser reforzados con fibras naturales o artificiales, que aumentan la resistencia del revoque a los golpes y al deterioro y reducen la aparición de microfisuras.

PAREDE DE PAINÉIS MONOLÍTICOS DE SOLO-CIMENTO

Instrutores: Arq. Eduardo Salmar¹
Eng. Célia Neves²

SOLO-CIMENTO?



Material de construção constituído por solo (terra), cimento e água (pouca) que pode ser empregada para execução de fundações e paredes.

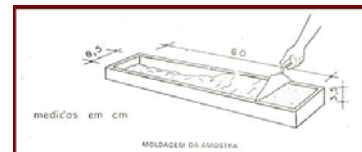
A mistura (terra + cimento + água) parece uma “farofa” e é usada para fabricação de tijolos e blocos prensados ou compactado em moldes para execução de paredes com painéis monolíticos.

VANTAGENS

- fácil de construir
- usa terra da região
- paredes sem revestimento
- resistência
- durabilidade

TERRA

- 100% passando na peneira 5 mm
- 50% a 95% de areia
- $LL \leq 45\%$
- $IP \leq 18\%$
- **≤ 2 cm de retração no ensaio da caixa**



CIMENTO

- 1 volume de cimento para 10 a 18 volumes de terra

MISTURA



1 – arquiteto, mestre em artes plásticas, professor da Universidade Metodista de Piracicaba e coordenador do Laboratório de Sistemas Construtivos. Proprietário de Arquiterria – Projetos & Construções Bioclimáticas em Campinas, Brasil. Já construiu 72 casas e 3 conjuntos habitacionais com um total de 348 casas (11.000 m²). edsalmar@unimep.br

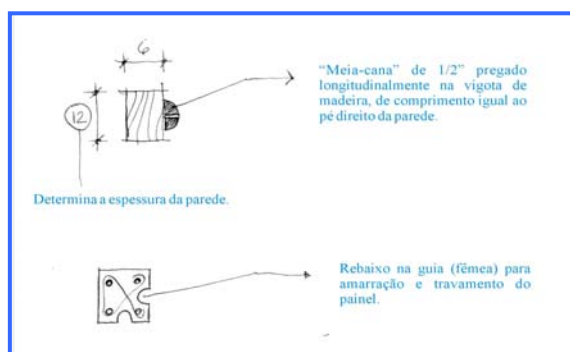
2 – engenheira civil, mestre em engenharia ambiental urbana; pesquisadora do CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento desde 1976 com projetos de estudos de materiais alternativos desenvolvimento de sistemas construtivos. Coordena o Projeto de Investigação PROTERRA desde 2001. cneves@superiq.com.br

PROCESSO CONSTRUTIVO - PAREDES MONOLÍTICA

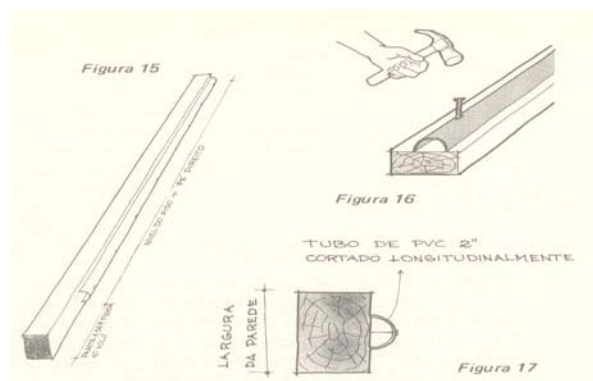
Painéis monolíticos, moldados no local, com auxílio de **guias verticais** e **moldes**.



Guias verticais

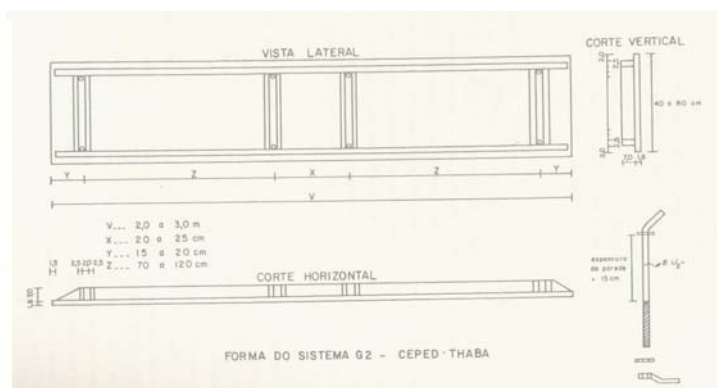
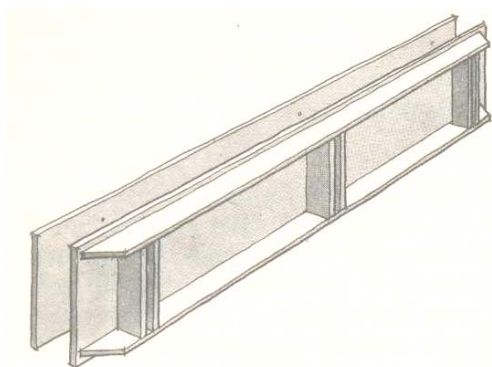


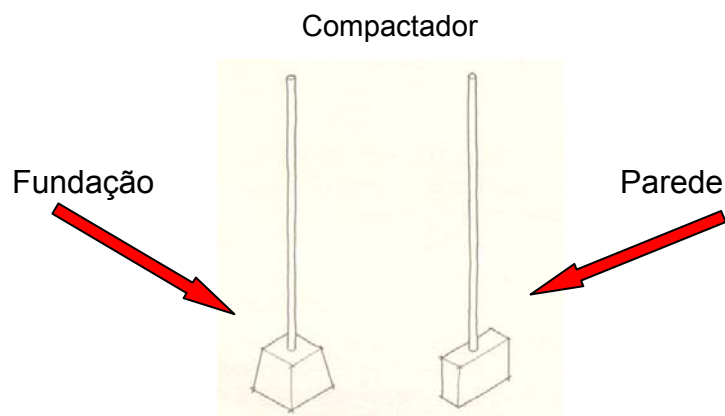
Guias perdidas – concreto



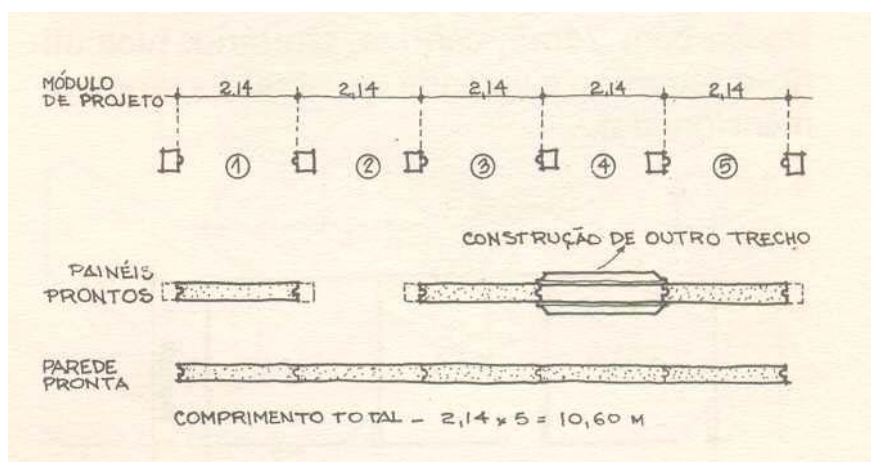
Guias recuperadas – madeira

Molde e outros acessórios





MODULAÇÃO DO PROJETO



VAMOS CONSTRUIR?

1 – Fixar as guias verticais



2 – Fixar o molde nas guias



3 – Colocar a mistura de solo-cimento
no molde (camada menor que 20 cm)

4 – Compactar



5 – Repetir até completar o molde

6 – Retirar o molde

6 – Colocar o molde acima e repetir a colocação de solo-cimento até completar o painel

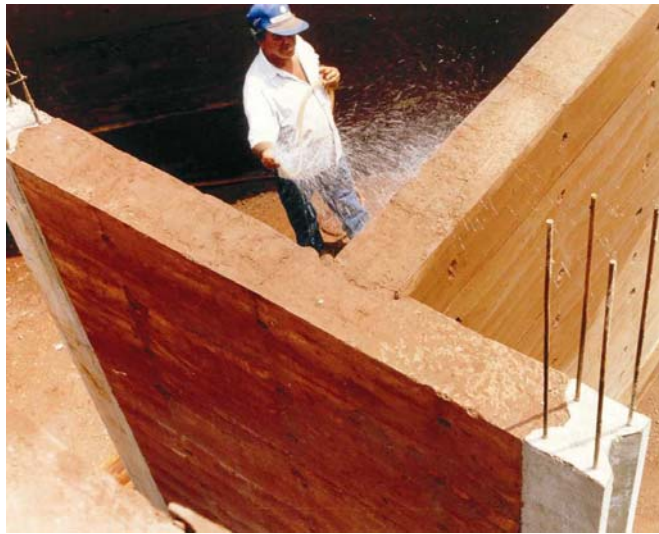
ACABAMENTO

- juntas: escarificar, molhar e pulverizar cimento
- superfície da parede: preencher os furos (huecos) dos parafusos (tornillos) com solo-cimento, retirar rebarbas e alisar a superfície com esponja



CURA

- manter as paredes úmidas durante, pelo menos, 3 dias



CÁLCULO DE MATERIAL PARA CONSTRUIR A PAREDE DE SOLO-CIMENTO

| | Proporção de material em volume | | | |
|--|---------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| | 1:10 | 1:12 | 1:15 | 1:18 |
| Consumo de material por m ³ de solo-cimento compactado | | | | |
| • cimento | 230 kg | 190 | 150 | 125 |
| • terra | 1,6 m ³ | 1,6 m ³ | 1,6 m³ | 1,6 m ³ |
| % de cimento em massa | 11% | 9,5% | 7,5% | 6,5% |
| % de cimento em volume | 9% | 7,5% | 6% | 5% |

massa unitária do cimento: 1420 kg/m³

empolamento de terra: 1,6

densidade máxima da terra: 1800 kg/m³

LISTA DE MATERIALES PARA LA PRÁCTICA DE EL PANEL DE SUELO-CEMENTO

Para la ejecución de un muro en esquina, de paneles de suelo-cemento monolítico, serán usados los siguientes “equipamientos”:

- tres guías verticales de madera (sistema de guías recuperables)
- dos moldes para la fabricación de pared con 6 tornillos cada uno

Los materiales para los “equipamientos” e las herramientas y accesorios necesarios son:

| Equipamiento/material | Discriminación del material | Cantidad |
|-----------------------|---|------------------|
| Guía vertical | pieza de madera 6 cm x 12 cm x 300 cm | 3 unidades |
| | pieza de madera 7 cm x 7 cm o tubo de PVC de ϕ 40 mm | 3 metros |
| Molde | multilaminado fenólico de 18 mm (1,10 m x 2,20 m ou 1,6 m X 2,20) | 1 placa |
| | pieza de madera (blanda) 2,5 cm x 7,0 cm | 50 metros |
| | tornillo de ϕ 1/2' de 33 cm de longitud ¹ | 12 unidades |
| Compactadores | pieza de madera 20 cm x 20 cm x 16 cm | 1 unidad |
| | pieza de madera 9 cm x 20 cm x 16 cm | 2 unidades |
| | palo de escoba de 1,20 m de longitud | 3 unidades |
| Esquadria | pieza de madera 2,5 cm x 12 cm | 4 metros |
| Apoyo de las guías | madera cilíndrica de longitud 3 m | 8 unidades |
| Prego (clavo) | 2 1/2 x 10 | 1 kg |
| | 1 1/2 x 13 | 1 kg |
| Tierra | suelo arenoso ¹ | 3 m ³ |
| Cemento | bolsa de 50 kg | 4 bolsas |

1 – para la tierra tal vez sea necesario un tamizado com malla de 5 mm de apertura para retirar pedregulhos del suelo

| Accesorios e herramientas | Cantidad |
|-------------------------------------|------------|
| andamios (tablones) | 4 unidades |
| machete (facón?) | 1 unidad |
| serrucho | 1 unidad |
| martillo | 1 unidad |
| línea para marcación | 5 metros |
| plomada | 1 unidad |
| nível de burbuja | 1 unidad |
| balde | 4 unidad |
| cuchara de albañil | 2 unidad |
| pala | 2 unidad |
| azada | 1 unidad |
| taladro eléctrica com brocas (5/8") | 1 unidad |













Identificar y promover la arquitectura de tierras

PROGRAMA

16 DE JUNIO

MIÉRCOLES

- ACREDITACIONES 14:30 hs
- Conferencias (15:00 - 19:00 hs) El ingreso a las conferencias es de entrada libre y gratuita.
- CELIA NEVES- coordinadora del proyecto PROTERRA "Rescate y actualización de la construcción en tierra: Proyecto Protterra"
- RODOLFO ROTONDARO- CONICET/Grupo Tierra Tucumán. Tres obras en Argentina: Estación Pozuelos (Jujuy), Bloques Cinva-Ram (Bs As), Capilla (Mendoza).
- LUIS MARIA CALVO- FADU-UNL. "Arquitectura de tierra, su historia en Santa Fe."
- RECESO
- ROBERTO MATTONE- Politécnico de Turín. "Programas de Cooperación- Experiencia Latinoamericana"
- UTN FRSF-CECOVI Experiencia con bloques de suelo-cemento comprimidos.
FR RAFAELA- "Diseño Racional de Ladrillos de suelo-cemento y análisis para su utilización en viviendas económicas de interés social"
- ROSARIO ETCHEBARNE- Universidad de la República, Salto, Uruguay. Construcción con tierra en Uruguay.
- INAUGURACION - EXPOSICION DE PANELES PROTERRA

17 DE JUNIO

JUEVES

- PRESENTACION DE TECNICAS DE TALLER (9:00-12:30 hs)
- RODOLFO ROTONDARO - Selección de suelos
- ROSARIO ETCHEBARNE- Técnicas mixtas
- CELIA NEVES- EDUARDO SALMAR- Paredes con paneles de monolíticos de suelo-cemento.
- RAFAEL MELLACE- Bloques de suelo-cemento.
- ALMUERZO (12:30-14:00 hs)
- DESARROLLO DE TALLERES (14:00-18:00 hs)
Se desarrollarán en el Campo Universitario, Paraje El Pozo. Los participantes serán agrupados en equipos y participarán de diferentes prácticas en la construcción con tierra.

18 DE JUNIO

VIERNES

- DESARROLLO DE TALLERES (9:00-18:00 hs)

19 DE JUNIO

SABADO

- EVALUACIÓN DEL TALLER (9:00-12:00 hs)
- ENTREGA DE CERTIFICADOS

Calidad, durabilidad y seguridad estructural de los sistemas constructivos

Investigación y desarrollo de tecnologías alternativas

Taller

16 17 18 19
Junio

Santa Fe

Consultas: seminario_tierra@argentina.com

Italia

Uruguay

Brasil