

# BIOCONSTRUCCION

---

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA**



# BIOCONSTRUCCION

---

*Construcción Natural y Tecnologías Apropriadas*

Previo a optar al título de arquitecto

Guatemala, febrero 2014

Carlos José González Salgado



# BIOCONSTRUCCION

---

## MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo | Decano     |
| Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea | Vocal I    |
| Arq. Edgar Armando López Pazos        | Vocal II   |
| Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras  | Vocal III  |
| Br. Carlos Alberto Mendoza Rodríguez  | Vocal IV   |
| Br. José Antonio Valdés Mazariegos    | Vocal V    |
| Arq. Alejandro Muñoz Calderón         | Secretario |

## CUADRO EXAMINADOR

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo | Decano     |
| Arq. Martín Paniagua                  | Asesor     |
| Arq. Edgar López                      | Consultor  |
| Arq. Manolo Arriola                   | Consultor  |
| Arq. Alejandro Muñoz Calderón         | Secretario |

## DEDICATORIA

**A:**

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis padres Carlos y Doris, por darme la vida, quererme mucho, creer en mi y porque siempre me apoyaron. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

Mis abuelos Hercilia Morales (QEPD), Oscar Salgado (QEPD), Jose González, Aminta Salguero por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

Mis hermanos, Pablo González, Miguel González y Angela González, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Mis tíos, Guillermo González, José González, María González, Rosa González, Beatriz González, Luis González, Carmen González, Betty Salgado, Gladis Salgado, Christian Morales, por sus palabras de motivación y consejos.

Mis primos, Edwin, Claudia, Jhoselin, Mishell, Jose, Gabriel, Jenifer, Daniel Amy, Jonathan, Alejandra, Guillermo, Gabriel, Javier, Anibal, Walter (QEPD), por sus palabras de motivación.

Mi novia, Jeyme Estrada, por apoyarme, comprenderme y siempre estar en esos momentos difíciles.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

# BIOCONSTRUCCION

---

## Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                               | <b>1</b>  |
| <b>CAPITULO I</b> .....                                 | <b>2</b>  |
| <b>OBJETIVOS</b> .....                                  | <b>3</b>  |
| Objetivos específicos.....                              | 3         |
| <b>ANTECEDENTES</b> .....                               | <b>4</b>  |
| <b>JUSTIFICACION</b> .....                              | <b>6</b>  |
| <b>DEFINICIONES</b> .....                               | <b>7</b>  |
| <b>CAPITULO II</b> .....                                | <b>8</b>  |
| <b>EMPLAZAMIENTO DE UNA VIVIENDA EN PENDIENTE</b> ..... | <b>9</b>  |
| <b>FORMA DE LA PLANTA</b> .....                         | <b>10</b> |
| <b>CANALES DE DRENAJE</b> .....                         | <b>11</b> |
| <b>CONDICIONES DE HABITABILIDAD</b> .....               | <b>12</b> |
| El clima.....   | 12        |
| Confort térmico.....                                    | 14        |
| Permeabilidad .....                                     | 15        |
| Salubridad .....  | 16        |
| Aislante acústico .....                                 | 17        |
| <b>ASPECTOS ESTRUCTURALES</b> .....                     | <b>18</b> |
| <b>SELECCIÓN DE TIERRA</b> .....                        | <b>20</b> |
| Suelos apropiados.....                                  | 20        |
| Análisis de suelo .....                                 | 21        |
| Pruebas de selección .....                              | 21        |
| Prueba granulométrica (Prueba de la botella) .....      | 22        |
| Prueba de plasticidad (Prueba del rollo) .....          | 23        |
| Prueba de resistencia (Prueba del disco).....           | 24        |
| Prueba de resistencia (Prueba de la bolita).....        | 25        |
| <b>ESTABILIZADORES</b> .....                            | <b>26</b> |
| Tipos de estabilizadores .....                          | 27        |
| Arena y arcilla .....                                   | 28        |
| Paja, fibras de vegetales.....                          | 28        |
| Jugos de plantas.....                                   | 29        |

# BIOCONSTRUCCION

---

|  |           |
|--|-----------|
| Cenizas de madera.....                           | 29        |
| Excremento de animal .....                       | 29        |
| Otros productos animales .....                   | 30        |
| Cal viva y puzolana.....                         | 30        |
| Cemento portland .....                           | 31        |
| Yeso .....                                       | 32        |
| Asfalto.....                                     | 33        |
| Estabilizadores comerciales.....                 | 33        |
| Resinas.....                                     | 34        |
| Sueros .....                                     | 35        |
| Melaza .....                                     | 35        |
| Como utilizar los estabilizadores.....           | 35        |
| <b>CIMENTACIONES.....</b>                        | <b>37</b> |
| <b>MUROS DE ADOBE.....</b>                       | <b>39</b> |
| Excavación: .....                                | 40        |
| Almacenamiento:.....                             | 40        |
| Proporcionamiento: .....                         | 40        |
| Mezclado: .....                                  | 41        |
| Moldeado: .....                                  | 41        |
| Curado y secado: .....                           | 42        |
| Almacenamiento final: .....                      | 42        |
| Descripción/ Características .....               | 43        |
| Criterios para el dimensionamiento de muros..... | 45        |
| Refuerzos.....                                   | 46        |
| Tipos de amarre .....                            | 48        |
| Albañilería .....                                | 49        |
| <b>MUROS DE TAPIAL.....</b>                      | <b>50</b> |
| Características .....                            | 52        |
| Propiedades .....                                | 53        |
| Estabilización por la masa .....                 | 53        |
| Estabilización por la forma.....                 | 53        |
| Refuerzos internos .....                         | 57        |

# BIOCONSTRUCCION

---

|  |           |
|--|-----------|
| <b>MURO DE BAHAREQUE .....</b>                         | <b>58</b> |
| Construcción de paredes de quincha .....               | 58        |
| Método A .....   | 59        |
| Método B .....   | 59        |
| Cimentación .....                                      | 60        |
| Materiales .....                                       | 60        |
| Descripción/características .....                      | 61        |
| Bahareque tradicional .....                            | 62        |
| Bahareque convencional .....                           | 62        |
| Panel prefabricado "Quincha" .....                     | 62        |
| El Revestimiento .....                                 | 62        |
| Preparación .....                                      | 62        |
| La primera capa .....                                  | 62        |
| Incisiones .....                                       | 63        |
| El afinado .....                                       | 63        |
| Sellado .....  | 63        |
| Mantenimiento .....                                    | 63        |
| <b>VANOS PARA PUERTAS Y VENTANAS .....</b>             | <b>64</b> |
| <b>TECHOS .....</b>                                    | <b>66</b> |
| Cubiertas aisladas de la estructura de los muros ..... | 67        |
| <b>CONTRAFUERTE .....</b>                              | <b>68</b> |
| <b>TIMPANOS .....</b>                                  | <b>69</b> |
| <b>REVESTIMIENTOS O REVOQUES .....</b>                 | <b>70</b> |
| Revoque fino .....                                     | 70        |
| Revestimiento de tierra .....                          | 70        |
| Revestimiento de yeso con cal .....                    | 70        |
| Revestimiento de tierra con cal .....                  | 71        |
| Revestimiento de tierra con cemento .....              | 71        |
| Revestimiento de arena, cemento y cal .....            | 71        |
| <b>FALLAS EN LAS CONTRUCCIONES DE ADOBE .....</b>      | <b>72</b> |
| <b>CAPITULO III .....</b>                              | <b>75</b> |
| Distribución de propuesta constructiva .....           | 76        |

# BIOCONSTRUCCION

---

|  |           |
|--|-----------|
| Planta Distribución.....                   | 77        |
| Planta de Cimentación .....                | 78        |
| Planta de Solera.....                      | 79        |
| Elevación Frontal.....                     | 80        |
| Elevación Lateral.....                     | 81        |
| Detalle Cimiento .....                     | 81        |
| Corte de muro .....                        | 82        |
| Detalle de amarre viga collarín y pin..... | 83        |
| .....                                      | 83        |
| Planta de Techos .....                     | 84        |
| Sección A-A' .....                         | 85        |
| <b>PROCESO CONSTRUCTIVO .....</b>          | <b>86</b> |
| Sobre cimiento y Pines.....                | 86        |
| Levantado de Muro.....                     | 87        |
| .....                                      | 87        |
| Viga Solera o Collarín.....                | 88        |
| .....                                      | <b>88</b> |
| Armado de Techo.....                       | 89        |
| Acabado Final .....                        | 90        |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>                  | <b>92</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                | <b>93</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>                  | <b>94</b> |





## INTRODUCCIÓN

La tierra es el primer material de construcción utilizado en el mundo, la antigua mezcla de polvo y agua, y a veces con fibras o material orgánico como paja, ramas o estiércol. Es el material más antiguo y capaz de hacer estructuras muy duraderas. Hasta el día de hoy se han preservado construcciones realizadas con este material, que se encuentran entre las más antiguas del planeta.

La tierra cruda ha sido utilizada desde muchos siglos antes de Cristo, la cual se ha utilizado en diferentes regiones del mundo y que a su vez su uso y su empleo ha sido transmitido de generación tras generación, hasta llegar a nuestros días, muchos países utilizaron el adobe y lo sigue utilizando, con la aplicación de diferentes técnicas según la región.

Con la evolución del hombre se ha mejorado la calidad de vida, y para lograrlo, se ha enfocado en las mejoras de la construcción de vivienda, el cual ha sido, si no el más importante, uno de los más grandes factores que con su evolución sirve para soportar los fenómenos naturales que la pueden afectar.

Desafortunadamente, Guatemala está ubicada dentro de una región geográfica con un alto potencial de amenazas naturales. Dentro de estas amenazas se pueden mencionar los terremotos, erupciones de volcanes, inundaciones, huracanes, etc.

Debido a la crisis económica por la que atraviesa nuestro país y a la gran demanda de viviendas, estamos seguros que la construcción con tierra cruda constituye una de las alternativas más viables.

Considerando que al compensar las deficiencias de la forma tradicional de la construcción de tierra cruda y mejorar la calidad del material, se obtendrá un mejor resultado en la construcción. Se propone la aplicación de las diferentes técnicas que dan como resultado, una construcción, económica, confortable y segura.

## **CAPITULO I**

### Capitulo Introductorio

## OBJETIVOS

Proponer un documento de apoyo con el cual se pueda mejorar la construcción con la tierra cruda, aprovechando la tierra según su necesidad y regirse a través de recomendaciones y propuestas para obtener una mejor respuesta constructiva.

### Objetivos específicos

- Contribuir a la adecuación de sistemas constructivo con tierra cruda de acuerdo a las necesidades de la población.
- Conocer cuáles son las causas más frecuentes por las que la vivienda construida con tierra sufre daños.
- Conocer la adecuada aplicación del sistema constructivo y la adaptación al medio de vida de la región.
- Dar a conocer las diversas técnicas constructivas con el adobe.
- Proporcionar un documento de apoyo para los docentes y estudiantes de la facultad de Arquitectura.

## ANTECEDENTES

Desde hace 9000 años se conocen técnicas de construir con tierra cruda en muchas partes del mundo. En Turkestan (Rusia) se encontraron casas de adobe del periodo de 8000-6000 a. C. Parte del templo de la muerte de Ramsés II en Egipto fue construido con tabiques de adobe, hace 3200 años. La pirámide del Sol en Teotihuacan tiene un núcleo de 2 millones de toneladas de adobe. La ciudad Shibam en Yemen, llamada el "Manhattan" del desierto, desafía a cualquier prejuicio que existe en contra de construcciones de adobe, con sus casas de hasta 8 pisos, que llegan a una altura de casi 30 metros. Hoy en día, un tercio de la humanidad vive en casas de adobe por falta de recursos para construir con otros materiales. Pero por otro lado, en los países industrializados se despertó de vuelta la conciencia para construir viviendas naturales y ecológicas. Cada vez, más personas aceptan la idea de construir su casa con este material natural, por los múltiples beneficios que ofrece.

En Perú existe la ciudadela de Chan Chan, la ciudad de barro más grande de América, perteneciente a la Cultura Chimú, (1200-1480). Chan Chan se ubica en el valle de Moche, frente al mar, a mitad de camino entre el balneario de Huanchaco y la ciudad de Trujillo, capital del departamento de La Libertad en la costa norte del Perú. El sitio arqueológico cubre un área aproximada de veinte kilómetros cuadrados. La zona central está formada por un conjunto de diez recintos amurallados (llamados "ciudadelas") y otras pirámides. Este conjunto central, cubre un área de seis kilómetros cuadrados, aproximadamente. El resto, está formado por una multitud de pequeñas estructuras mal conservadas, veredas, canales, murallas y cementerios.

En España, es característico, entre otras, de las regiones secas de Castilla y León donde se añade paja al barro. Las construcciones de adobe se suelen remozar con una capa del mismo barro con lo que dan ese aspecto tan curioso de las casas típicas de Tierra de Campos. También es usual en regiones semi-desérticas de África, América Central y América del Sur (rancho.)

En México, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y en el sur y norte de Chile las casas de adobe son aún patrimonio de muchas familias humildes, que conservan esta tradición desde tiempos inmemoriales. Mezclar pasto seco con el barro permite una correcta aglutinación, gran resistencia a la intemperie y evita que los bloques una vez solidificados tiendan a agrietarse. Posteriormente los bloques se adhieren entre sí con barro para levantar muros.

# BIOCONSTRUCCION

---

Actualmente algunos arquitectos siguen utilizando muros de adobe en combinación con cimientos, columnas y losas de hormigón debido a sus características. En muchas ciudades y pueblos de Centro y Sur de América la construcción con adobes se mantiene viva aunque amenazada por las imposiciones del mercado formal o por la mala fama que le han hecho los sismos y el mal de Chagas. En Uruguay, el adobe es una de las técnicas tradicionales de construcción que poco a poco fue dejada de lado aunque en los últimos 20 años se han realizado experiencias tanto en Montevideo como en el interior del país.

La reactivación de una arquitectura en tierra cruda en gran medida se debe al ahorro de energía que las edificaciones con este material suelen implicar, en efecto el adobe resulta un excelente aislante térmico motivo por el cual se reducen las demandas de energía para refrescar o caldear las viviendas. Por otra parte, uno de los problemas típicos del adobe es su absorción de la humedad del suelo por capilaridad, para esto una solución bastante frecuente es utilizar un cimiento hidrófugo o impermeable de hasta aproximadamente un metro de altura sobre el nivel del suelo, tal cimiento suele ser de piedras o, más modernamente, de hormigón.

Un país en vías de desarrollo, necesita de todos sus recursos para salir adelante. La construcción con tierra y específicamente el adobe es una de las mejores garantías para la construcción de la vivienda, de tal manera que en un corto periodo de tiempo se pueda confiar en la calidad de las viviendas.

Existen en Guatemala y en otros países en vías de desarrollo una gran demanda de vivienda, y como la demanda es inmensa hace enfocar que uno de los caminos es la construcción con materiales de la región que sean naturales no procesados, como barro, arena y paja y con las técnicas apropiadas podríamos obtener viviendas duraderas.

En este sentido, la “tecnología apropiada” debe significar en el contexto de nuestro país aquella tecnología adecuada para resolver las necesidades de la mayoría de la población y por tanto, solo puede producirse en función de un esquema de desarrollo alternativo al actual

## JUSTIFICACION

Ya que en Guatemala hay una gran demanda de viviendas en el área rural se puede resolver mediante la correcta y apropiada utilización de los recursos naturales que existen en las diversas regiones, donde se desee o necesite construir la vivienda.

La construcción con tierra cruda es una muy buena solución al problema. Los materiales que se utilizan para su elaboración se encuentran en el lugar y con una orientación adecuada se puede obtener grandes beneficios.

La tierra está disponible en abundancia y no requiere de procesos industriales o componentes químicos para poder trabajar con él. Puesto que se puede usar la misma tierra del terreno en que se construye la casa, se puede hacer el adobe en el mismo sitio, ahorrándose así los gastos para la compra y transporte de material de construcción. La tierra es térmica, guarda el calor en temporada fría y mantiene la casa fresca en el tiempo de calor. Aparte regulariza la humedad, que ayuda a mantener un clima saludable dentro de la casa. La humedad de la casa tiene importancia para nuestras membranas mucosas, cuales en buen funcionamiento fortalecen la resistencia contra enfermedades respiratorias y resfriado. También es comprobado que el adobe absorbe sustancias nocivas contenidas en el aire. La madera que está envuelta con adobe resiste mejor a la infestación de hongos y la polilla, dado a que el adobe absorbe la humedad de la madera, dejándola así inhabitable para las plagas. El adobe permite trabajar de manera flexible. Nichos, aperturas y pequeñas alteraciones de las estructuras se realizan con facilidad. Se puede dar casi cualquier forma al adobe, y se deja tallar fácilmente con un machete. Y finalmente es 100% reciclable. Solamente se tritura y se remoja con agua para poder trabajar de vuelta con el mismo material.

De esta idea surge la creación de un documento, que sirva a los profesionales, a técnicos y particulares, como la guía que tanto se necesita. En este documento se encontrara como poder elaborar un adobe de diferentes calidades, hasta como poder emplearlo en el momento de construir una vivienda.

La misma necesidad provoca crear recomendaciones sobre bases firmes que se deben seguir en el momento de emplear el adobe, y así obtener confort, seguridad y belleza. Todas las recomendaciones son creadas con el fin de mejorar la calidad de las viviendas ya que cada tecnica da diferentes resultados.

## DEFINICIONES

### **Adobe:**

- Masa de barro moldeada en forma de ladrillo y secada al sol, que se emplea en la construcción de paredes y muros.
- Es un ladrillo de barro sin cocer. Es el material más usado en construcciones rurales así como para casas económicas de un solo piso.
- Masa de barro mezclado a veces con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al aire, que se emplea en la construcción de paredes o muros.

### **Adobe Estabilizado:**

- Adobe en el que se ha incorporado otros materiales, con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad ante la presencia de humedad.

### **Mortero:**

- Materia de unión de los adobes. Puede ser barro simple, barro estabilizado: cemento-cal-arena o cemento y arena.

### **Suelo estabilizado:**

- Suelo al que se ha incorporado otros materiales con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad ante la presencia de humedad.

### **Estructura o Armazón de la Estructura:**

- Es el conjunto estructural necesario en la construcción en adobe: cimentación, muros, elementos de amarre, techo.

## **CAPITULO II**

Marco Teórico Conceptual



## EMPLAZAMIENTO DE UNA VIVIENDA EN PENDIENTE

En áreas propensas a movimientos sísmicos el emplazamiento de la vivienda en el sitio es muy importante. Por ello se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

a) No debe emplazarse la vivienda en el corte de una pendiente del terreno debido a que los impactos horizontales de la tierra durante el sismo pueden provocar el colapso del muro adyacente, ver fig. 2-1.

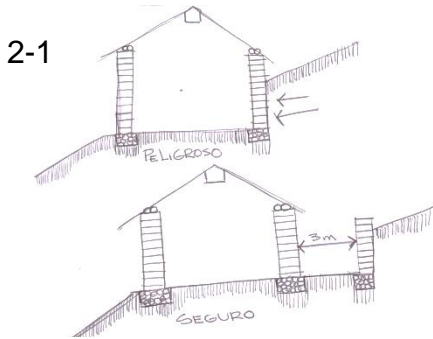
b) No debe emplazarse la vivienda sobre una pendiente, para evitar el deslizamiento de la edificación, ver fig. 2-2.

c) No debe emplazarse la vivienda cerca a fuertes pendientes, para evitar daños por deslizamientos del terreno, ver fig. 2-3 y 2-4.

d) En el caso en el que se deba emplazar la vivienda en un terreno en pendiente se debe crear una plataforma, con suficiente distancia hacia los bordes de la pendiente, ver fig. 2-5.

e) Es recomendable que las viviendas masivas y pesadas se emplacen en terrenos suaves y arenosos, para reducir la fuerza del impacto del sismo. Mientras que las viviendas livianas y flexibles como las de bahareque, se pueden emplazar sobre terreno rocoso.

f) Se deben evitar los desniveles en la vivienda, si estos fuesen necesarios deben estar separados a una distancia de por lo menos 1 m, creando así espacios autónomos.

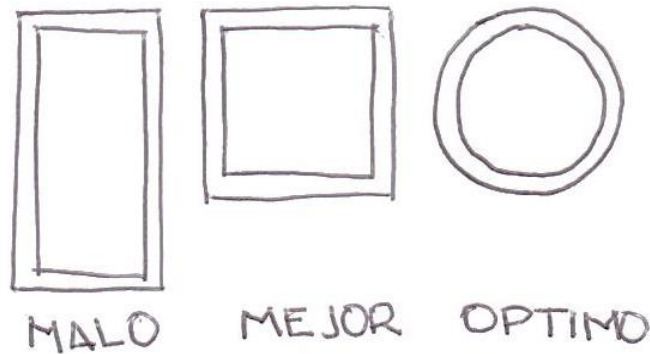


2-1 a 2-5 Emplazamiento de la construcción en pendiente

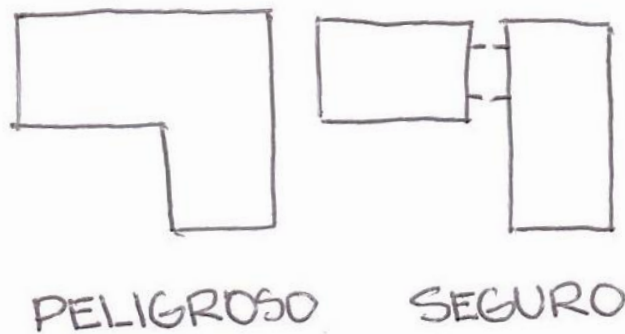
## FORMA DE LA PLANTA

Para obtener estabilidad de la vivienda la forma de la planta es muy importante. En general:

- Mientras más compacta la planta, más estable será la vivienda. Una planta cuadrada es mejor que una rectangular y una circular es la forma óptima, ver fig. 3-1.
- Las plantas con ángulos no son recomendables, si estas fuesen necesarias se recomienda separar los espacios, la unión entre los mismos debe ser flexible y liviana, ver fig. 3-2.



3-1 Plantas

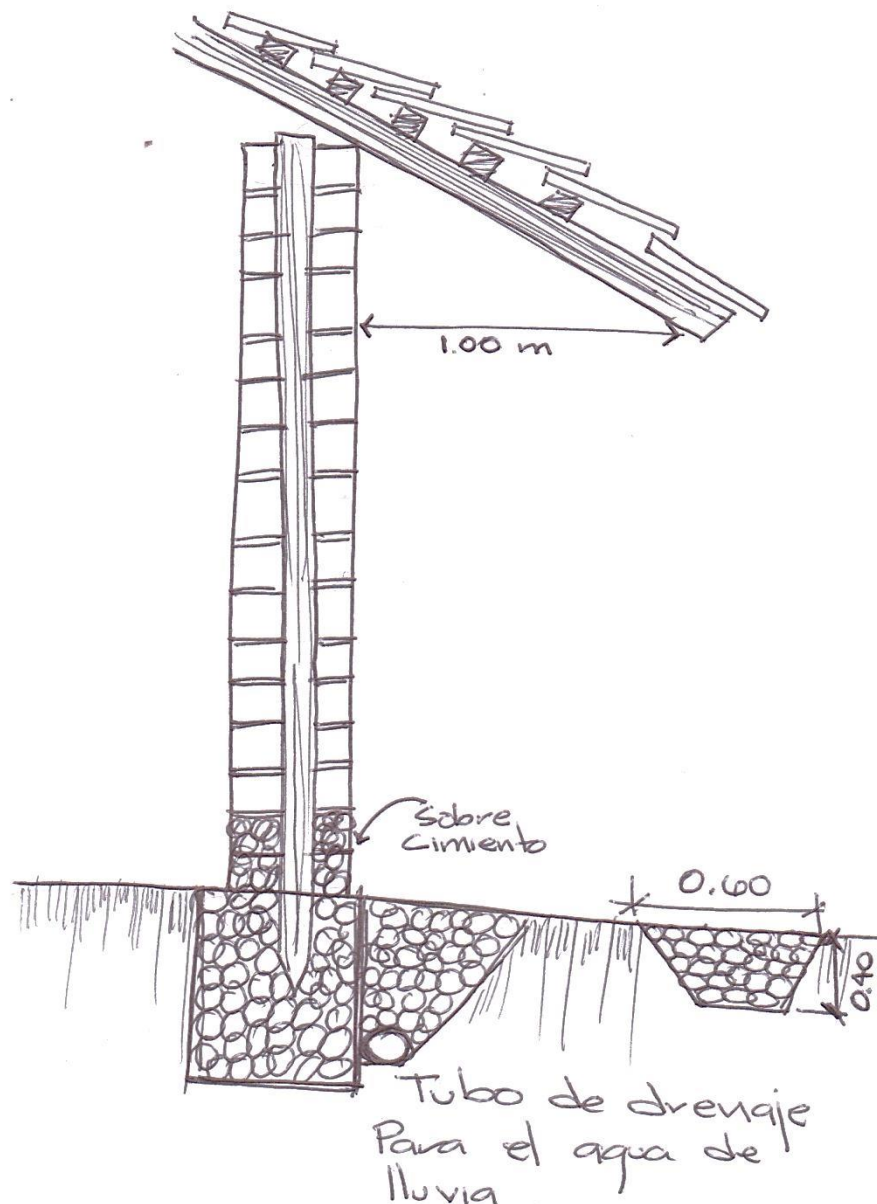


3-2

## CANALES DE DRENAJE

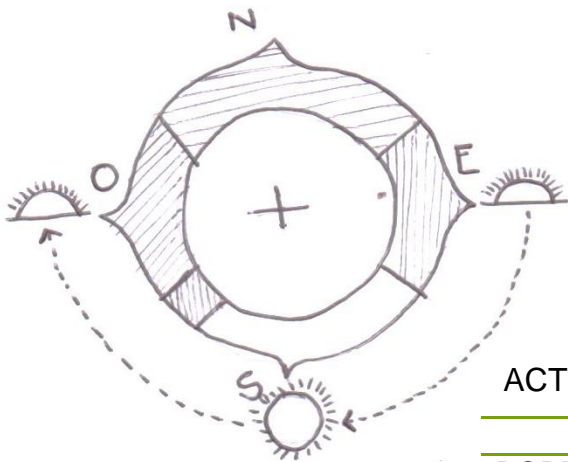
La ubicación de las edificaciones debe facilitar un rápido drenaje del agua. Es importante que las casas estén suficientemente elevados sobre el nivel del terreno y tengan canales de drenaje a su alrededor.

Para proteger los muros exteriores y sus aberturas se requiere de techos con grandes alerones, que descargan el agua de la lluvia lo suficientemente alejada de la base de los muros, evitando que estas se ensucien y erosionen por efecto del agua que cae.



# CONDICIONES DE HABITABILIDAD

La orientación es un factor muy importante que depende del tipo de clima y lugar en que se encuentre el proyecto donde va a construirse, una casa de este material y por tal motivo se tiene que ubicar de excelente manera los diferentes ambientes que formaran el proyecto.



| ACTIVIDAD | ORIENTACIÓN |    |   |    |   |    |   |    |
|-----------|-------------|----|---|----|---|----|---|----|
|           | N           | NE | E | SE | S | SO | O | NO |
| DORMIR    | X           | X  | X | X  | X | X  |   |    |
| SOCIAL    |             |    |   | X  | X | X  |   |    |
| FAMILIAR  |             |    |   | X  | X | X  | X |    |
| VIVIR     |             |    |   | X  | X | X  | X |    |
| COCINAR   |             | X  | X | X  | X |    |   |    |
| JUGAR     |             |    |   | X  | X | X  |   |    |
| ESTUDIAR  |             | X  | X | X  | X | X  | X | X  |
| TRABAJAR  |             | X  | X | X  | X | X  | X | X  |
| DESAYUNAR |             |    | X | X  |   |    |   |    |
| ALMORZAR  |             |    |   | X  | X | X  |   |    |
| CENAR     |             |    | X | X  | X | X  | X |    |
| GUARDAR   | X           | X  |   |    |   |    | X | X  |

## El clima

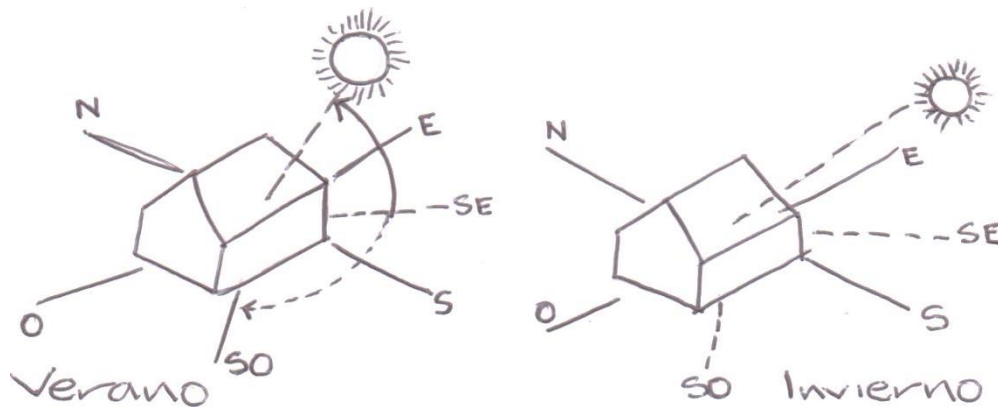
El sol, el viento, la temperatura, etc. Afectaran la localización de ambientes y se debe proteger en algunas ocasiones de las condiciones climáticas o aprovecharse de otras.

Para lograr un buen diseño es vital el conocer el clima de un sitio a construir para que el tipo de techo, ventana, voladizos o aleros ayuden a crear confort a los futuros habitantes del proyecto a realizar.

# BIOCONSTRUCCION

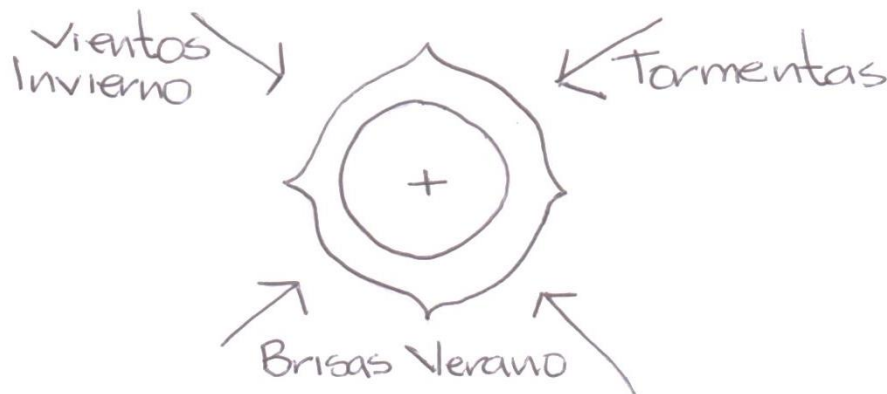
El sol proporciona energía gratuita durante periodos fríos, pero en otras épocas causa exceso de calor.

A pesar de que el sol siempre nace, alcanza el cenit y se pone en los mismos puntos de la brújula, varía geográficamente, estando más alto en el cielo en las latitudes al sur y más bajo en las latitudes al norte.



Además hay variaciones en las estaciones; el sol está más alto durante el verano y ms bajo en el invierno.

El viento quita el calor durante los periodos fríos, pero ayuda a controlar el calor indeseable en las épocas cálidas. En el hemisferio los vientos prevalecientes soplan de oeste a este. Pero las variaciones regionales de estación hacen aparecer vientos cálidos y húmedos del sur, y vientos fríos y secos que soplan desde el norte.



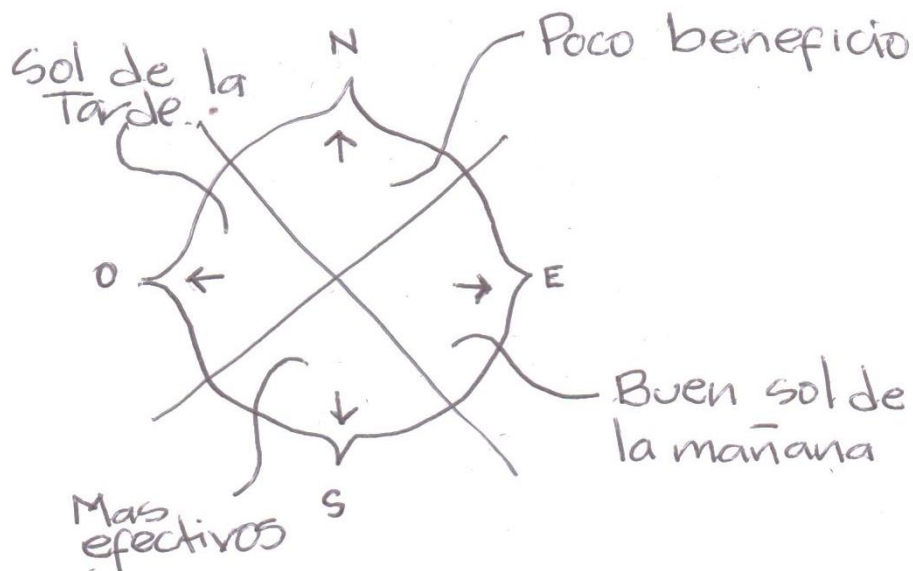
Se debe analizar como las características físicas del sitio se ven afectadas por las condiciones climáticas generales o como estas características del terreno modifican las condiciones del clima.

# BIOCONSTRUCCION

## Confort térmico

Las casas de adobe logran ser seguras, confortables y silenciosas en ellas no hay hornos o ruidos por el control del aire acondicionado, solamente un ambiente silencio.

Con respecto al confort térmico, la esencia de las casas de tierra es la masa terminal, ya que tiene una capacidad térmica de **660 kcal/m<sup>3</sup> · °C**. Las características del adobe son siempre bien conocidas porque siempre se cumplen, ya sean en temporadas cálidas o en temporadas templadas. Caliente en el invierno, fresco en el verano como algunas de sus características. Durante el invierno y cuando el sol es menor, las paredes absorben el calor de la tierra y la radiación solar, acumulándose en el interior durante el transcurso de la noche.



A la inversa, en el verano, las paredes absorben de forma directa la energía de los rayos solares, el los absorben el exceso de calor, en los espacios de salida y durante el día este calor sale de la pared hacia afuera, mientras que en el interior permanece fresco durante la noche. Además el adobe provee la circulación del área.

Además si existe calor o frio, la alta masa terminal es inherente a las casa de adobe lo que las hace más seguras y mucho mejor en eficiencia al usarlas. Básicamente la tierra y el sol. Son los dos componentes primarios en un sistema solar, que ha trabajado increíblemente por milenios, haciendo las casas de una dirección correcta, con un sentido amplio, y con ventanas que pueden ser abiertas apropiadamente, se puede repellar y crear sombras a las paredes

# BIOCONSTRUCCION

---

adecuadamente, proveyendo una ventilación natural y las jardineras colocadas acertadamente pueden descubrir el milagro de los años.

En conclusión saber el comportamiento del sol en diferentes sitios o lugares es muy importante, para así poder elegir en qué posición se debe orientar la vivienda según las necesidades y gustos.

- Los sitios orientados hacia el sur son cálidos.
- Los sitios orientados hacia el norte son fríos.
- Los sitios orientados hacia el noreste reciben a menudo el caliente sol de la mañana.
- Los sitios orientados hacia el oeste reciben a menudo el caliente sol de la tarde.

## Permeabilidad

Se entiende que permeabilidad es el paso de humedad a través del mismo material, en el adobe se puede observar que según los datos obtenidos en ensayos se afirma que es un material muy permeable y que necesita de un revestimiento (revocado) para evitar la permeabilidad.

La Tierra es un material compuesto de barro, en su mayor parte y que se puede mezclar con otros compuestos para estabilizarlo y obtener así uno mejor, el cual a su vez es puesto a secar en sombra, en un promedio de cuatro semanas para su endurecimiento. Explicando lo mencionado se determina que el agua es un material capaz de arruinar una estructura de adobe y debido a esto es necesario utilizar un revestimiento que le dará la característica necesaria de impermeabilidad en una construcción, utilizando para ello materiales como un repello de arena blanca y cal o un repello de arena amarilla y cal en todas las paredes de la construcción.

Una casa seca brinda mayor confort, salud, seguridad e higiene que una casa húmeda sin revestimiento en sus paredes.

# BIOCONSTRUCCION

## Salubridad

Para describir el concepto de salubridad, es necesario conocer primero que es salud: la cual se describe como el estado anímico mental, espiritual y físico en el cual el organismo se realiza normalmente sin la ayuda de fármacos.

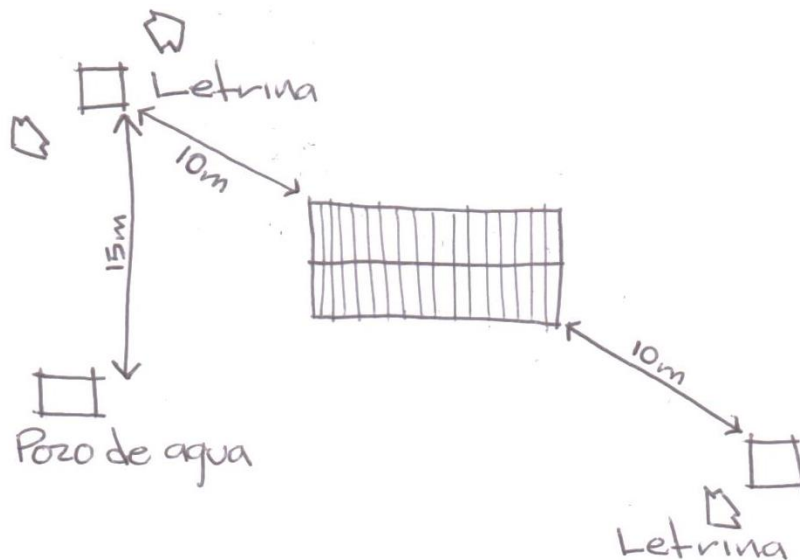
Si se sabe que es salud, se puede decir que salubridad es un lugar que presenta un ambiente agradable digno de manifestar un estado de salud en todo momento, al sentirse ajeno de las impurezas.

Una vivienda de adobe, o de otro material, presenta esta característica dependiendo del uso, mantenimiento y distribución de ambientes para la cual ha sido diseñada.

Por ejemplo si en una vivienda se instala dentro de ella un servicio sanitario, se debe estar seguros de que este bien ubicado y que tenga la ventilación adecuada, para que este no transmita un sentir impuro en los demás ambientes.

Por otra parte una vivienda de adobe impermeabilizada a través de un repello con cal brinda la seguridad necesaria de que no se producirán hongos en las paredes ni humedad que transmita insalubridad en los diferentes ambientes al ser habitadas.

Una vivienda de adobe brinda la salubridad necesaria, al igual que otra construcción fabricada con block o ladrillo, en todo caso, si se le trata adecuadamente.





# BIOCONSTRUCCION

---

Es muy importante tomar en cuenta que la salubridad de una vivienda de adobe, la brindara la distancia adecuada a la cual se recomienda separar las letrinas de la vivienda como también de la distancia a la cual se coloca el pozo de agua potable.

## **Aislante acústico**

Se sabe que acústica es la ciencia que estudia la propagación de las ondas sonoras, por lo tanto cuando se refiere al aislamiento acústico es específicamente; el impedir que las ondas sonoras se transiten tan fácilmente a través de los cuerpos u objetos que conforman las paredes del ambiente.

Al tomar en cuenta que el adobe es tierra apelmazada y algunas veces estabilizadas y bien cuidada se convierte en un elemento duro y resistente, el cual no permite que se propaguen las ondas a través de una unidad, tomando en cuenta el grosor del bloque.

Esto da como resultado una casa, por lo general, bien silenciosa ya que el sonido será absorbido. Las ondas sonoras no son tan capaces de atravesar los muros y la convierte así en una casa que aísla el sonido de excelente forma.

# ASPECTOS ESTRUCTURALES

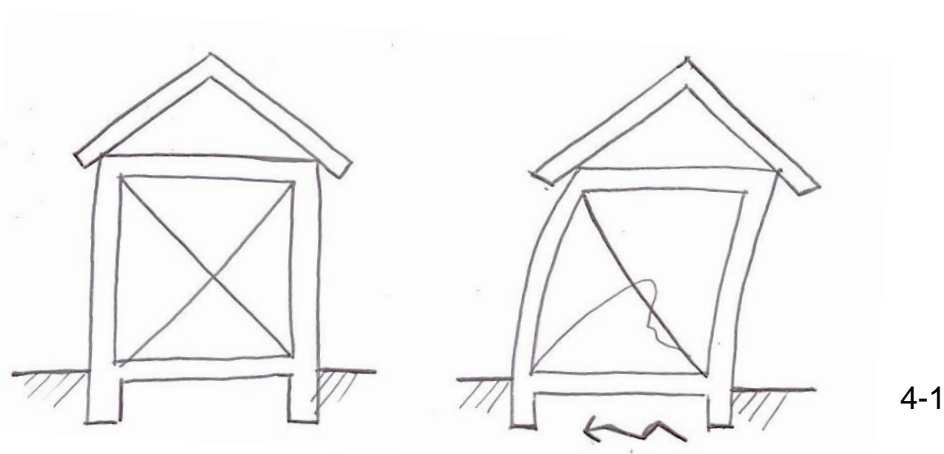
Principalmente hay tres distintas posibilidades para construir una vivienda antisísmica:

1. Los muros y la cubierta deben ser tan estables para que durante el sismo no sufran deformaciones.
2. Los muros pueden sufrir deformaciones menores absorbiendo la energía cinética del sismo debido al cambio de la forma. En este caso la cubierta debe estar bien arriostrada con el muro mediante un encadenado.
3. Los muros deben construirse como en el segundo caso, pero se debe diseñar la cubierta como un elemento estructural aislado, es decir con columnas exentas de los muros para que durante el sismo ambos sistemas tengan un movimiento independiente.

En el primer caso las viviendas deben tener una estructura de hormigón armado con columnas en las esquinas y en los bordes de los vanos, conectadas con el encadenado superior, así como con el cimiento.

Una variante para construir un muro rígido sin deformaciones durante el sismo, es conectar las esquinas de los muros con tensores formando un cruce.

En este caso existe el riesgo durante el sismo, que al ser el impacto muy grande las fuerzas se concentren en un punto que al estar sobrecargado rompa el tensor, conllevando al colapso de muro, ver fig. 4-1.

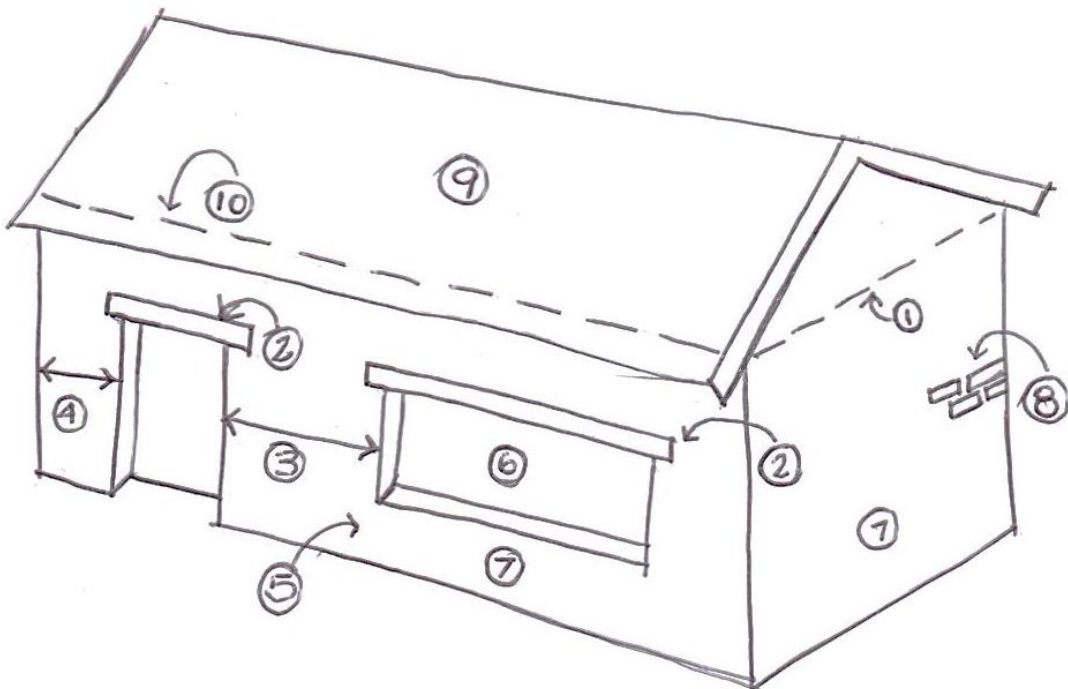


1. Ausencia de un refuerzo horizontal (encadenado, collarín o viga cadena)

# BIOCONSTRUCCION

---

2. Los dinteles no penetran suficientemente en la mampostería
3. El ancho de muro entre los vanos de la ventana y la puerta es demasiado angosto
4. El ancho entre los vanos de la ventana y la puerta en relación a las esquinas es demasiado angosto
5. Ausencia de un sobrecimiento (zócalo)
6. El vano de la ventana es demasiado ancho
7. El muro es muy largo y delgado sin tener elementos de estabilización
8. La calidad de la mezcla del mortero es pobre (con una baja capacidad aglutinante), las uniones verticales no están completamente rellenas, las uniones horizontales son demasiado gruesas (más de 1,5 cm)
9. La cubierta es demasiado pesada
10. La cubierta tiene un arriostramiento débil con el muro.



# SELECCIÓN DE TIERRA

### Suelos apropiados

Para clasificar una buena tierra para construcción, se puede guiar por su apariencia y su color, aunque es mejor hacer unos adobes de muestra y hacerlos pasar por ciertas pruebas.

Para que la tierra este clasificada con el objeto de construir es necesario que contenga arena y arcilla.

Existen varios materiales, y métodos para estabilizar la tierra para construcción, adhiriendo productos como fibras, jugos de ciertas plantas, productos industriales como ácidos, resinas, sales y otros.

Entre los productos industriales, el asfalto, el cemento y la cal son bastante comunes, pudiéndose utilizar con facilidad.

Entre los componentes básicos de suelos que forman los adobes en el medio, se encuentran:

La arena: cuya clasificación está entre los suelos finos que pasa en un 50% el tamiz No. 4 y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.05mm de diámetro, tiene una característica muy importante que es la de comprimirse al recibir una carga en su superficie.

Se ha observado que el componente del suelo que más influye en la resistencia des el porcentaje de arenas, se puede incrementar la resistencia aumentando este material hasta un 60% y, a partir de este punto, la resistencia no aumenta sino que se produce una pérdida de trabajabilidad y puede ocasionar demasiadas contracciones y rajaduras en los adobes.

La composición físico-química de un suelo determinado no se puede generalizar, por cuanto, además de costoso resulta poco práctico en algunas zonas del país.

La granulometría debe ser la apropiada, menos del 45% del material debe pasar por el tamiz No. 200 y tampoco debe ser mayor que 5 mm.

La arcilla: tiene un color que varía de gris oscuro a negro. La arcilla en forma general es un suelo que posee una característica que lo diferencia de otros; por la resistencia que presenta aun con esfuerzos exteriores nulos.

# BIOCONSTRUCCION

---

Así mismo, la resistencia de la arcilla varia por límites muy amplios, dependiendo de lo bajo o alto que sea el contenido de agua del suelo, así como dentro de otras causas de su estructura.

Las arcillas al tener un gran contenido de agua presentan una baja resistencia.

Limos: el limo consiste en partículas minerales naturales muy pequeñas de 0.002 pulgadas (0.05 mm), las cuales carecen de plasticidad y tienen poca o ninguna resistencia en seco.

El limo tiene que estar en cantidades proporcionales para que el suelo sea apto para construir.

Material selecto: es un material ligeramente arenoso que igual a la arcilla es utilizado muchas veces de cemento y es muy usado en nuestro medio para la construcción de adobes. Algunas veces presenta un color rojizo o gris claro.

## **Análisis de suelo**

El material debe tener natural y adecuada proporción de arena y arcilla. No existe una clasificación de suelos que determina con exactitud una selección estándar ya que es tan variable como las distintas clases de tierra que existen.

No se puede determinar qué porcentaje de arcilla y arena debe ser recomendable, pero en informaciones obtenidas, pareciera que el contenido de arena debe ser mayor al de arcilla sin sobrepasar un 60%. Debe establecerse un balance entre materiales componentes de un suelo ya que ni las arcillas, ni arenas puras son adecuadas para la elaboración de adobes.

La humedad es muy importante, es necesario hacer un muestreo del material para definir la plasticidad de la mezcla en la práctica.

Es de tomar en cuenta que la mezcla debe realizarse muy bien antes de confeccionar los adobes, debiéndose dejar reposar las mezclas bajo techo.

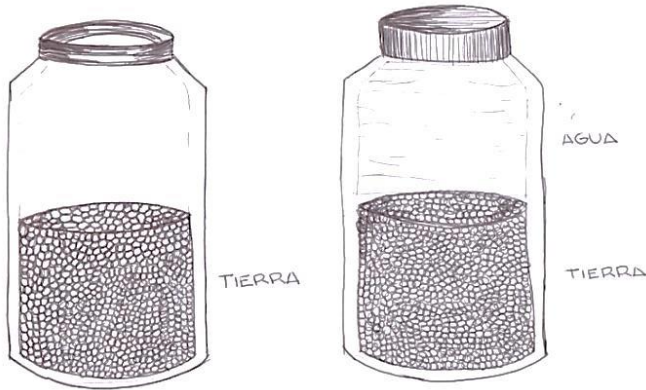
## **Pruebas de selección**

Son Pruebas cuyo resultado nos dará a conocer la calidad de la tierra analizada y si es apropiada para fabricar adobes.

Una vez seleccionada la cantera mediante las pruebas que a continuación se indican; es recomendable, antes de proceder a la producción masiva de adobes, fabricar adobes de prueba y efectuar el control de calidad correspondiente.

## Prueba granulométrica (Prueba de la botella)

Sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limos y arcilla) de la tierra.



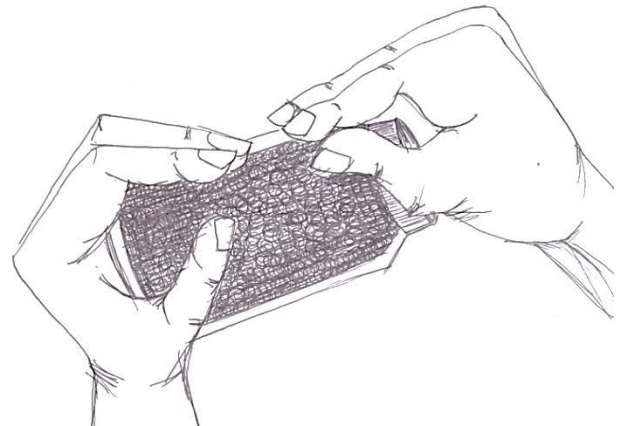
botella hasta que todas las partículas de la tierra estén en suspensión.

Poner la botella sobre una mesa y esperar que todas las partículas de arena reposen al fondo. Las partículas de arena reposaran inmediatamente. Las partículas de limos y arcilla durante algunas horas.

Llenar con tierra tamizada utilizando tamiz No. 4 una botella de boca ancha de un litro de capacidad hasta la mitad de su altura.

Llenar la parte restante con agua.

Agitar vigorosamente la



Finalmente medir las capas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla. Se recomienda que la cantidad de arena que fluctúe entre 1.5 a 3 la cantidad de limos y arcilla. Por ejemplo, si tenemos una altura de 3 cm con limos y arcilla, la altura de arena deberá estar comprendida entre 4.5 a 9 cm.

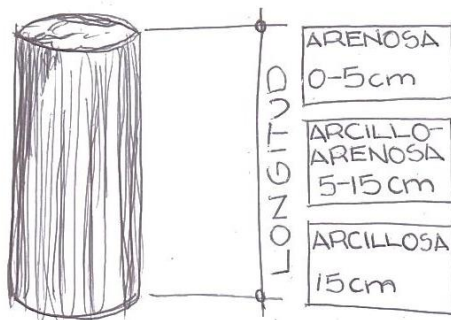
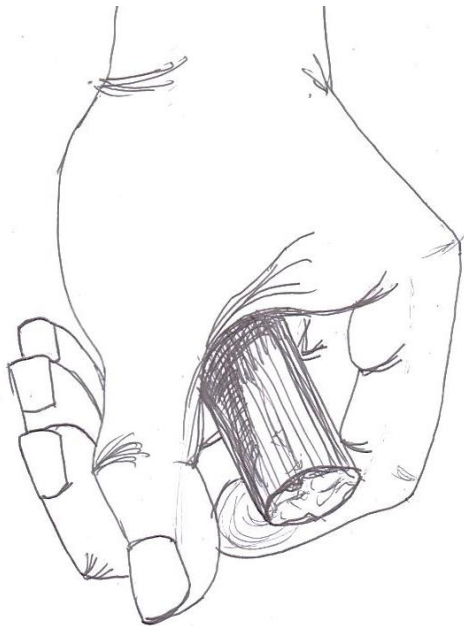
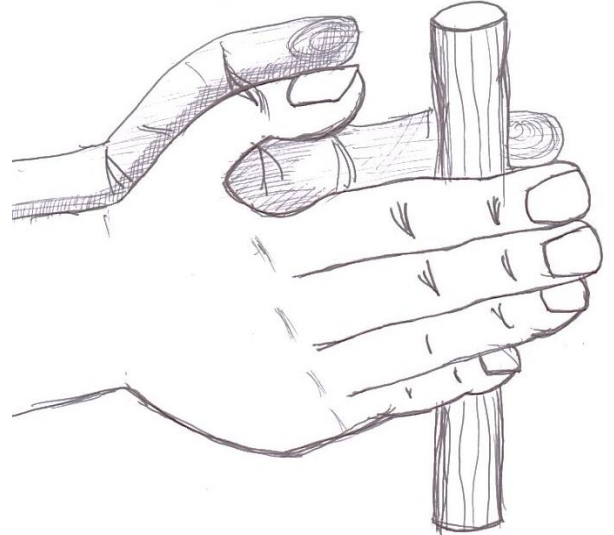
# BIOCONSTRUCCION

## Prueba de plasticidad (Prueba del rollo)

Sirve para determinar la calidad de la tierra y nos permite saber si esta es arcillosa, arenosa o arcillo-arenosa.

Consiste en formar con tierra humedecida un rollo de 1.5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud de extremo que se rompe.

Se presentan 3 casos.



### TIERRA ARENOSA (Inadecuada)

Cuando el rollo se rompe antes de alcanzar los 5 cm.

### TIERRA ACILLO-ARENOSA (Adecuada)

Cuando el rollo se rompe al alcanzar una longitud entre 5 y 15 cm.

### TIERRA ARCILLOSA (Inadecuada)

Cuando el rollo alcanza una longitud mayor de 15 cm.



## Prueba de resistencia (Prueba del disco)

Consiste en amasar tierra húmeda y elaborar 5 discos de 3 cm de diámetro por 1.5 de espesor, dejarlos secar 48 horas y luego tratar de romperlos.

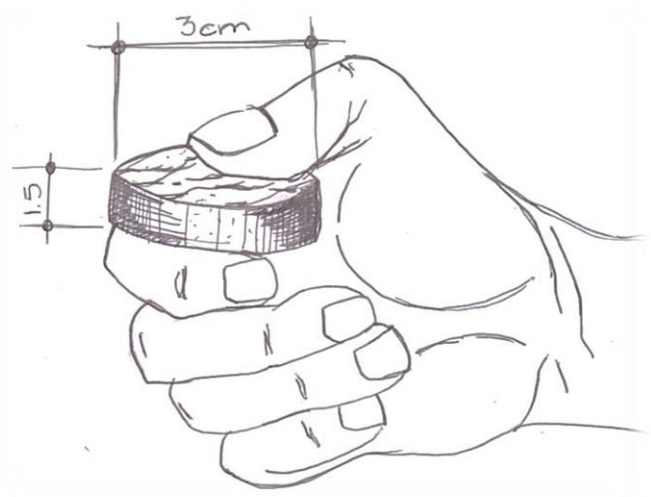
Se presentan dos casos:

### BAJA RESISTENCIA (Inadecuada)

Cuando el disco se aplasta fácilmente.

### MEDIA O ALTA RESISTENCIA (Adecuada)

Cuando el disco se aplasta con dificultad o se rompe con un sonido seco.

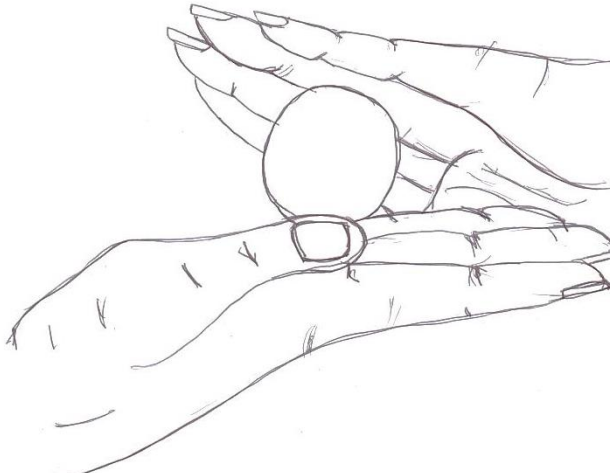




# BIOCONSTRUCCION

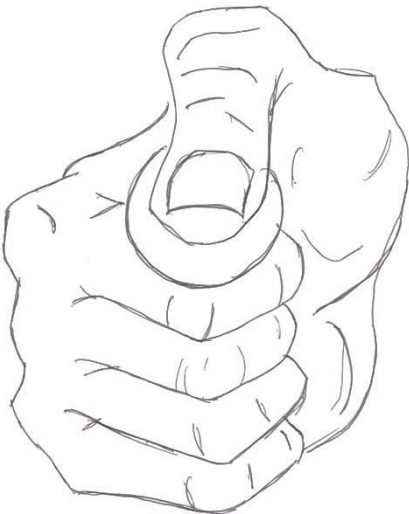
---

## Prueba de resistencia (Prueba de la bolita)



Para saber si el suelo tiene suficiente arcilla se puede realizar la siguiente prueba.

Con el barro de la cantera haz 6 bolitas de 2 cm., dejándolas secar durante 48 días bajo techo.

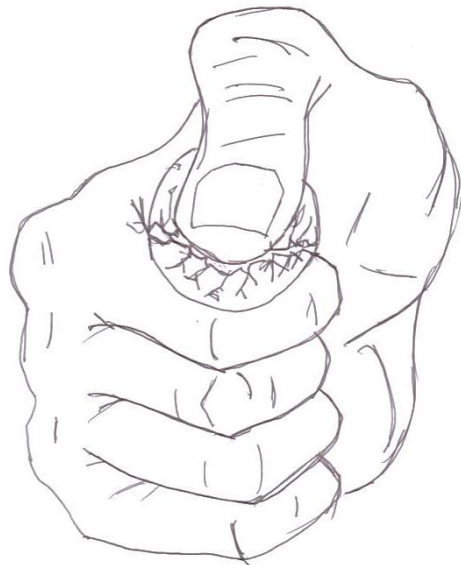


### **MEDIA O ALTA RESISTENCIA (Adecuada)**

Si no rompe, entonces. El suelo tiene suficiente arcilla.

### **BAJA RESITENCIA (Inadecuada)**

Si se rompe, entonces. El suelo no tiene suficiente arcilla.



# ESTABILIZADORES

La tierra que no posee las características deseadas para una construcción particular puede ser mejorada añadiendo uno o más estabilizadores. Cada estabilizador puede cumplir uno (o a lo sumo dos) de las siguientes funciones:

Incrementa la resistencia a la compresión y al impacto de la construcción de tierra, y también reduce su tendencia a la dilatación o contracción, *aglomerando* las partículas de suelo unas a otras.

Reduce o elimina completamente la absorción de agua (que causa dilataciones, contracciones y erosión) *sellando* todos los vacíos y poros, y cubriendo las partículas de arcilla con una película impermeable.

Reduce el agrietamiento *dándole flexibilidad* la cual permite que el suelo se expanda o contraiga en algún grado. Reduce la expansión y contracción excesiva *reforzando* el suelo con material fibroso.

El efecto de la estabilización se incrementa generalmente cuando el suelo se compacta. Algunas veces la compactación sola es suficiente para estabilizar el suelo, sin embargo, sin un estabilizador apropiado, el efecto puede no ser permanente, particularmente en el caso de una mayor exposición al agua.

Pero, *antes de considerar el uso de un estabilizador* se deben investigar los siguientes puntos:

¿El suelo disponible satisface los principales requerimientos incluso sin estabilización? Esto depende del clima local, riesgos naturales y el tipo de construcción.

¿El diseño de la edificación toma en cuenta las características y limitaciones del material? Ejemplos de un diseño apropiado es construir en niveles altos e incorporar capas para proteger de la humedad (para minimizar el daño de la absorción capilar) y proporcionar aleros anchos en los techos (para proteger contra la lluvia y la radiación solar).

¿Es realmente necesaria la estabilización de toda la construcción, o puede ser suficiente una buena protección para la superficie (por ejemplo, elucido estabilizado)?

Reduciendo la necesidad de estabilización, se pueden ahorrar considerables costos, tiempo y esfuerzo.

## Tipos de estabilizadores

Un gran número de sustancias podrían ser utilizadas para estabilizar el suelo, y se están realizando muchas investigaciones para encontrar el estabilizar más adecuado para cada tipo de suelo. Pero, a pesar de estos esfuerzos de investigación, no hay un estabilizador "milagroso" que pueda ser utilizado en todos los casos. La estabilización no es una ciencia exacta, por ello depende del constructor hacer bloques de prueba con diferentes tipos y cantidades de estabilizadores, los cuales se pueden ensayar.

Los *estabilizadores disponibles en la naturaleza* más comúnmente utilizados en construcciones tradicionales son:

**Arena**

**Paja y fibras de plantas**

**Jugos de plantas (savia látex, aceites).**

**Cenizas de madera.**

**Excremento de animal (principalmente estiércol y orina de caballo).**

**Otros productos de animales (sangre, pelo, cola, hormigueros).**

Los *estabilizadores manufacturados* más comunes, (por ejemplo, productos y subproductos de las industrias locales o de los grandes procesos industriales) son:

**Cal viva y puzolana.**

**Cemento Portland.**

**Yeso.**

**Asfalto.**

Estabilizadores de suelo comerciales.

**Silicato de sodio ("vidrio soluble")**

**Resinas**

**Sueros**

# BIOCONSTRUCCION

---

Estos estabilizadores son descritos brevemente a continuación. La elección del estabilizador más adecuado dependerá principalmente de los costos y de la disponibilidad local, pero también en cierto grado de la aceptación local.

## **Arena y arcilla**

Estas son empleadas para corregir la calidad de la mezcla de suelo, esto es, se añade arena al suelo arcilloso o se añade arcilla al suelo arenoso.

La mezcla deberá hacerse en seco, de lo contrario no será uniforme.

La arcilla seca usualmente se encuentra en forma de terrones duros, que tienen que ser bien triturados antes del mezclado.

## **Paja, fibras de vegetales**

Estas actúan como refuerzos, especialmente para moderar el agrietamiento en suelos con gran contenido de arcilla.

Estas también hacen más livianos el suelo, incrementan sus propiedades aislantes (buena en regiones áridas y serranía) y aceleran el proceso de secado (proporcionando canales de drenaje).

La paja es universalmente el refuerzo más común del suelo; casi cualquier tipo es aceptable (trigo, centeno, cebada, etc.), también el rastrojo de la mayoría de las cosechas de cereal.

Otras fibras vegetales son sisal o henequén, cáñamo, hierba de elefante, estopa (fibra de coco), bagazo, aguja de pino (residuo de caña de azúcar), etc.

Para obtener resultados satisfactorios, la proporción mínima de refuerzos vegetales es 4% por volumen; de 20 a 30 kg. Por m<sup>3</sup>.

Como los refuerzos vegetales tienden a debilitar el producto final e incrementar la absorción de agua, debe evitarse el uso excesivo.

La paja y las fibras deben ser cortadas a una longitud no mayor de 6 cm, y mezcladas completamente con el suelo para evitar la formación de pequeños nidos.

## Jugos de plantas

El jugo de hojas de plátano mezclados con cal mejora la resistencia a la erosión y disminuye la absorción de agua.

Añadiendo el látex de ciertos árboles (por ejemplo, euphorbia, hevea) o jugo concentrado de sisal en forma de cola orgánica se obtiene una menor permeabilidad.

Las grasas y aceites vegetales deben secarse rápidamente para que sean efectivas y proporcionen resistencia al agua. Algunos ejemplos son aceites de linaza, coco y algodón; el aceite de ricino es muy efectivo, pero es caro.

El aceite de miraguano también puede ser efectivo. Este se hace tostando semillas de miraguano, pulverizándolos finamente y mezclándolo con agua (10 kg. de polvo: 20 a 25 litros de agua).

## Cenizas de madera

La ceniza de madera dura, usualmente es rica en carbonato de calcio y tiene propiedades estabilizadoras, pero no siempre es adecuada para suelos arcillosos. Algunas cenizas incluso pueden ser dañinas al suelo.

Más efectivo parece ser añadir de 5 a 10% (por volumen) de cenizas blancas finas, de madera dura completamente quemada. Con esto se mejora la resistencia a la compresión en seco.

Las cenizas no mejoran la resistencia al agua.

## Excremento de animal

Principalmente son empleados para estabilizar enlucidos.

El estiércol es el estabilizador más común, valioso principalmente por su efecto reforzador (debido a las partículas fibrosas) y característica de repeler los insectos. No se mejora significativamente la resistencia al agua, y se reduce la resistencia a la compresión.

El estiércol de caballo o camello son alternativas menos empleadas.

La orina de caballo como sustituto del agua de mezclado elimina efectivamente el agrietamiento y mejora la resistencia a la erosión. Se obtienen mejores resultados añadiendo cal.

A pesar de sus ventajas estos materiales tienen poca aceptación social en las mayorías de las regiones, mientras que en otras (principalmente en áreas rurales de Asia y África) son materiales tradicionales bien aceptados.

## Otros productos animales

La Sangre fresca de toro combinado con cal puede reducir enormemente el agrietamiento, sin embargo, también tiene poca aceptación social.

La piel y el pelo animal es empleado usualmente para reforzar enlucidos.

La cola (pegamento) de animales, hechos de cuernos, huesos, pezuñas y pellejos, mejora la resistencia a la humedad.

Los Hormigueros, como se sabe resisten la lluvia, pueden ser pulverizados y empleados como estabilizador para suelos arenosos.

## Cal viva y puzolana

Los suelos arcillosos (con límites líquidos en la región de 40% o más) solo puede ser estabilizado con cal, ya que en el suelo reacciona con las partículas de arcilla formando un aglomerante.

Para suelos con un bajo contenido de arcilla, se puede añadir a la cal una puzolana adecuada (por ejemplo, cenizas volantes, cenizas de cascara de arroz), para producir un aglomerante cementoso.

La cal viva ( $\text{CaO}$ ), producida al calcinar piedra caliza, puede ser empleada para estabilizar, pero tiene varias desventajas: tiene que ser bien triturada antes de emplearse; se pone muy caliente (más de  $150^\circ\text{C}$ ) y puede quemar la piel; el calor de hidratación tiende a secar rápidamente el suelo, con el riesgo de dilatar la hidratación por varios meses.

La cal apagada o hidratada ( $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ), elaborada añadiendo agua a la cal viva, tiene menos desventajas. Puede ser empleada como polvo seco (disponible en bolsas), como lechada de cal (cal apagada con exceso de agua) o como masilla de cal (una masa viscosa).

La proporción correcta de cal (con o sin puzolana) no puede ser generalizada, se necesita determinarla a través de una serie de ensayos. La cantidad de cal adecuada puede variar de 3 a 14% por peso seco, dependiendo de la cantidad de arcilla (más arcilla necesita más cal).

# BIOCONSTRUCCION

---

El suelo seco debe ser triturado (ya que el suelo arcillosos generalmente contiene terrones duros) y mezclado completamente con la cal. La mayoría de suelos puede secarse y romperse con la cal viva.

La mezcla húmeda de suelo-cal se mantiene mejor en ese estado bajo techo por uno o dos días, luego de los cuales la cal habrá roto los terrones de arcilla restantes. El suelo se mezcla nuevamente (de ser necesario se añade una puzolana) produciendo una masa homogénea, que puede ser empleada inmediatamente en la construcción. (La proporción de cal: puzolana puede variar entre 1:1 y 1:3).

El curado del suelo estabilizado con-cal tarda aproximadamente seis veces más que el curado del suelo estabilizado - con cemento. Las altas temperaturas y la humedad ayudan a mejorar la resistencia a compresión final. Esto se puede obtener curando con una lámina plástica, o en una cámara cerrado con planchas de hierro onduladas, por o menos dos semanas. La resistencia final se obtiene después de dos o seis meses.

El curado puede acelerarse añadiendo cemento justo antes de ser empleado en una construcción. La piedra caliza con un alto contenido de arcilla produce un tipo especial de cal, llamado cal hidráulica, que fragua como el cemento. La estabilización del suelo con cal hidráulica reduce el período del curado, pero puede que no se obtenga resistencias suficientes.

## **Cemento portland**

Los suelos con bajo contenido de arcilla se estabilizan mejor con cemento Portland, el cual aglomera las partículas de arena y grava como el concreto, esto es, reacciona con el agua de la mezcla de suelo para producir una sustancia que llena los vacíos, formando una película continua alrededor de cada partícula, aglomerándolas todas unidas.

La reacción del cemento y el agua (conocido como hidratación) libera hidróxido de calcio (cal apagada) que reacciona con las partículas de arcilla para formar un tipo de aglomerante puzolánico. Si el contenido de arcilla es demasiado bajo, la cal permanece libre. Esto puede remediarse sustituyendo una proporción (de 15 a 40% por peso) de cemento por una puzolana, que usualmente es más barata que el cemento.

Igual que los morteros de cemento-arena, las mezclas de suelo-cemento se vuelven más trabajables añadiendo cal. Si el contenido de arcilla es alto, la cal adicional reacciona con ésta estabilizando más el suelo.

# BIOCONSTRUCCION

---

El contenido de cemento apropiado variará de acuerdo a los aspectos antes mencionados. Se recomienda un mínimo del 5%, mientras que un contenido de cemento mayor del 10% es considerado inadecuado, debido al alto costo de cemento.

El suelo y el cemento se deben mezclar secos, y el agua debe añadirse y mezclarse completamente justo antes de su utilización, ya que el cemento comienza a reaccionar con el agua inmediatamente.

Una vez que el cemento ha empezado a endurecerse, se vuelve inservible. El suelo-cemento no puede ser reciclado.

Mientras mejor se mezcle el suelo, mayor es la resistencia final, que se obtiene por compactación (por ejemplo, con apisonador o prensa de bloques).

El Cemento Portland es el estabilizador que proporciona la mayor resistencia mecánica así como resistencia a la penetración del agua, a las dilataciones y a las contracciones.

## Yeso

La estabilización del suelo con yeso no es muy común en la práctica y la información sobre su comportamiento es muy limitada.

El yeso se encuentra en abundancia en muchos países, ya sea como yeso natural o como un subproducto industrial, y es más barato que la cal o el cemento (se produce con menos energía y equipamiento).

Como el yeso mezclado con el agua se endurece rápidamente, los bloques de adobe estabilizado con yeso no requieren prolongados períodos de curado, y pueden ser empleados para la construcción de muros tan inmediatamente después de producidos. Un contenido de yeso de alrededor del 10% es mejor.

Las ventajas de la estabilización con yeso son poca contracción, apariencia lisa y alta resistencia mecánica. Además, el yeso se aglomera bien con las fibras (particularmente con el sisal), es muy resistente al fuego y no es atacado por insectos o roedores.

La principal desventaja del yeso es su solubilidad en el agua, por lo cual requiere de cuidadosas medidas de protección: protección contra la lluvia en muros exteriores mediante enlucidos, enchapados o techos con aleros amplios; protección de la humedad interna generada, evitando el vapor de agua (en las cocinas) y la condensación; protección contra la absorción capilar mediante membranas impermeables.



## Asfalto

Para la estabilización del suelo se puede emplear asfalto diluido, (esto es, mezclado con un disolvente como es la gasolina, kerosene o nafta), o como una emulsión (esto es, diluido en agua).

Después de mezclar el suelo con el asfalto diluido, se debe extender antes de emplear el material en la fabricación de bloques para permitir que el disolvente se evapore. Es mejor mezclar el asfalto diluido con una pequeña cantidad de suelo, para luego mezclarlo con el suelo restante.

Las emulsiones de asfalto generalmente son muy fluidas y se mezclan fácilmente con suelo húmedo. Se debe evitar mezclar excesivamente para prevenir la descomposición prematura de la emulsión, llevando a incrementar la absorción de agua después del secado. Las emulsiones deben diluirse en el agua de mezclado.

Las mezclas de suelo para su compactación no deben ser demasiadas húmedas, por ello debe añadirse una menor cantidad de estabilizador.

El contenido de asfalto debe ser de 2 a 4%. Mayores proporciones producen resistencias a compresión peligrosamente bajas.

El suelo estabilizado con asfalto debe ser curado en aire seco a una temperatura aproximadamente de 40°C.

Aunque la estabilización con asfalto no mejora la resistencia de la tierra, sí reduce significativamente la absorción de agua. En otras palabras, aunque la resistencia de suelo en seco no es muy alta, ésta no se reduce cuando se humedece.

La estabilización con asfalto es más efectiva en suelos arenosos y limosos con un límite líquido entre 25 y 35% y un índice de plasticidad entre 2.5 y 13%.

La presencia de materia orgánica ácida, sulfatos y sales minerales puede ser muy dañina. Un posible remedio es añadir 1% de cemento.

## Estabilizadores comerciales

Principalmente son productos químicos manufacturados, desarrollados en un principio para estabilizar la tierra empleada en la construcción de carreteras.

Estos estabilizadores químicos trabajan esencialmente como impermeabilizantes. En general, no mejoran la resistencia a compresión del suelo.

# BIOCONSTRUCCION

---

Las cantidades requeridas de estos estabilizadores varían entre 0.01 y 1% por peso, por ello para obtener una distribución uniforme se necesita un mezclado bastante completo.

## Solución de Silicato de Sodio

El silicato de sodio, conocido como «vidrio soluble», es barato y disponible en muchas partes del mundo.

Trabaja mejor con suelos arenosos, como arenas arcillosas y arenas limosas, pero no es adecuado para suelos arcillosos.

El silicato de sodio trabaja como impermeabilizantes y también evita el crecimiento de hongos.

Si es mezclado con el suelo, la cantidad usual es de 5%.

Sin embargo. Es mejor emplearlo como recubrimiento superficial hechos de silicato de sodio comercial: agua limpia en una proporción de 1:3.

Los bloques de suelo son sumergidos en la solución aproximadamente por un minuto, después que se aplica la solución con una brocha dura. Se repite el procedimiento por segunda vez y se dejan secar los bloques en un lugar protegido por siete días como mínimo.

Se obtiene una penetración más profunda de la solución, añadiendo una pequeña cantidad de algún agente activo superficial.

## Resinas

Las resinas son extractos vegetales procesados tales como la savia de los árboles, o subproductos de diversos procesos industriales.

Se han realizado muchos trabajos de investigación sobre estos materiales y se han obtenido extraordinarios resultados con la estabilización con resina.

Las principales ventajas son resistencia al agua (aunque no en todos los casos), rápido fraguado y solidificación de suelos muy húmedos.

Sin embargo, las principales desventajas son el alto costo, tecnología de producción sofisticada y la necesidad de mayores cantidades que los estabilizadores convencionales. Las resinas a menudo son tóxicas y degradable por los agentes biológicos.

## Sueros

El suero (caseína) es un líquido rico en proteínas formado al hacer requesón. Su empleo en edificaciones será muy limitado en la mayoría de países en desarrollo, debido a su valor nutritivo. Sin embargo, en regiones en donde se produce suero en exceso, su uso como estabilizador superficial para construcciones de tierra se considera muy valioso.

Añadiendo suero a un mortero de suelo-cal o a una lechada de cal se obtiene una protección superficial contra los agentes atmosféricos, sin que el suelo pierda la capacidad de respirar.

Para obtener una buena adherencia y evitar grietas, la lechada de cal debería aplicarse en dos o tres capas delgadas. Emplear el suero como imprimación también puede dar buenos resultados.

## Melaza

La melaza es un producto secundario de la industria azucarera.

Añadiendo melaza al suelo se mejora su resistencia a la compresión y se reduce la capilaridad del suelo.

Trabaja bien con suelos limosos y arenosos. En el caso de suelos arcillosos, se debe añadir pequeñas cantidades de cal a la melaza.

La cantidad de melaza añadida normalmente al suelo es aproximadamente de 5% por poso del suelo.

## Como utilizar los estabilizadores

Aunque ya se mencionó el uso de cada estabilizador, resumiremos algunas reglas generales:

El beneficio completo de emplear un estabilizador se alcanza sólo si éste hace contacto con cada partícula del suelo, por ello, se necesita un mezclado bastante completo.

Para encontrar la mejor combinación y las mejores proporciones de estabilizadores para un suelo determinado se necesita mucha preparación y muchos ensayos. Vale la pena gastar tiempo y esfuerzo, incluso si se toma uno o dos meses de preparación.

La única manera de determinar la proporción correcta de estabilizador es hacer de 5 a 7 bloques de prueba por cada mezcla y someterlos a una serie de ensayos,

# BIOCONSTRUCCION

---

tales como los ensayos de resistencia a compresión después de diferentes períodos de secado, ensayos de secado y humedecimiento prolongado, e inmersión en agua.

Los bloques estabilizados con cal y cemento portland necesitan ser curados en húmedo por lo menos 7 días para que obtengan resistencia.

Los programas de ensayos deben tomar en cuenta las condiciones climáticas locales, la posibilidad de heladas, y similares. La elección del estabilizador también diferirá entre las regiones áridas y húmedas.

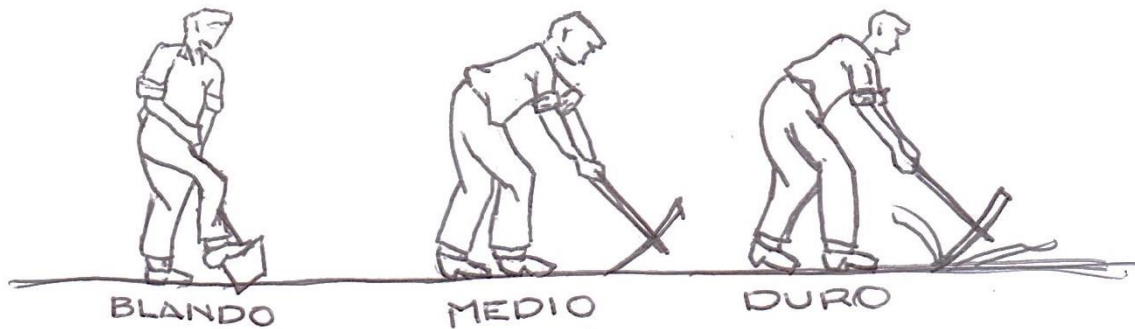
Debe recordarse que los bloques de prueba sólo necesitan una pequeña cantidad de suelo, la cual es fácil de mezclar. Durante la construcción real o la producción de bloques en serie, el mezclado de grandes cantidades de suelo es más difícil, de modo que debería añadirse una proporción ligeramente mayor de estabilizador (excepto en el caso del cemento).

El propósito de estos ensayos siempre es encontrar la menor cantidad de estabilizador que satisfaga los requerimientos. Muy a menudo los requerimientos específicos son injustificablemente altos originando elevados costos innecesariamente.

## CIMENTACIONES

El estudio de la cimentación debe iniciar con el conocimiento de las características del suelo sobre el que se va a construir.

Clasificación de los suelos:



El ancho de la cimentación depende del peso de muro techos y de la calidad del suelo. Para una misma carga, en terreno blando el cimiento será más ancho que en un terreno duro.

Ancho de cimentación para casas de un piso. El ancho de la cimentación depende de la calidad del suelo y de la carga. La cimentación para los muros podrá ser de concreto, albañilería o suelo estabilizado.

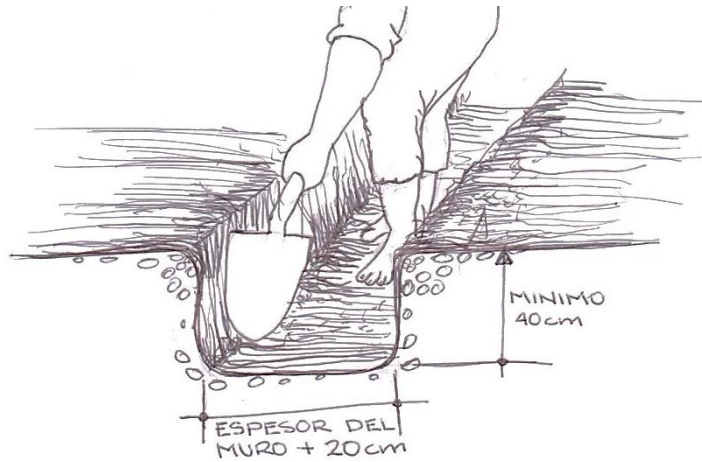
En cimentación con suelo estabilizado se compactan en capas de 10 cm.

|                       |                       |                   |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| <br>80 cm<br>INTERIOR | <br>75 cm<br>EXTERIOR | TERRENO<br>BLANDO |
| <br>60 cm<br>INTERIOR | <br>60 cm<br>EXTERIOR | TERRENO<br>MEDIO  |
| <br>50 cm<br>INTERIOR | <br>45 cm<br>EXTERIOR | TERRENO<br>DURO   |

# BIOCONSTRUCCION

Los cimientos y sobrecimientos para los muros de adobe siguen el mismo proceso de ejecución constructiva que se realiza para una cimentación convencional.

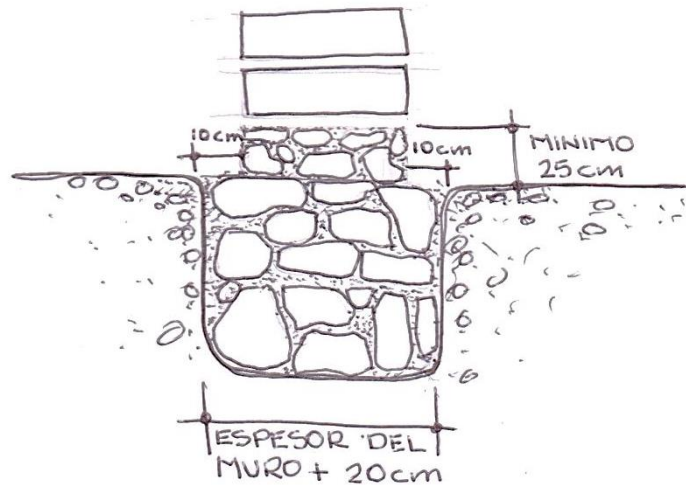
La zanja para el cimiento debe tener una profundidad mínima de 40 cm y ser por lo menos de 20 cm más ancha que el muro a construirse.



Los cimientos se deben hacer de preferencia de concreto ciclópeo las proporciones en volumen de los materiales que se deben utilizar son; 1 de cemento por 10 de hormigón, es decir 1 bolsa de cemento por 5 carretilladas de hormigón.

Se debe añadir la mayor cantidad posible de piedra grande, que normalmente constituya la tercera parte del volumen del cimiento.

El sobrecimiento será de concreto ciclópeo y tendrá una altura mínima de 25 cm sobre el nivel del suelo para proteger las primeras hiladas de adobe de la erosión provocada por las lluvias. Las proporciones en volumen de los materiales que se deben utilizar: 1 de cemento por 8 de hormigón, es decir 1 bolsa de cemento por 4 carretillas de hormigón.



Para el refuerzo de los números se pueden usar materiales locales (madera, caña u otros) estos deberán anclarse en la cimentación.



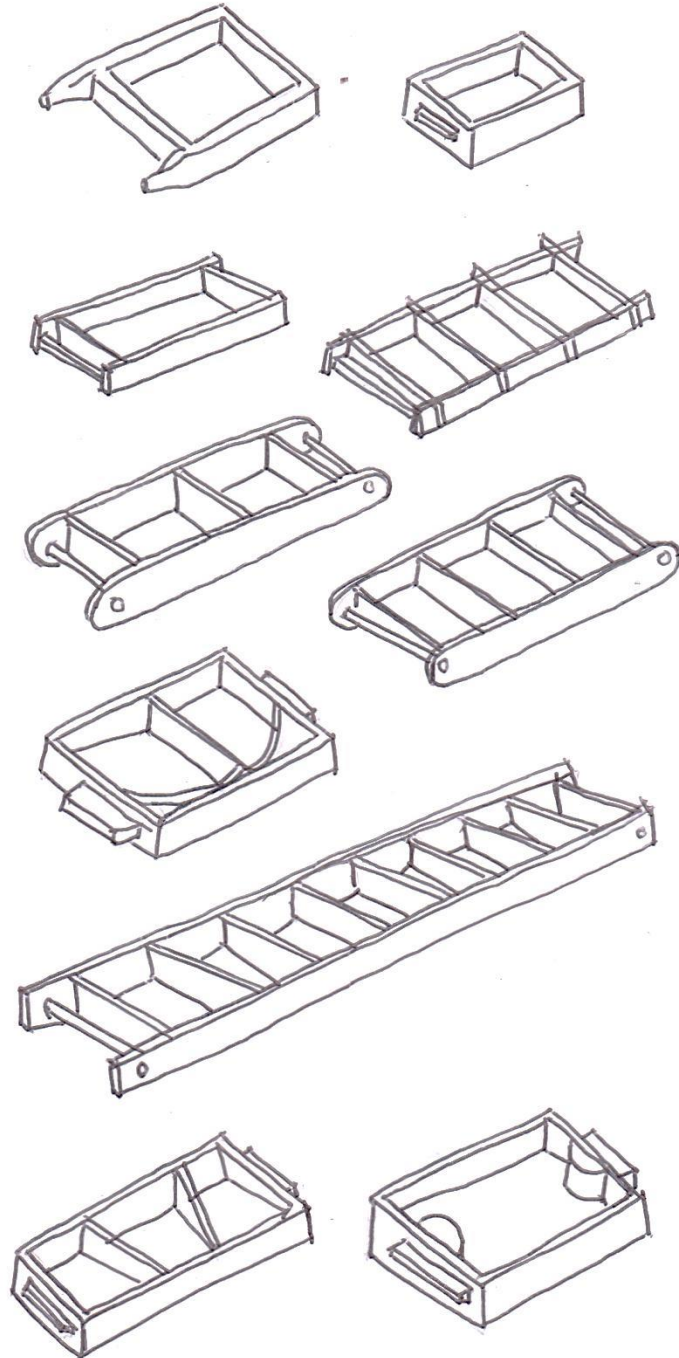
## MUROS DE ADOBE

Los bloques de barro producidos a mano rellenando barro en moldes y secados al aire libre se denominan adobes.

Los bloques más grandes compactados en un molde se denominan bloques compactados o adobones.

La elaboración de los adobes se realiza ya sea rellenando los moldes con un barro de consistencia pastosa o lanzando un barro menos pastoso en el molde.

Hay muchos tamaños y formas de adobes en el mundo, la fig. 5-1 muestra diferentes moldes, que usualmente son de madera. En Latinoamérica las medidas mas comunes son 38 x 38 x 8 cm o 40 x 20 x 10 cm.



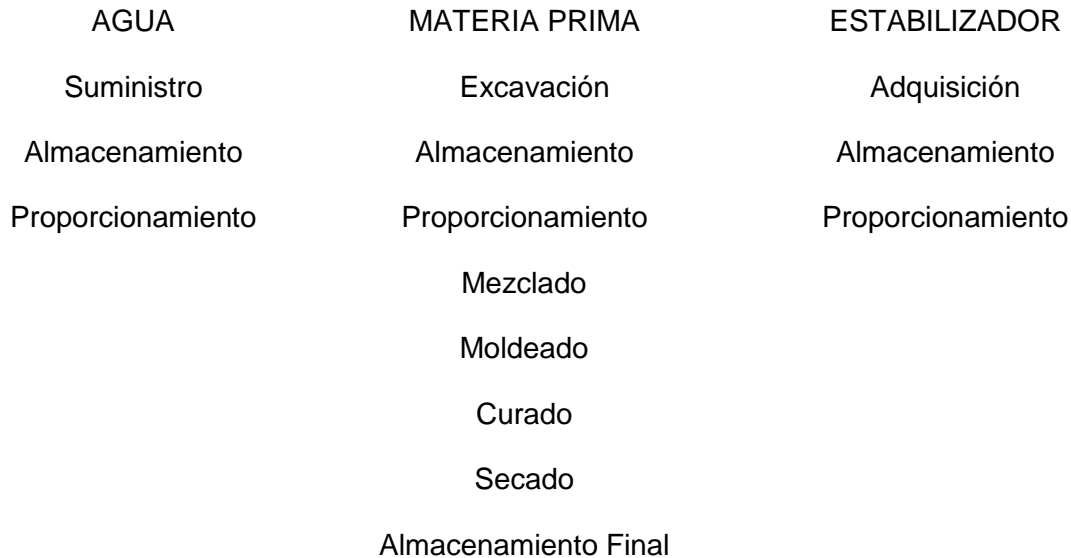
5-1

# BIOCONSTRUCCION

---

La elaboración de adobe constituye uno de los procesos más simples. Los aspectos históricos y geográficos de este proceso son extremadamente variados, por lo que resulta una infinita variedad de procedimientos de producción.

Sin embargo se puede esquematizar dicho proceso según el siguiente diagrama



## Excavación:

El material básico para hacer el adobe se obtiene de bancos que están próximos al área donde se elaborarán, a modo de evitar que los costos suban si el material del terreno donde se contruira es apropiado, pues de allí mismo se obtendrá, siempre que haya abundancia del mismo.

## Almacenamiento:

Este se hace en lugares donde el material no este sujeto a condiciones de tiempo que lo dañen, por ejemplo, viento que lo disperse o lluvia que lo empape.

## Proporcionamiento:

Inicialmente se miden las cantidades de cada elemento que lleva la mezcla. Dicha cantidades están directamente dependientes de la proporción a utilizar, la cual ha sido previamente establecida. Hay que hacer notar que el material en esta etapa de proporcionamiento debe estar previamente tamizado o uniformizado.

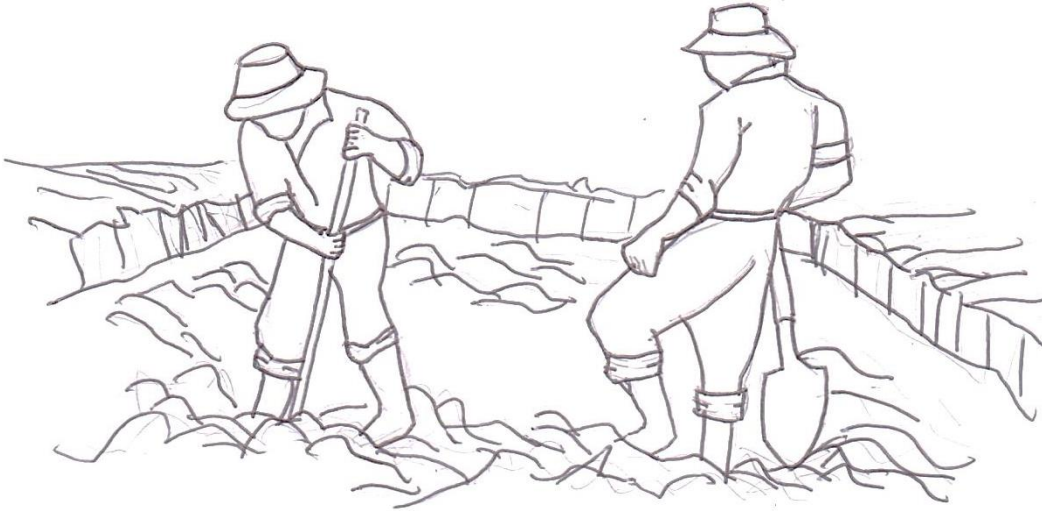


# BIOCONSTRUCCION

---

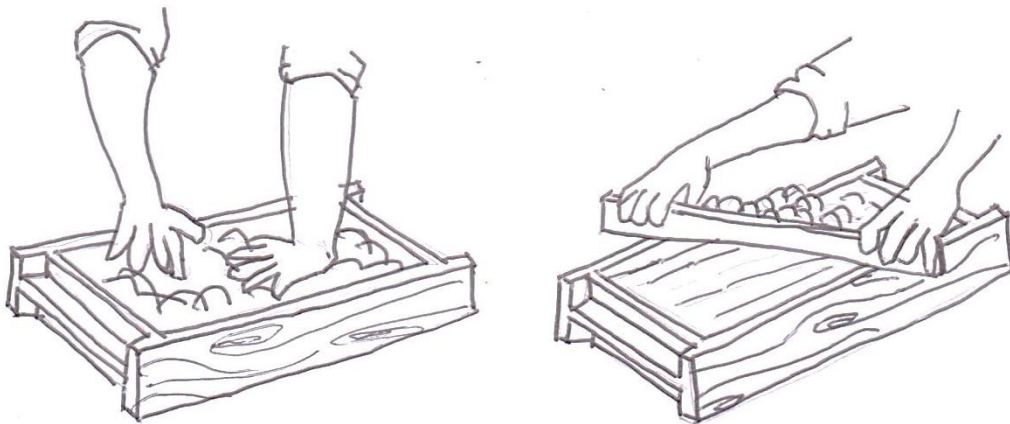
## Mezclado:

En este paso se unen todos los materiales que conforman el producto final. Tener cuidado que el mezclado sea completo a modo de que no existan grumos de uno y otro material sino que todo sea uniforme.



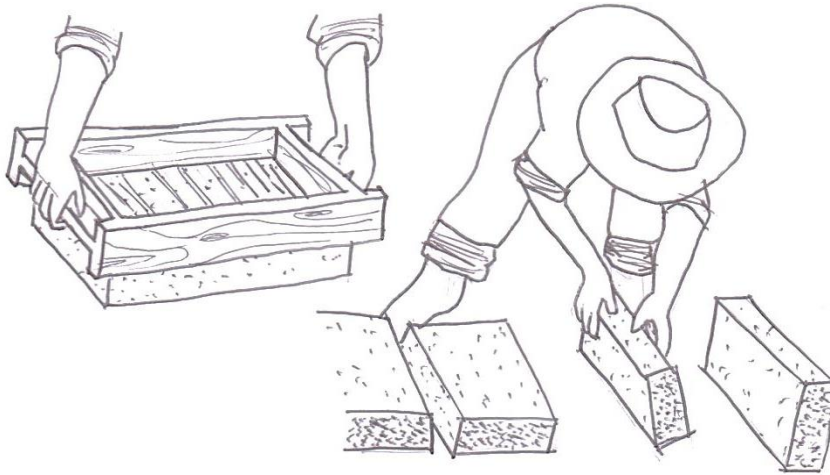
## Moldeado:

Colocar la mezcla en el molde, rellenar bien las esquinas. Ahora, es en esta etapa de “moldeado” en que se procede a la compactación con un mazo o pisón o bien por medio de otros instrumentos. Al terminar su elaboración se quita el molde; para evitar que este se pegue al adobe se le debe limpiar con un trapo humedo y espolvorle arena antes de cada uso.



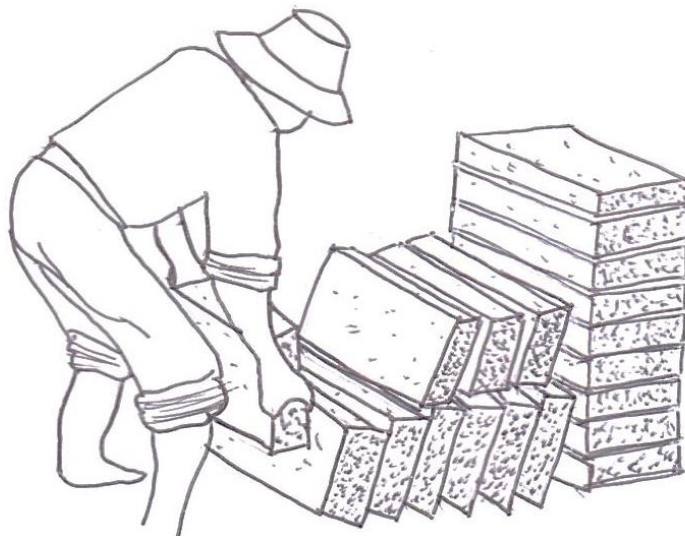
## Curado y secado:

Después de quitar el molde, se deja el adobe durante dos o tres días secándose en la mejor posición y lugar donde fue moldeado: luego se coloca de canto para que haya una mejor circulación de aire y se produzca un secado uniforme. Ahora bien, en el caso de adobes estabilizados con cal y puzolana, es necesario conservar su humedad, así como que estén a una temperatura más elevada que la del ambiente para que haya una buena reacción puzolánica, lo que tiene un efecto especial en su resistencia y durabilidad.



## Almacenamiento final:

A las tres semanas se pueden cargar, apilar y almacenar. Esto debe hacerse en un lugar protegido a modo no estén sujetos a las inclemencias del tiempo.



## Descripción/ Características

Para la realización de la vivienda es importante nunca perder de vista el sistema constructivo que se utilizará para la construcción. Cada elemento dentro del sistema constructivo tiene determinadas funciones. Los siguientes elementos constructivos dependerán del buen funcionamiento sismo resistente de la vivienda: Tipo y trazado del suelo en donde se ubique la vivienda, Tipo y dimensionamiento de la cimentación, el tipo de material utilizado en los muros, refuerzos de muros y otros elementos, tipo de vigas de cerramientos, tipo de estructuras y material utilizado para el techo, el material utilizado para la cubierta de la techumbre, y finalmente el material utilizado en el recubrimiento de los muros.

La producción del bloque de adobe se logra mediante tierra acondicionada con agua y paja, preparada y moldeada en estado plástico y luego secado al sol. Una de las ventajas de la utilización de este tipo de material es que es una materia prima que se encuentra disponible localmente, no es costosa, y es accesible a todos. Uno de los inconvenientes es la utilización abundante de agua, requiere un secado extenso, el tiempo de secado depende del estado climático, y la resistencia al agua es débil en algunos casos.

El adobe de forma rectangular, corresponde bien a la lógica constructiva sismo resistente, su forma se adapta fácilmente al diseño de cualquier vivienda. Las características de su elaboración inciden en su calidad y comportamiento frente al sismo: una tierra conveniente, fibra vegetal seca y agua necesaria. Este tipo de adobe rectangular tiene las siguientes dimensiones: 30cm x 30cm x 10 cm.

El tiempo que tarda el proceso de la elaboración de los adobes es aproximadamente de 12 días, incluyendo extracción, mezclado (preparación y curado), mezclado (transporte y moldeado), secado (duración aproximada de siete días), almacenamiento y transporte al lugar de la construcción.

Es importante mencionar el proceso del mezclado del adobe el cual se realiza en dos etapas principales: primero se mezclan la tierra y el agua, segundo la mezcla de la tierra con agua se integra con la paja hasta lograr una pasta homogénea y plástica.

El mezclado lo pueden llevar a cabo un hombre (con los pies), animales cuadrúpedos (dando vueltas en círculo sobre la superficie de trabajo), o mediante un mezclador industrial (empleados en unidades de producción con medios y recursos, de 5 a 50 m<sup>3</sup> /día). Para conservar la calidad del adobe es necesario

# BIOCONSTRUCCION

---

almacenarlo de manera correcta con el fin de evitar problemas que causa la lluvia y la humedad.

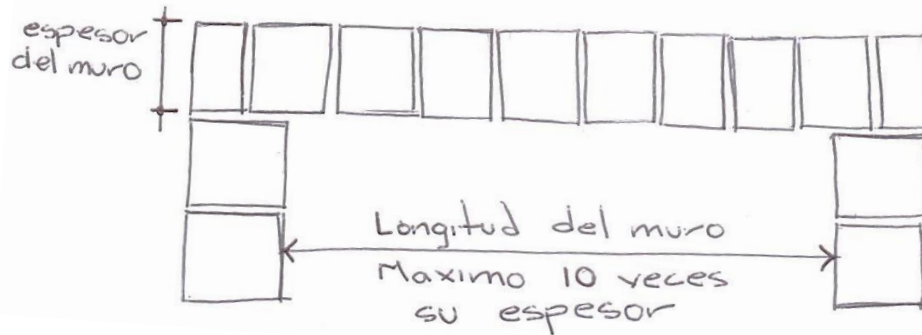
Para el dimensionamiento ideal es necesario seguir las recomendaciones y reglamentos para construcciones sismo resistente en tierra, las cuales parten de un principio básico: un plano simétrico, cuadrado preferiblemente, con aberturas centradas y de dimensiones pequeñas. La distancia máxima de un muro entre los elementos de apoyo vertical será de 10 veces el espesor del muro.

Por ejemplo; si tenemos las dimensiones de adobe de 30 cm x 30 cm x 10 cm, la fórmula para conocer la dimensión máxima de construcción será: ancho del adobe x 10 veces = dimensión máxima de construcción. Dimensión del adobe 30 cm x 10 veces = 300 cm

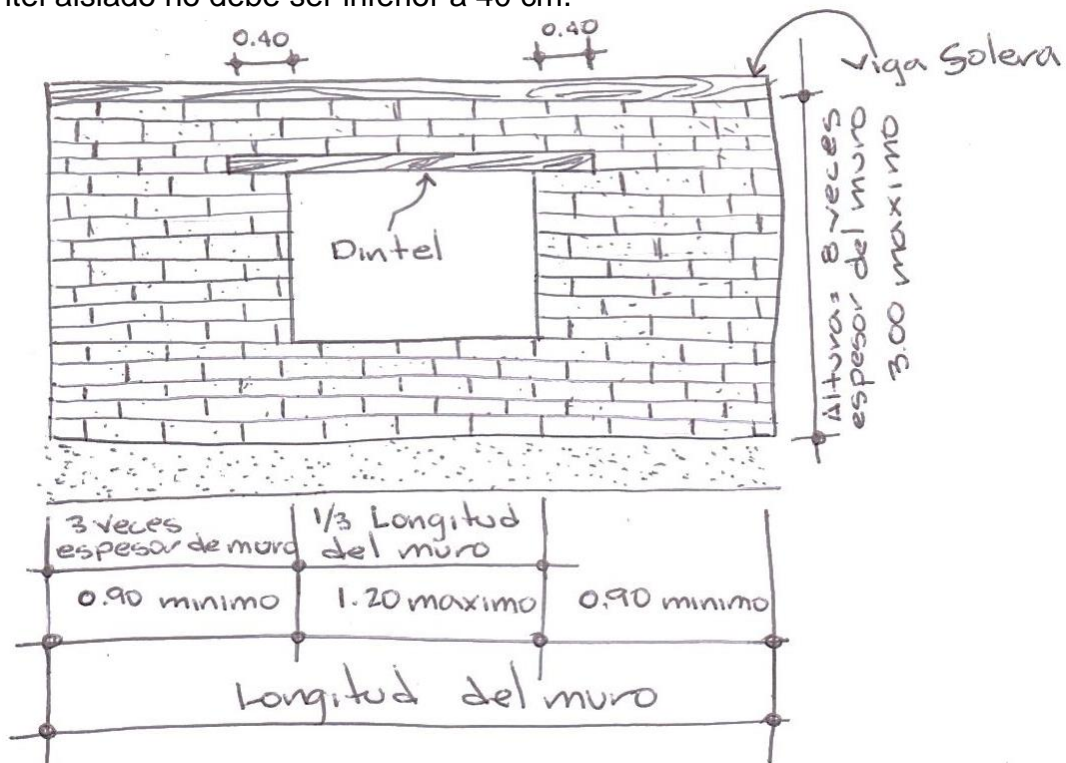
# BIOCONSTRUCCION

## Criterios para el dimensionamiento de muros

La longitud de un muro tomado entre dos contrafuertes o dos muros perpendiculares a él, no debe ser mayor que 10 veces su espesor.



La altura máxima de los muros no debe ser mayor que 8 veces su espesor. Todos los vanos deberán estar centrados. El ancho de un vano no debe ser mayor que 1.20 m. la distancia entre una esquina y un vano no debe ser inferior a 3 veces el espesor del muro y como mínimo 0.90m. La suma de los anchos de vanos en una pared no debe ser mayor que la tercera parte de su longitud. El empotramiento de un dintel aislado no debe ser inferior a 40 cm.



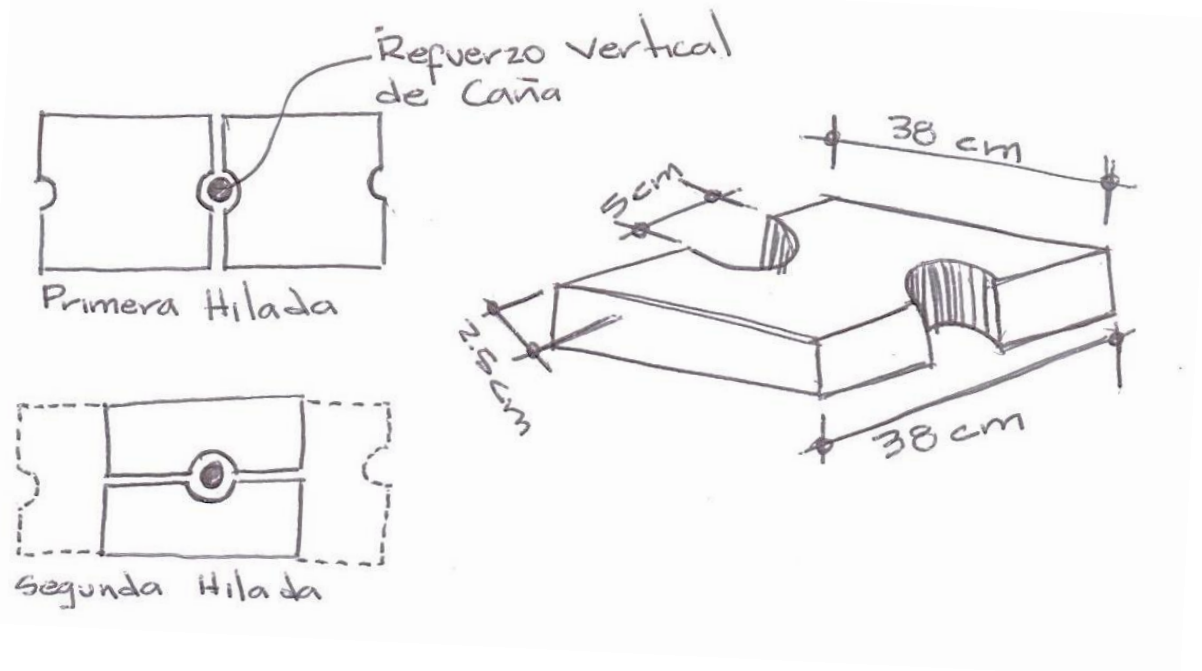
# BIOCONSTRUCCION

## Refuerzos

Las construcciones de adobe serán reforzadas para resistir adecuadamente las sollicitaciones sísmicas. El refuerzo en muros será horizontal y/o vertical.

Como refuerzos horizontales de muros se puede utilizar: caña o similares en tiras colocadas horizontalmente cada 4 hiladas como máximo, colocadas en los encuentros. Se reforzará la junta que coincide con el nivel superior e inferior de todos los vanos. Deberán coincidir los niveles superiores de los vanos (puertas y ventanas).

Como refuerzo vertical, se deberán colocar cañas ya sean en un plano central entre unidades de adobe, o en alveolos de mínimo 5 cm. de diámetro dejados en los bloques. En ambos casos se asegurará la adherencia rellenando los vacíos con mortero. El refuerzo vertical de caña deberá estar anclado a la cimentación y fijado a la solera superior, se usará caña madura y seca.



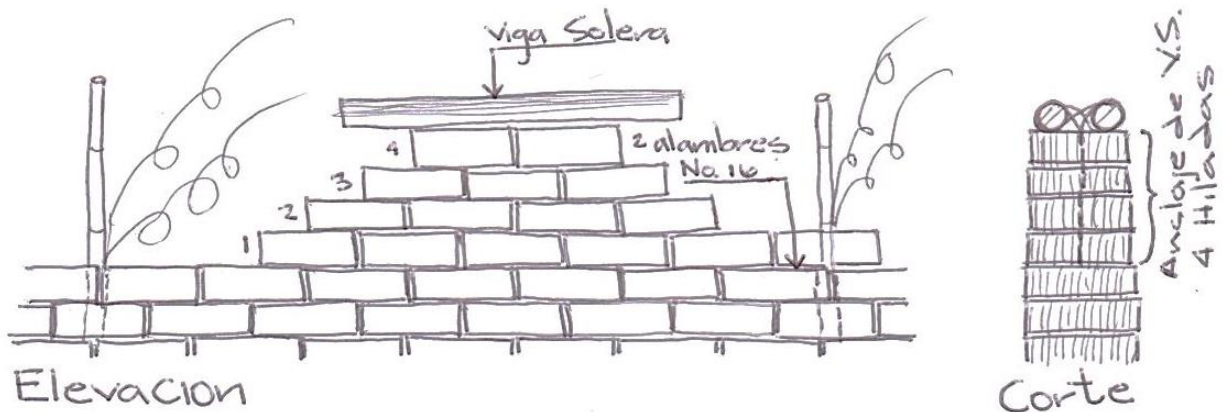


# BIOCONSTRUCCION

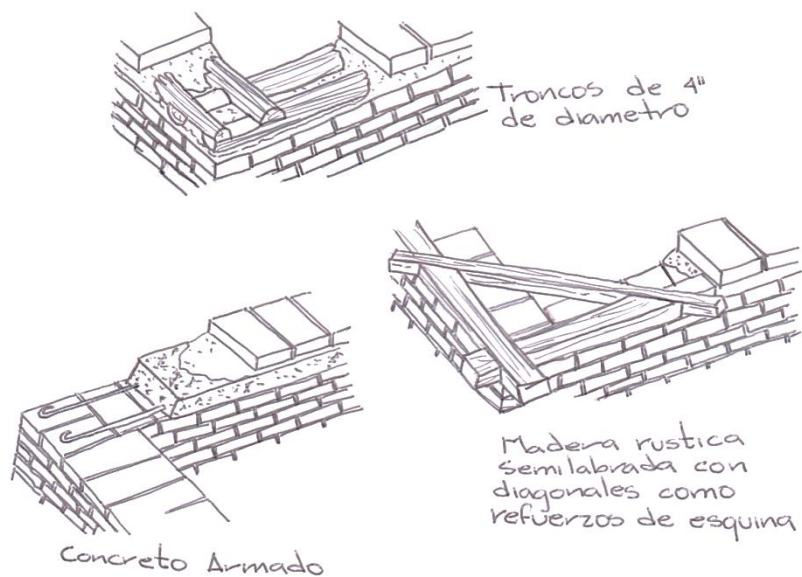
En la parte superior de los muros se colocara necesariamente una viga solera que en lo posible debe coincidir con los dinteles de las puertas y ventanas.

En todos los encuentros las vigas soleras en un mismo nivel estarán firmemente unidas para evitar que se abran. En los tímpanos en su parte más alta se colocara adicionalmente otra viga solera.

La viga solera se anclara al muro en el caso de usar refuerzos verticales, se podrá realizar el anclaje de la viga solera, tal como se muestra en la figura.



Según los materiales que se encuentran en la región, esta viga solera puede ser tal como se muestra en las siguientes figuras

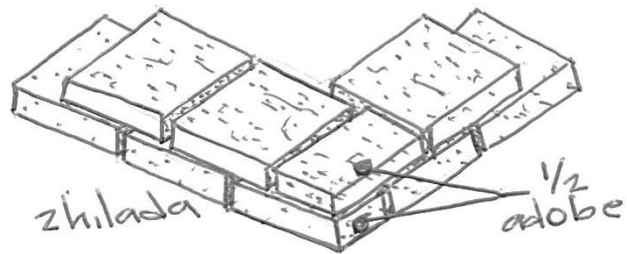
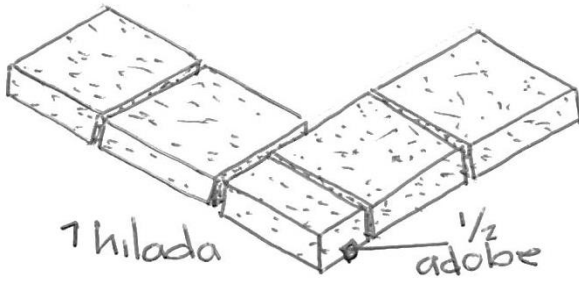


# BIOCONSTRUCCION

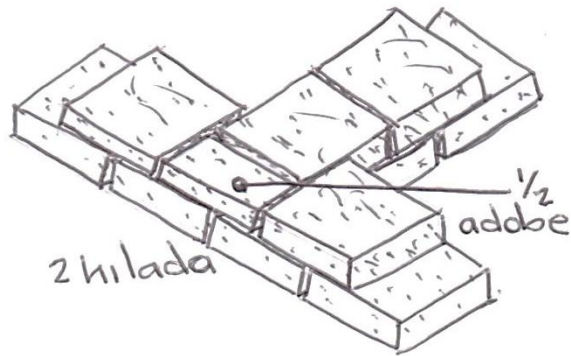
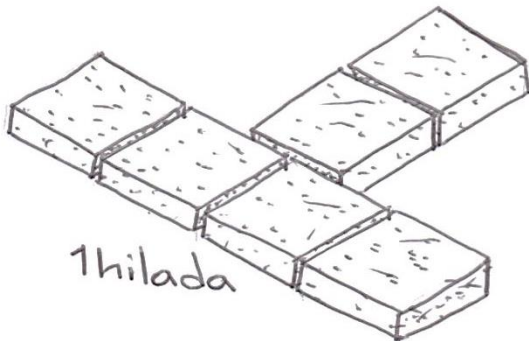
## Tipos de amarre

Según la forma del adobe, ya sea rectangular o cuadrado, tendremos distintos tipos de amarre. Los adobes deben quedar perfectamente trabados en todas las situaciones de encuentros de muro.

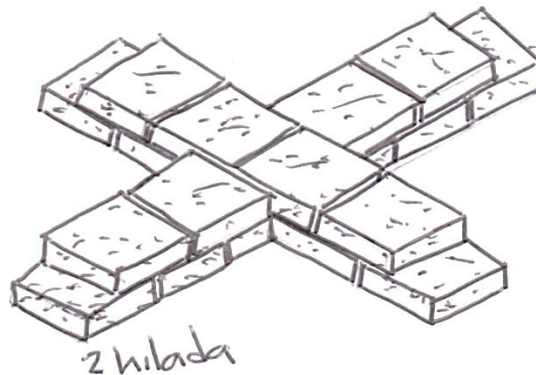
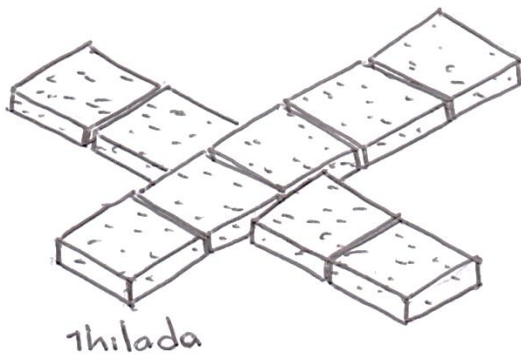
### CASO DE ESQUINA



### CASO ENCUENTRO EN T



### CASO ENCUENTRO EN CRUZ





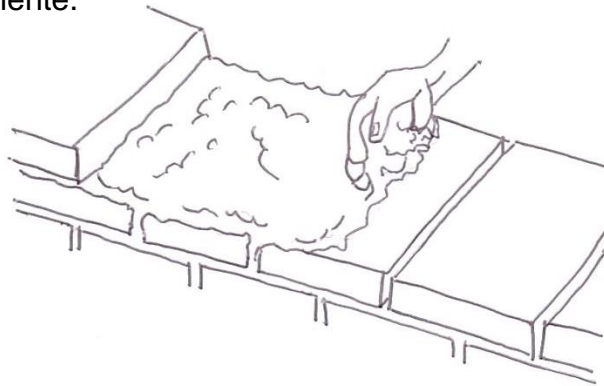
# BIOCONSTRUCCION

## Albañilería

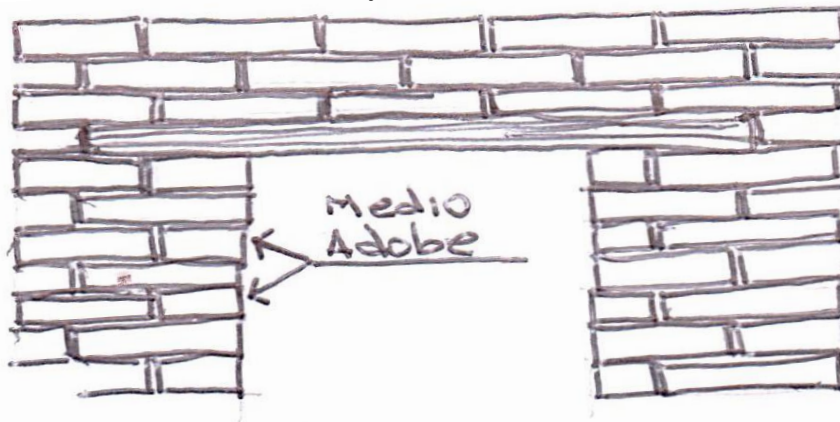
El asentado de los adobes sigue procedimientos similares a otras albañilerías. Los adobes deberán haber completado su proceso de secado, ser limpiados y mojados antes del asentamiento para que no absorban el agua del mortero y haya una buena adherencia entre el adobe y el mortero.

El mortero se prepara con barro y paja en forma similar a la mezcla que se utiliza para la fabricación de adobes. Las proporciones en volumen de los materiales son 1 de barro por 1 de paja o pasto seco.

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.



Deberán evitarse los empalmes del refuerzo de caña: en casos indispensables tendrán una longitud mínima de 40 cm y serán asegurados con soguilla o alambre No. 16, evitar la continuidad de juntas verticales en los vanos.



Para colocar el refuerzo horizontal de caña se distribuye la mitad de la mezcla de asentado sobre los adobes, se colocan las cañas partidas en tiras, se cubre con el resto de la mezcla y se procede a asentar los adobes de la siguiente hilada.

En los encuentros los refuerzos se amarran entre si, con soguilla o alambre No. 16

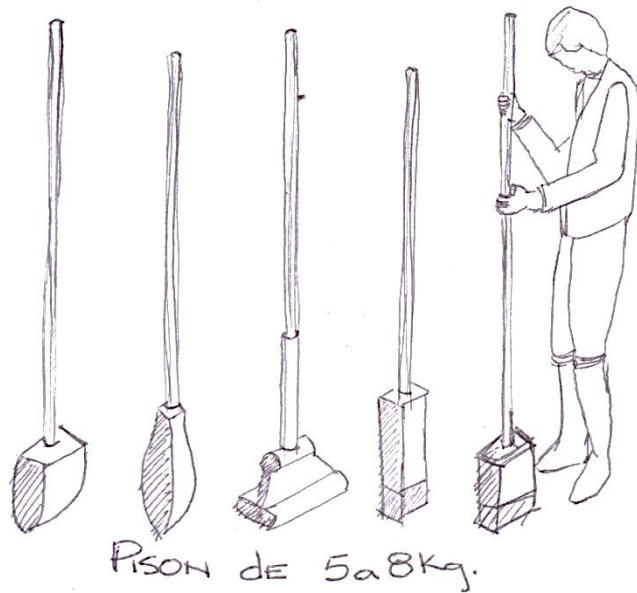
## MUROS DE TAPIAL

La época y el lugar exactos en que se comienza a utilizar el tapial ocurren en el neolítico, según evidencia en sitios arqueológicos de culturas chinas 5000 años antes del presente.

La **Gran muralla china** fue construida en gran parte utilizando esta técnica, así como también la utilizaron diversas culturas en todo el mundo.

Se denomina **Tapia** o **Tapial** a una antigua técnica consistente en construir muros con tierra arcillosa, compactada a golpes mediante un **Pisón**, empleando un encofrado deslizante para contenerla.

El encofrado suele ser de madera aunque también pueden ser metálicos en el proceso, se van colocando dos maderas paralelas, entre las que se vierte tierra en capas de 10 o 15 cm y se compacta mediante apisonado. Posteriormente se corre el encofrado a otra posición para seguir con el muro.



6-1 Pisones utilizados para compactación

La tierra compactada se deseca al sol, y una vez que la tapia o tapial queda levantado, las puertas y ventanas se abren a cincel.

El encofrado está compuesto por dos tablonces paralelos separados, unidos por un travesaño, ver fig. 6-2. En francés esta técnica se denomina *pisé de terre* o *terre pisé*, en inglés *rammed earth*.

En comparación con técnicas en las que el barro se utiliza en un estado más húmedo, la técnica del tapial brinda una retracción mucho más baja y una mayor resistencia. La ventaja en relación a las técnicas de construcción con adobe, es que las construcciones de tapial son monolíticas y por lo tanto poseen una mayor estabilidad.

En los encofrados tradicionales, los tablonces paralelos separados se unen por medio de travesaños (de un espesor considerable) que atraviesan el muro, ver fig. 6-2 estos al desmoldar el elemento dejan espacios vacíos que posteriormente

# BIOCONSTRUCCION

deben ser rellenados. Para evitar un encofrado que requiera tener la altura de un piso, un encofrado trepador, utilizando solo un travesaño de espesor mínimo en la base (4 x 6 mm), ver fig. 6-3.

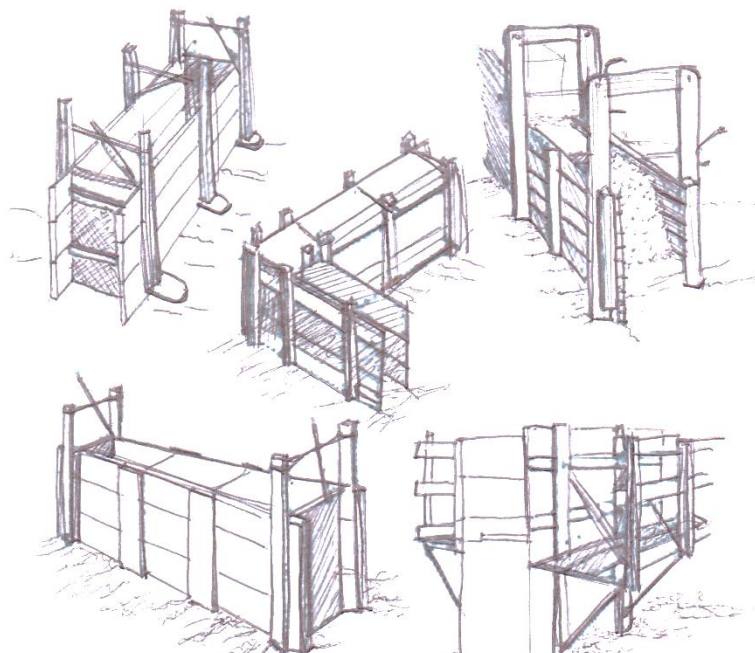
Antiguamente el barro se compactaba con herramientas manuales utilizando pisonos de base cónica, en forma de cuña o de base plana, ver fig. 6-1

Al utilizar pisonos de base cónica y aquellos que tienen forma de cuña, las capas del barro se mezclan mejor y se obtiene una mayor cohesión si se provee a la mezcla una humedad suficiente.

No obstante el apisonado con este tipo de pisonos requiere de un mayor tiempo que aquel ejecutado con pisonos de base plana.

Los muros apisonados con pisonos de base plana, muestran uniones laterales débiles y por ello deben recibir solamente cargas verticales.

Es preferible utilizar un pisón de dos cabezas con una cabeza redondeada en un

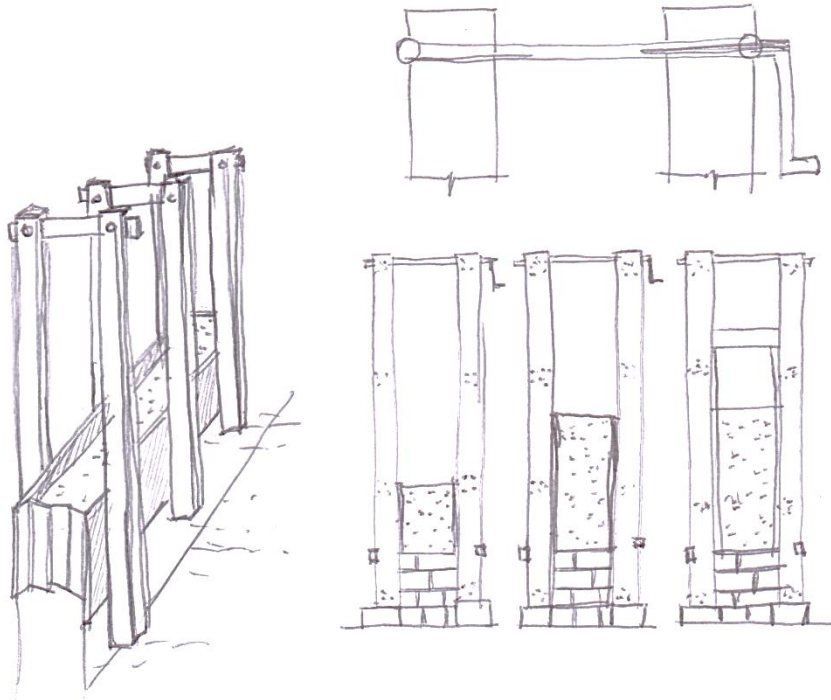


6-2 Encofrado para tapial

lado y en el otro una cuadrada. Esto permite que se pueda utilizar el pisón del lado cuadrado para compactar las esquinas con efectividad y del lado redondeado para el resto. En el segundo cuarto del siglo XX se utilizaron en Alemania, Francia y Australia compactadores eléctricos y neumáticos. En casi todas las técnicas tradicionales de barro apisonado, el encofrado se desmonta y se vuelve a montar horizontalmente paso a paso.

Esto significa que la tierra es apisonada en capas de 50 a 80 cm de altura, la capa superior de un muro de tapial siempre es más húmeda que la inferior parcialmente ya seca, por ello hay una retracción más alta en la capa superior. Lo que conlleva a la aparición de fisuras en la junta de las mismas.

Esto puede ser peligroso ya que el agua capilar puede filtrarse hacia estas juntas y quedarse allí, provocando humedecimiento y desintegración. Para evitar las fisuras horizontales de retracción se deben ejecutar los muros verticalmente y para ello se puede emplear el encofrado trepador.



6-3 Encofrado trepador para paneles de tapial

## Características

- El muro de tapial transpira como el adobe, es higroscópico (conserva humedad) y tiene capacidad de difusión.
- Posee buena capacidad para almacenar frío o calor
- Es buen aislante
- Emisión radioactiva muy baja
- Es semejante al adobe en cuanto a la composición de material: tierra con algún aditivo para estabilizarlo (paja) o pequeñas piedras para mayor resistencia.
- Densidad de 1800 y 2100 kg/m<sup>3</sup>
- Resistencia a la compresión de 15 kg/cm<sup>2</sup>
- Buen aislante térmico y acústico; un muro de 40 cm atenúa el ruido en 56Db
- Gran inercia térmica que le permite permanecer fresco durante el día y soltar calor acumulado durante la noche.

## Propiedades

- Por su contenido energético extremadamente bajo en la actualidad se vislumbra como una técnica constructiva que minimiza el impacto ambiental y las emisiones de gases de efecto invernadero; uno de los principales postulados de la arquitectura sustentable.
- Las construcciones llevadas a cabo con esta técnica tienen propiedades bioclimáticas, ya que mantienen una temperatura relativa estable en su interior durante todo el año.

## Estabilización por la masa

Cuando los impactos horizontales del sismo alcanzan el muro perpendicularmente este tiende a colapsar. Solamente los muros de gran espesor, tienen la capacidad de resistir estas cargas laterales sin requerir elementos de estabilización adicionales.

Se sabe de la existencia de residencias de dos plantas en Mendoza, Argentina, de más de 150 años de antigüedad que resistieron todos los sismos, mientras que varias construcciones modernas vecinas con muros de menor espesor colapsaron a pesar de que muchas fueron construidas con ladrillos y reforzadas con elementos de hormigón.

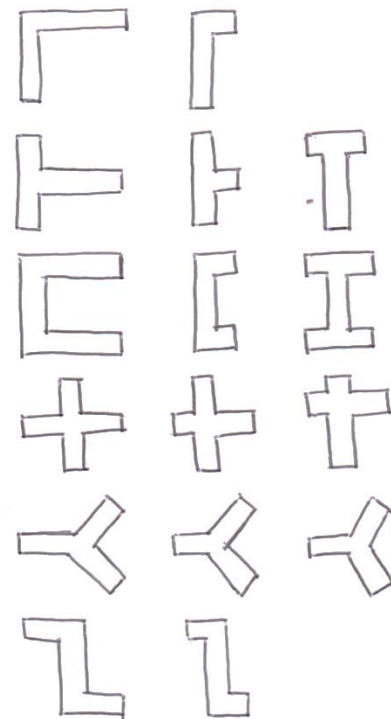
Hoy en día viviendas de este tipo ya no se construyen debido al tiempo de ejecución requerido para construir muros de 60 a 100 cm de espesor. Por ello, es necesario buscar nuevas soluciones.

## Estabilización por la forma

Debido a que los muros delgados son débiles a las impactos horizontales perpendiculares y ya que los refuerzos de hormigón armado son costosos, se propone una solución simple de estabilización mediante la forma angular, es decir elementos de muro en forma de L, T, U, X, Y o Z que solo por su forma proveen resistencia al volcamiento y al colapso, como se puede ver en la fig. 6-4.

Existe una regla para el diseño de los extremos libres de estos elementos. Si el muro tiene un espesor de 30 cm, el extremo debe ser de no más de  $\frac{3}{4}$  de la altura y no menos de  $\frac{1}{3}$  de la altura, ver fig. 6-5.

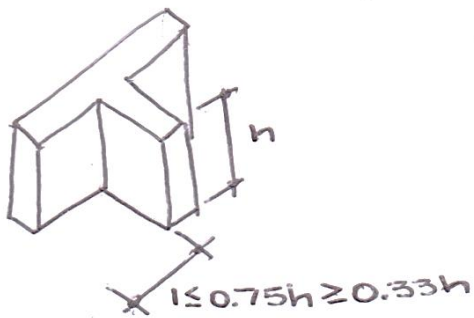
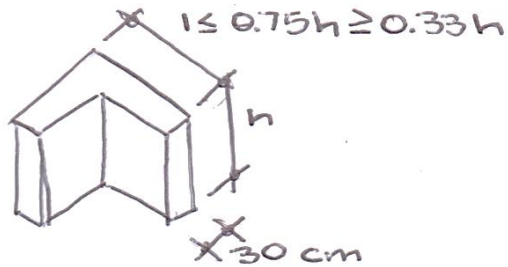
6-4 Proporciones aconsejadas para el diseño de elementos





# BIOCONSTRUCCION

Esta longitud mínima es necesaria para transmitir las fuerzas diagonalmente a los cimientos. Con longitudes mayores, los extremos libres deben ser estabilizados, mediante otros angulares o columnas. Cuando el muro está anclado abajo con el cimiento y fijado arriba con el encadenado, es posible utilizar elementos de mayor altura o menor espesor. Sin embargo, la altura del muro no debe ser mayor a 8 veces el espesor (fig. 6-6).

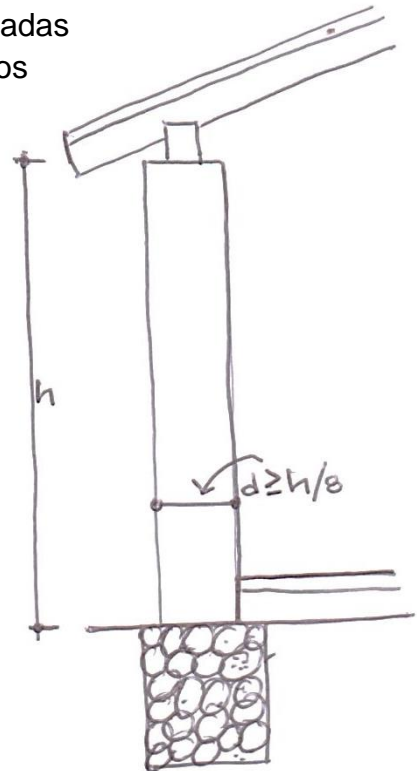


Las fuerzas perpendiculares al muro se transfieren a la sección del muro paralela a las mismas. Debido a que las fuerzas se concentran en la esquina del ángulo, este tiende a abrirse, por ello es recomendable diseñarlas con un espesor mayor a la del resto del elemento evitando el ángulo recto, como se puede ver en la fig. 6-7 y 6-8.

6-5 Proporciones aconsejadas para el diseño de elementos

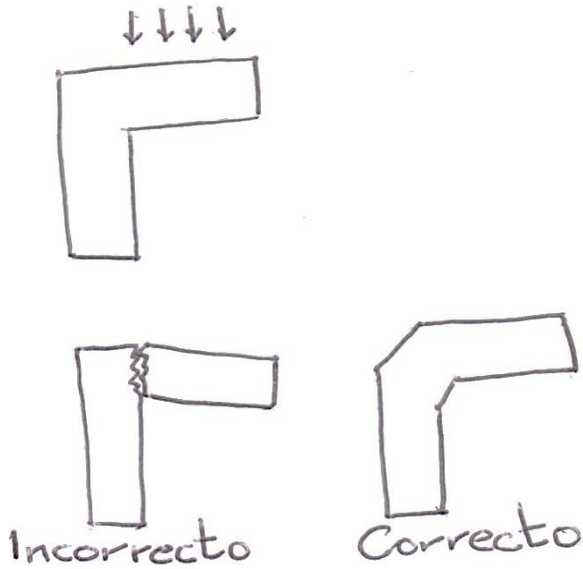
Esta es una solución sencilla especialmente para la técnica del tapial. La fig. 6-11 muestra distintas propuestas para plantas utilizando estos elementos angulares. Para obtener una estabilización lateral, se recomienda que la junta de dos elementos de muro sea machihembrada como se puede ver en la fig. 6-9.

Para obtener una estructura más flexible se pueden emplear elementos de pequeña longitud y hacer una junta sin machihembrado si los elementos están anclados arriba y abajo, ver fig. 6-10. Durante un movimiento sísmico esta unión puede abrirse sin colapsar debido a que cada elemento tiene un movimiento independiente. Este es un sistema semiflexible que absorbe los choques del sismo. Un proyecto en el que se implementó esta técnica se describe en la sección 6.4.

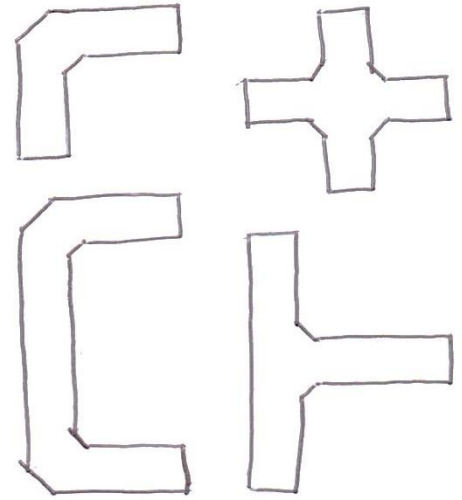


6-6 Relación aconsejable para muros de tapial

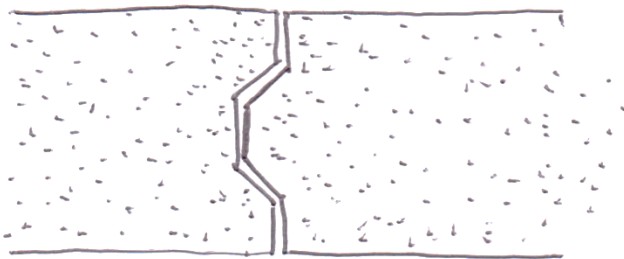
# BIOCONSTRUCCION



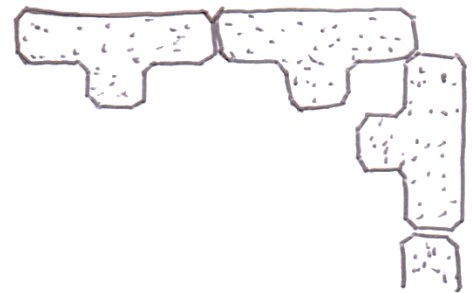
6-7 Forma de un ángulo peligroso y de uno mejorado



6-8 Diseño de esquinas de elementos de tapial

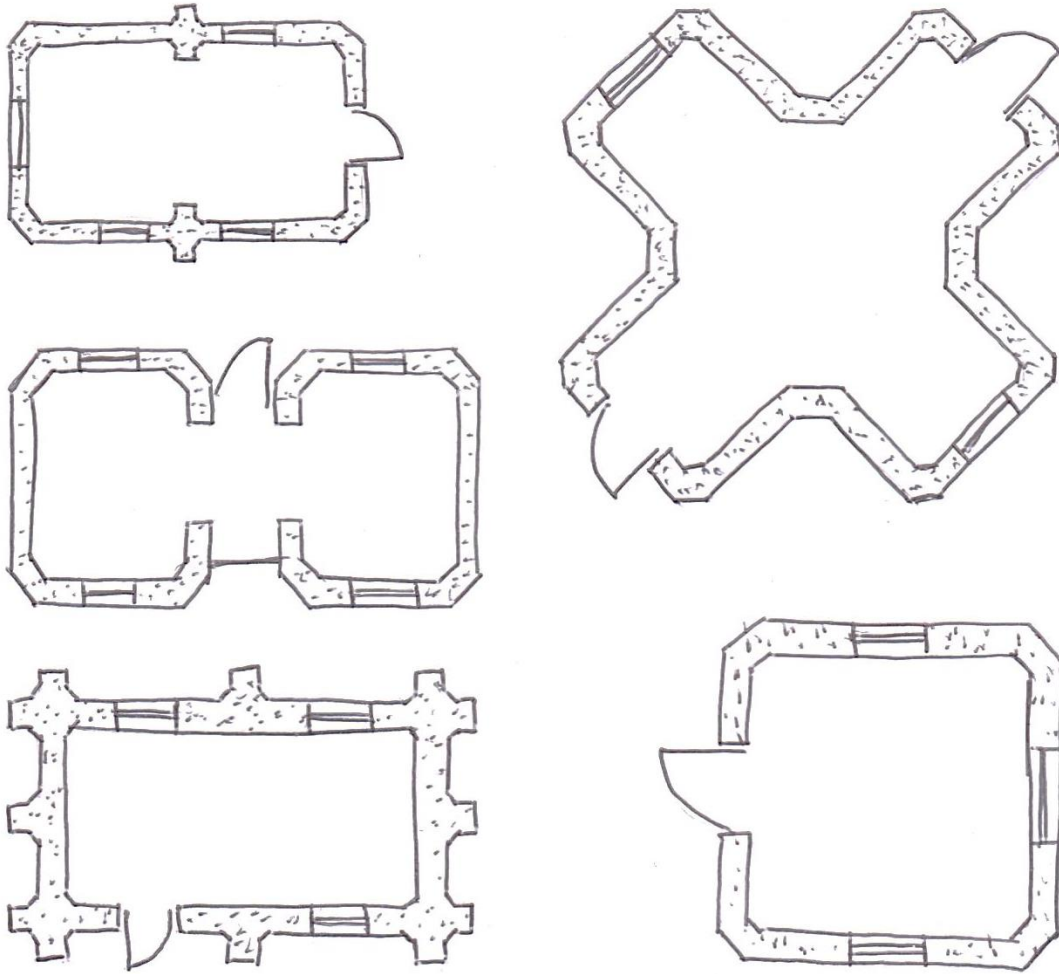


6-9 Estabilización lateral mediante una unión machihembra



# BIOCONSTRUCCION

---

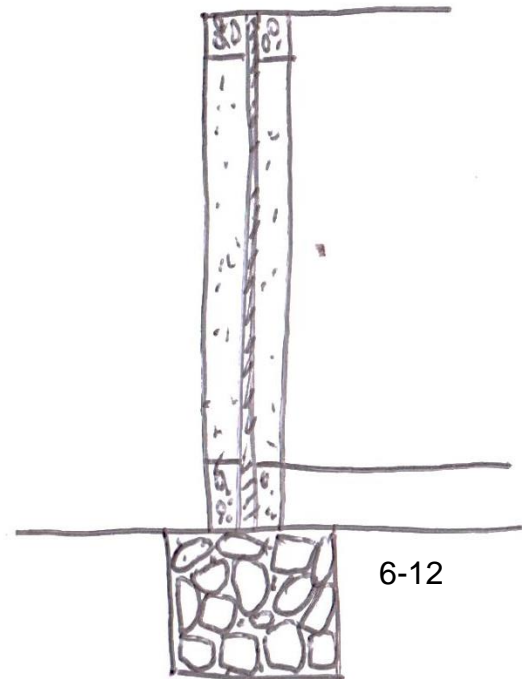


6-10 Propuestas de plantas diseñadas con elementos angulares

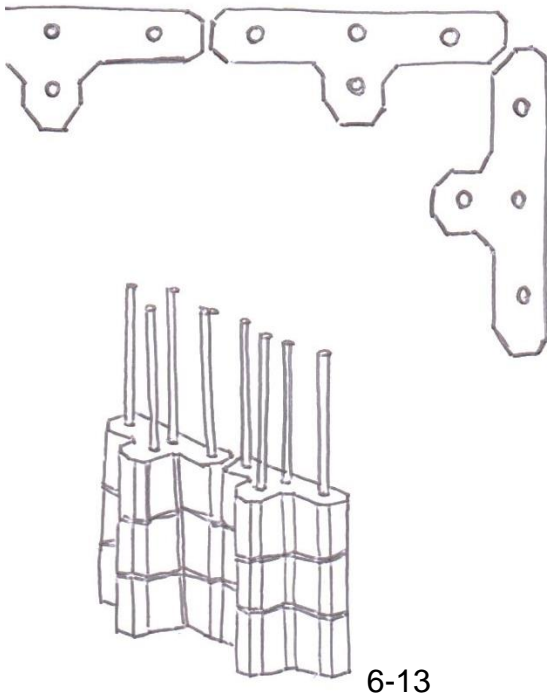


## Refuerzos internos

Una solución para estabilizar muros de barro contra los impactos horizontales del sismo es utilizar elementos verticales de madera o bambú dentro del muro, anclados con el sobrecimiento y fijados al encadenado, ver fig. 6-12. Los elementos de refuerzo horizontal son poco efectivos e incluso pueden ser peligrosos, debido a que no se puede apisonar bien la tierra debajo de los mismos y ya que el elemento de refuerzo no tiene un anclaje con la tierra se debilita la sección en estos puntos y pueden aparecer quiebres horizontales durante el sismo.



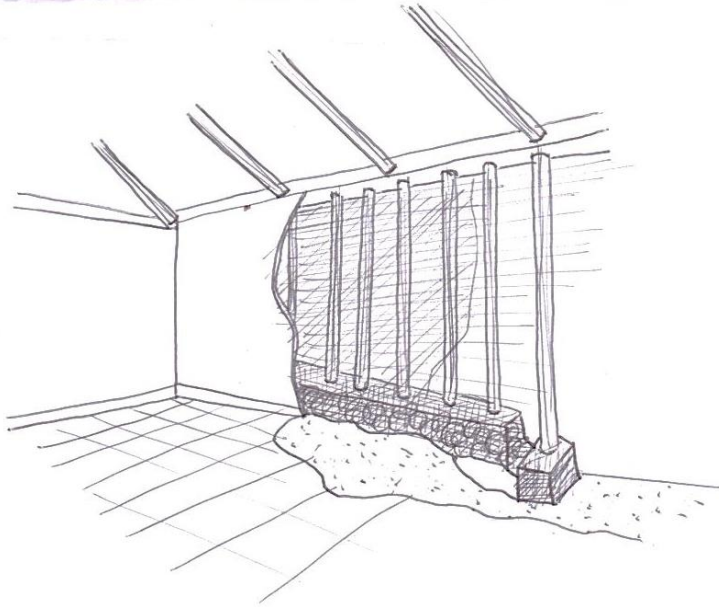
Un sistema de paneles de tapial reforzados con bambú se desarrolló en 1978 como parte de un proyecto de investigación en el FEB, y se implementó exitosamente en Guatemala con la Universidad de Francisco Marroquín (UFM) y el Centro de Tecnología Apropiada (CEMAT).



En este proyecto se construyeron elementos de 80 cm de largo y de un piso de altura, de tapial reforzado con bambú utilizando un encofrado de metal en forma de T de 80 cm de largo, 40 cm de altura y 14 a 30 cm de espesor, ver fig. 6-13. La estabilidad de los elementos se obtuvo con 4 varillas de bambú de 2 a 3 cm de espesor y la sección T. Estos elementos se fijaron en la base a un encadenado de bambú dentro de un zócalo de mampostería de piedra (hormigón ciclópeo) y en la parte superior a un encadenado de bambú rectangular.

# MURO DE BAHAREQUE

La tradicional construcción de bahareque (quincha se le llama en Chile) consiste



en ahogar en los cimientos de concreto ciclópeo los troncos que van a soportar el peso de la cubierta y los carrizos de bambúes verticales, donde se amarraran las varas horizontales y donde se sujeta la tela de gallinero que sirva para armar la mezcla o el embarre de arcilla mezclada con paja y cal.

En la construcción de los muros de bahareque debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Los tableros de esterilla, por tener forma trapezoidal tienen un extremo más ancho que el otro y por ello deben colocarse en tal forma que sobre el extremo más angosto de un tablero se coloque el más ancho del siguiente o viceversa.

Las esterillas más gruesas deben colocarse sobre los extremos más delgados o de menor diámetro de las columnas paralelas de bambú, y las más delgadas en el extremo de mayor apoyo en la superficie externa o interna de la pared.

El recubrimiento de los muros de bahareque se hacen aplicando sobre ellos 2 capas de mortero de tierra o barro y estiércol en proporción 1:2 o de cemento y arena en proporción 1:5.

### Construcción de paredes de quincha

Las paredes de quincha son muy utilizadas en el Perú en las construcciones de vivienda de bajo costo. Su sistema de construcción permite obtener muros delgados y resistentes, así como dejar a la vista los marcos de bambú formados por columnas paralelas y soleras o por columnas y vigas con lo cual se puede dar un aspecto muy agradable a la vivienda, similar al logrado con los muros japoneses.

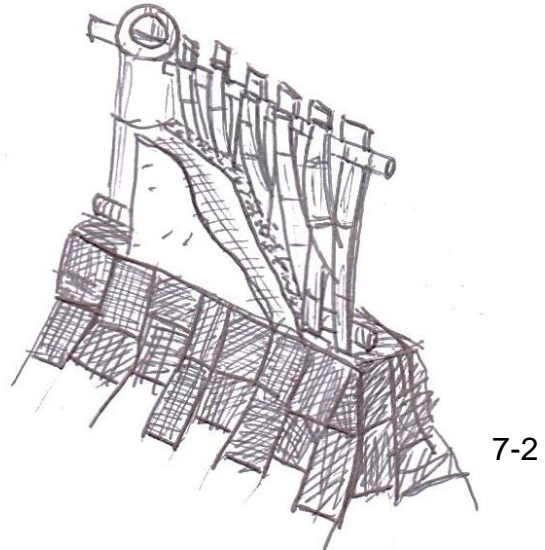
# BIOCONSTRUCCION

---

En la construcción del entramado se emplean dos métodos que varían de acuerdo al sentido en que se entretajan las latas (media caña) a los soportes.

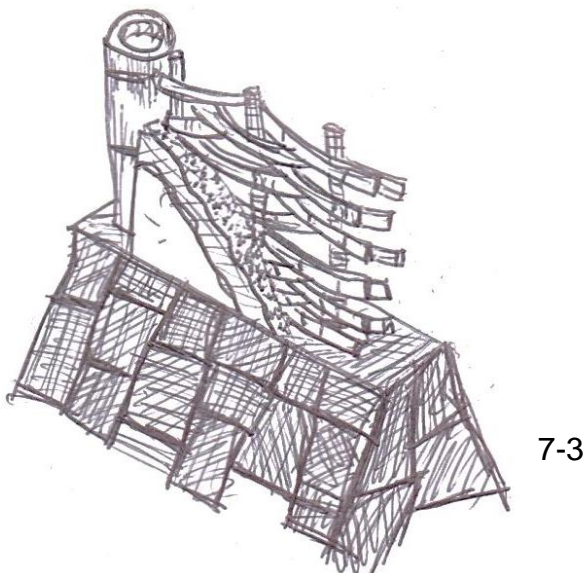
## Método A

Las latas se entretajan verticalmente entre soportes horizontales de bambú fijados previamente a la columna con una separación uniforme que puede variar entre 50 y 70 cm. ver fig. 7-2



## Método B

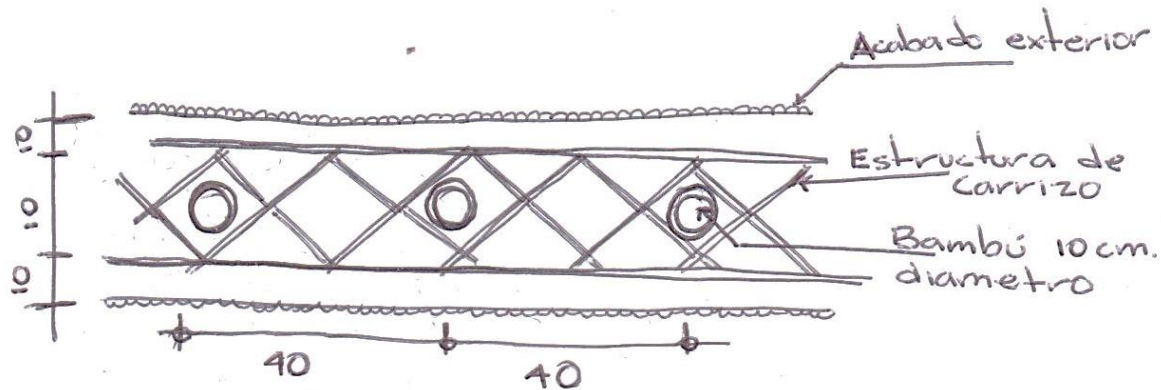
Las latas de bambú se entretajan horizontalmente entre soportes verticales fijados previamente a las soleras inferiores y superiores, a una distancia igual a la indicada en el método A. ver fig. 7-3



# BIOCONSTRUCCION

## Cimentación

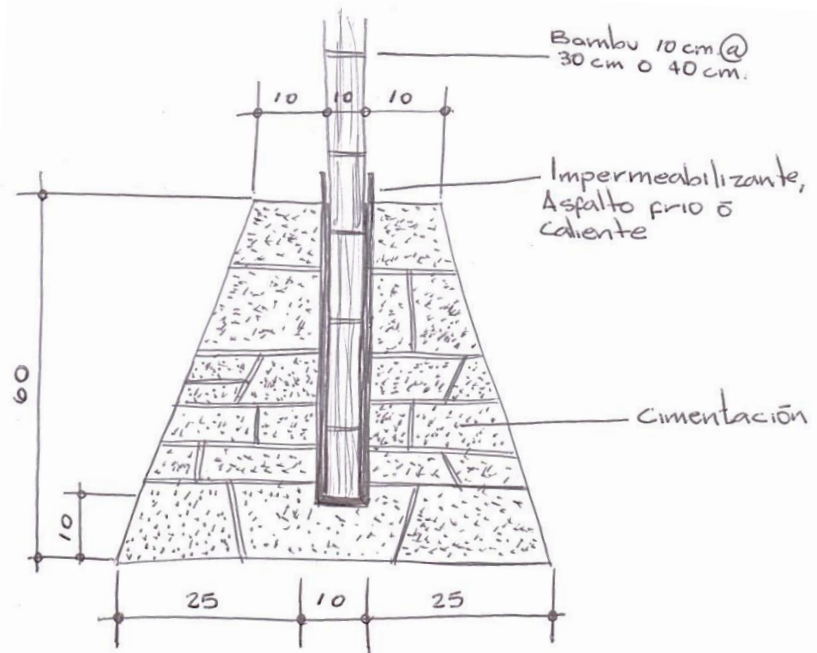
Para la construcción de muros de bahareque con estructura de bambú, se deberá excavar la zanja, colocar los troncos de 10 cm., de diámetro y luego construir la cimentación con piedra del lugar, dejando ahogados los bambúes y los carrizos verticales para armar la estructura de los muros.



7-6 Estructura Muro

## Materiales

Materia prima: **Tierra**, la cual proviene de la erosión mecánica y química de la roca-madre. Esta se desagrega en partículas desde los guijarros hasta los polvos arcillosos. La tierra tiene propiedades de plasticidad, cohesibilidad y compactación. La tierra puede clasificarse en orgánica, arenosa, limosa y arcillosa.



7-5 Cimentación

**Madera**, se trata de un recurso renovable. Presenta propiedades de resistencias físicas y mecánicas muy importantes y es accesible para la población. Por sus características naturales es un recurso que se debe de utilizar racionalmente. Después del corte, debe secarse para mejorar sus propiedades tecnológicas y estabilidad dimensional.

# BIOCONSTRUCCION

---

Un ejemplo de secado al aire libre es en caballete. Para la preservación de la madera se tiene que aplicar algunas composiciones químicas para evitar ataques biológicos.

Hay dos métodos de secado: una es al aire libre o secado natural (el cual no debe exponerse directamente al sol), y el otro es el secado artificial (en el cual emplean la temperatura, humedad y ventilación por medio de instalaciones especiales como hornos).

**Varas – Cañas – Bambú**, Este tipo de gramíneas nos ofrecen características físicas y mecánicas muy interesantes, las cuales permiten su utilización en la construcción de viviendas. Es necesario llevar a cabo el secado de este material, ya que evita las deformaciones, y cambios dimensionales en obra.

El secado puede realizarse al aire libre o bajo techo y dura aproximadamente 60 días. El acomodo para el secado puede ser de forma de caballete o por apilado horizontal.

Para la preservación de este tipo de material existen varios métodos: Por inmersión en una solución conservante (salina, cal o asfalto quemado) durante 5 horas o en agua limpia durante un mes, cambiando el agua diario. Llenado de los tallos, tapados en un extremo con productos perseverantes.

Algunas de las especies utilizadas en América Central en la construcción son:

- Arundo donax (caña gigante, caña bambú, vara de coheta)
- Gynerium sagittatum (caña brava, caña blanca, caña amarga, vara de tusa).
- Phragmites communis (caña acuática común)
- Guadua angustifolia (caña de guayaquil, bambú, guadua).
- Chasquea spp (chusque, carrizo duro).

## Descripción/características

Existen varios tipos de estructura y relleno que se emplean para la realización de los muros, entre ellos está el bahareque tradicional, bahareque convencional, y con paneles prefabricados.

## **Bahareque tradicional**

Consiste en una estructura de madera rolliza o bambú (guadua) rellena de tierra con paja, embutiéndola al interior de la osamenta doble de tiras de bambú o cañas delgadas.

## **Bahareque convencional**

Es una versión más moderna del bahareque tradicional y es la más usada. Cuenta con una trama de cañas o bambú con alambres y clavos unidos a una estructura de madera aserrada que permite un mejor ensamblado y acabado.

La diferencia que existe en estas dos técnicas es que se incorporan otros materiales para la unión del bambú lo cual facilita un ensamblado y acabado de mejor calidad.

## **Panel prefabricado “Quincha”**

Es un bastidor de madera aserrada, entretejido con varas de cañas o de bambú, trenzadas de manera que permiten su auto fijación. Estos paneles, después de ser montados, constituyen paredes que serán rellenas con mortero de tierra y paja en una primera capa y luego una capa fina de terminación.

Una de las ventajas del panel prefabricado es que permite hacer simultáneamente los paneles y la estructura que lo va a portar en el muro reduciéndose el tiempo de montaje.

## **El Revestimiento**

Los muros se llevan a cabo en 5 etapas

### **Preparación**

Se limpia el muro con el fin de dejarlos libre de tierra y polvo. Garantiza una mejor adherencia del repellado a la trama del muro.

### **La primera capa**

Se nivela el muro y se da un espesor de repellado de 8 mm a 20 mm. El mortero debe tener las proporciones de una parte de tierra arcillosa de 5.0 mm, dos partes de arena (que pasen la malla de 5.0 mm) y 1/3 parte de paja cortada a 30 cms de largo.



## **Incisiones**

Después de colocada la primera capa, antes que seque se realizan las incisiones con la ayuda de un cepillo de púas o clavos; esto mejora la adhesión de la segunda capa con la primera.

## **El afinado**

Es una capa delgada de sello o protección y que da la calidad estética; esta se realiza cuando la primera capa esta completamente seca. El espesor es de 1 a 2 mm. El mortero en proporciones será: uno de tierra (que pase por la malla de 2.0 mm), y tres o cuatro partes de arena fina.

## **Sellado**

Se realiza con una esponja haciendo movimientos circulares y luego se espera unos 15 o 20 minutos para proceder a pasar la brocha seca haciendo movimientos rectos, sellando la superficie. Existe otras alternativas para el sellado, las cuales pueden ser: cal y arena, cal, arena y tierra, yeso y arena, yeso cal y arena.

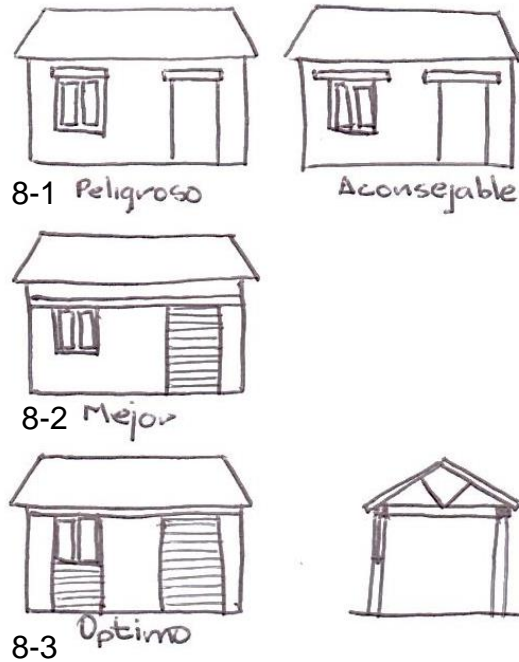
## **Mantenimiento**

El mantenimiento es mínimo ya que dependerá del cuidado y conservación de los usuarios o propietarios de la vivienda realizada con este tipo de material.

## VANOS PARA PUERTAS Y VENTANAS

Los vanos para puertas y ventanas debilitan la estabilidad de los muros. Durante el sismo se crean grietas diagonales desde las esquinas y sobre los dinteles grietas horizontales. Los dinteles requieren estar empotrados por lo menos 40 cm en la mampostería de adobes, para obtener una buena traba, ver fig. 8-1.

Una mejor solución es ejecutar los dinteles de vanos contiguos a un mismo nivel, uniéndolos en un solo elemento, ver fig. 8-2. Pero en este caso la parte superior del dintel es débil.

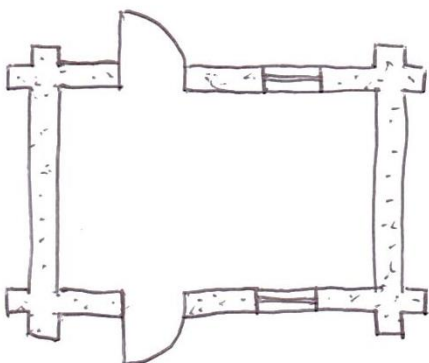


8-1 a 8-3 Soluciones para dinteles

### 8-4 Soluciones óptimas para vanos



### 8-6 Posición de ventanas y puertas



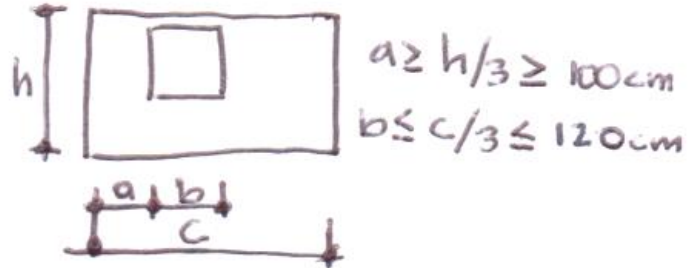
Esta solución puede ser mejorada si el dintel a su vez actúa como encadenado y si el antepecho debajo de la ventana no se ejecuta con mampostería sino con un elemento flexible de planchas de madera o bahareque. De esta manera la ventana tiene la misma función que la puerta al separar los elementos del muro, ver fig. 8-3. La solución óptima para muros de adobe consiste en reforzar los bordes de los vanos mediante columnas verticales ancladas en la mampostería de adobes, ver fig. 8-4. Las siguientes reglas deben tenerse en cuenta para la ejecución de vanos, ver figs. 8-5 y 8-6:



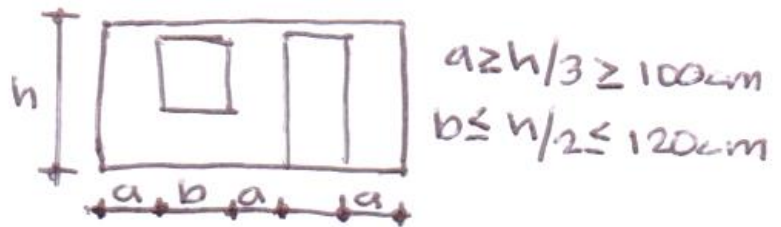
# BIOCONSTRUCCION

a) Los vanos para ventanas no deben tener una longitud mayor a 1.20 m, ni más de 1/3 de la longitud de la fachada.

b) La longitud del muro entre los vanos y entre estos y el borde de los muros debe ser de mínimo 1/3 de la altura del muro, pero no menor a 1 m.



c) Las puertas deben abrirse hacia afuera. Al lado opuesto de la puerta se recomienda ejecutar otra o una ventana que pueda utilizarse como salida de emergencia, ver fig. 8-6.



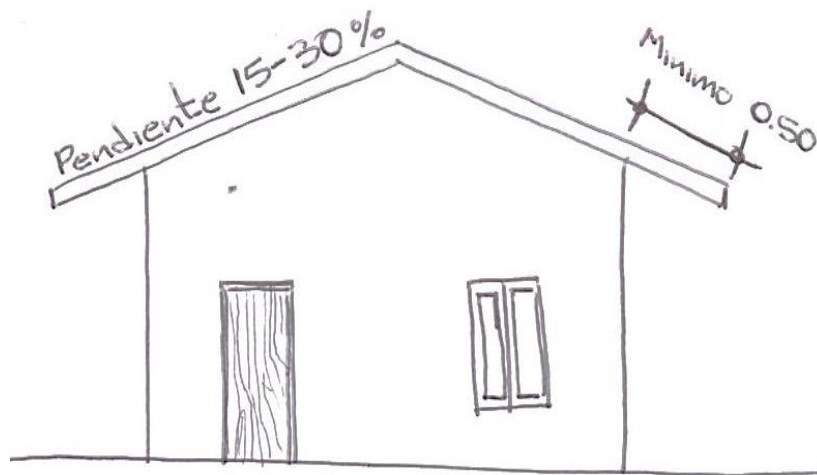
8-5 Dimensionamientos de vanos

## TECHOS

Se recomiendan techos de una o dos aguas. Es importante estudiar la pendiente de los techos y la longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar. La pendiente puede variar de 15 a 30% y los aleros perimetrales tendrán una longitud mínima de 50 cm. para impedir que los muros sean humedecidos por el agua de lluvia.

La cubierta debe ejecutarse tan liviana como sea posible. Las cubiertas con tejas o ripias de piedra no son recomendables debido a su peso y al riesgo que estas caigan dentro de la vivienda. Para el diseño de viviendas antisísmicas se recomiendan cubiertas a cuatro aguas.

Las cubiertas a dos aguas son construcciones sencillas, pero requieren tímpanos que no son recomendables debido a que pueden colapsar si no están bien diseñados. Para espacios de menos luz, las cubiertas a un agua son más económicas pero en este caso las vigas sobre las que descansan los tijerales requieren estar unidas formando un encadenado inclinado

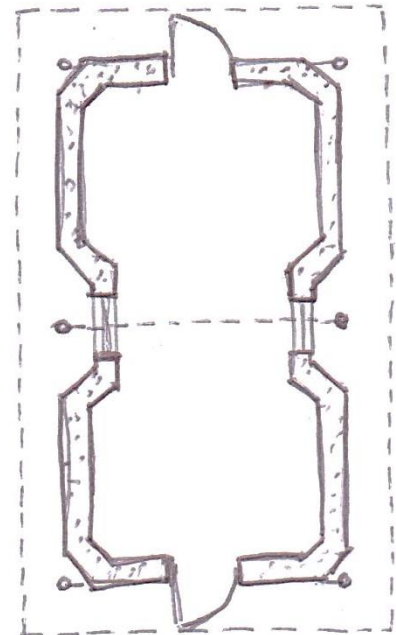


# BIOCONSTRUCCION

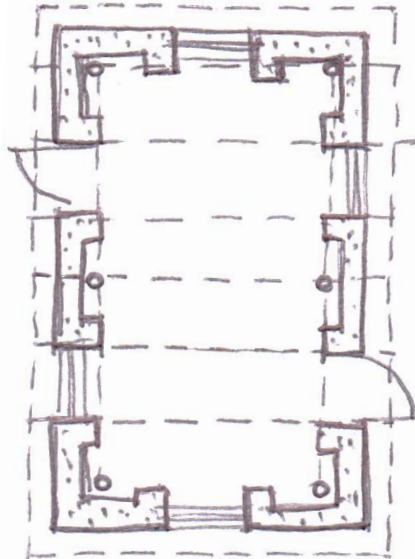
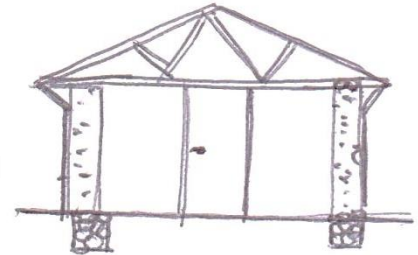
## Cubiertas aisladas de la estructura de los muros

Debido a que en el sismo la cubierta tiene una frecuencia de movimiento diferente a la de los muros, es recomendable que esta descance sobre columnas exentas de la estructura del muro.

Las columnas deben estar separadas del muro para poder tener un movimiento independiente. Las figs. 9-1 y 9-2 muestran propuestas del autor para viviendas diseñadas con este sistema estructural. Es necesario que las columnas estén empotradas en los cimientos y ancladas a la cubierta mediante riostras. Estas uniones deben ser semirrígidas de tal manera que posean una ductilidad suficiente.



9-1

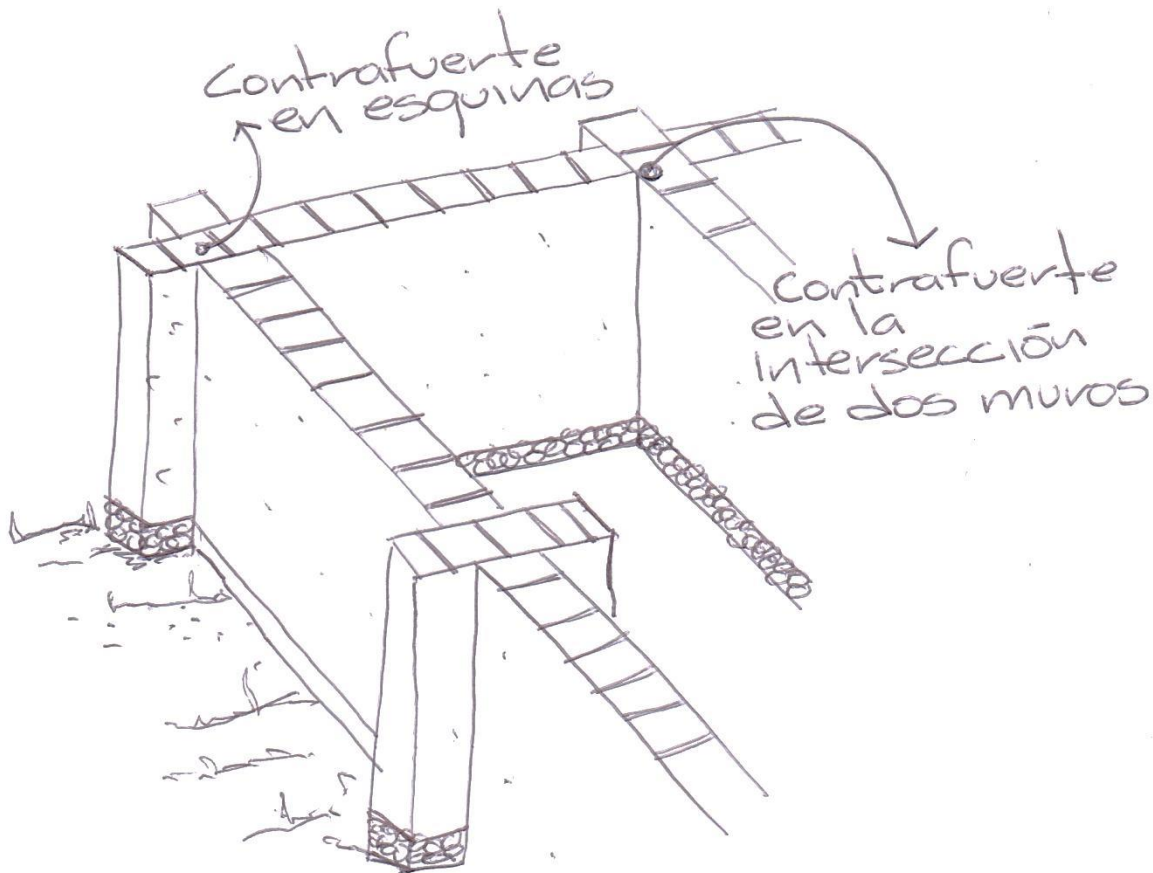


9-2

# CONTRAFUERTE

El uso de contrafuerte en las partes críticas de una estructura aumenta la estabilidad y el esfuerzo resistente. Los contrafuertes actúan como soportes que pueden prevenir el volteo del muro hacia adentro o hacia fuera. Los contrafuertes y las pilastras también mejoran la integración de los muros que convergen en las esquinas. Las secciones críticas incluyen:

Esquinas, donde las pilastras toman la forma de muros cruzados y ubicaciones intermedias en muros largos, donde los contrafuertes toman la forma de muros perpendiculares de arrioste que son integrados a la estructura del muro.

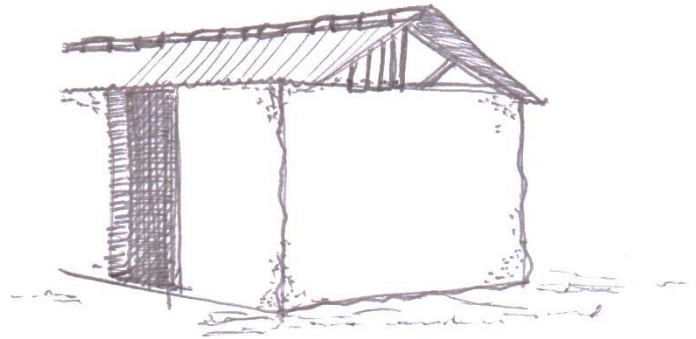


## TIMPANOS

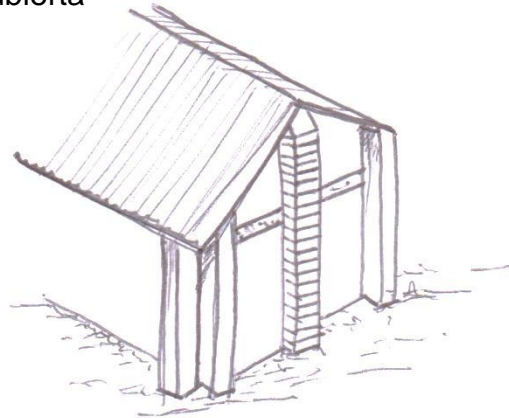
Si se construyen los tímpanos como prolongaciones de los muros, estos tienden a colapsar durante un sismo a causa de los impactos horizontales perpendiculares a su eje.

La solución óptima es construir una cubierta a cuatro aguas evitando los tímpanos. Si estos fuesen necesarios, se recomienda construirlos como tabiques aislados del sistema de muros, fijados a la estructura de cubierta como se puede ver en la fig. 10-1.

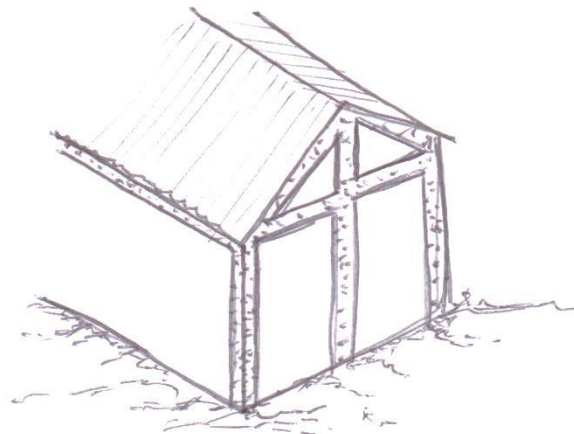
Cuando un tímpano debe ser construido con adobes o tapial, debe ser estabilizado con contrafuertes, ver fig. 10-2, o mediante una estructura de hormigón armado, esta solución resulta muy costosa y por lo tanto no es recomendable, ver fig. 10-3.



10-1 Tímpano fijado con estructura de cubierta



10-2 Tímpano estabilizado con contrafuerte



10-3 Tímpano estabilizado con estructura de hormigón armado

# REVESTIMIENTOS O

## REVOQUES

Hay diferentes formas de revestir el muro depende del material que se use y de la forma como se fija al muro. Por ejemplo la tierra o el yeso se adhieren fácilmente, mientras que el cemento necesita un sistema de fijación.

El material del revestimiento debe ser semejante al material del muro para que se adhiera no se desprenda.

### Revoque fino

Este revoque se utiliza para dar el acabado final al muro el cual funciona como estabilizante e impermeabilizante, utilizando los siguientes materiales:

4 cubetas de arena fina

3 cubetas de arcilla

Bosta de caballo (estiércol)

1 litro de engrudo cocido

2 vasos de leche en polvo

Este revoque se deja de 10 a 15 días de putrefacción para poder utilizarlo. El aceite ayuda en la impermeabilización, el engrudo cocido y la leche le dan coesibilidad y flexibilidad, ayuda a los cambios constantes del clima ayuda a resistir los malos tiempos.

### Revestimiento de tierra

Se utiliza el mismo barro del muro con un 50% más de arena y el 2% en peso de paja o pasto seco, este barro puede estabilizarse con asfalto en una proporción del 2%.

### Revestimiento de yeso con cal

Primera capa revestir con tierra.

Segunda capa 1 parte de yeso. 1 parte de arena y 1/10 parte de cal.

## **Revestimiento de tierra con cal**

Utilizar una mezcla compuesta de 5 partes de tierra y 1 parte de cal apagada.

## **Revestimiento de tierra con cemento**

Utilizar tierra arenosa y mezclar 10 partes de tierra con 1 parte de cemento emplear un sistema de fijación, que puede ser utilizado en juntas hundidas en los muros o una malla metálica.

## **Revestimiento de arena, cemento y cal**

Utilizar una mezcla compuesta de 1 parte de cemento, 1 parte de cal y de 6 a 8 partes de arena. Emplear un sistema de fijación ya sea una red de alambre o malla clavada.

# FALLAS EN LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE

Las principales fallas que afectan la estabilidad en una casa de adobe son:

- 1. Carencia de cimentación o su profundidad y ejecución son muy deficientes.**

*Recomendaciones:*

Es recomendable que las cimentaciones continuas bajo los muros de casas económicas de un piso, tengan por lo menos un ancho igual a dos veces el ancho del muro, con un mínimo de 45 cm.

Se recomienda colocar sobrecimientos, que pueden ser de concreto simple o suelo estabilizado. La función que cumple el sobrecimiento es de protección del muro contra la humedad del suelo (Fenómeno de ascensión capilar)

- 2. Mala calidad en fabricación de adobe.**

Las dimensiones recomendables para los bloques de adoben son:

40 cm, de largo x 30 cm, de ancho x 8 cm, de alto.

Otro tamaño muy conveniente es:

40 m, de largo x 20 cm, de ancho x 10 cm de alto.

- 3. Deficiencia de mano de obra en colocación de adobe.**

Esto es notorio en la mala calidad geométrica del muro: desplomes y ondulaciones. Cuando el muro no está a plomo, será menos resistente; se requiere de mayor mezcla; presenta un mal aspecto, y la traba de los adobes será deficiente.

- 4. Uso de adobe que no está bien seco o construcción en época de lluvia.**

El tiempo de secado depende del clima, pudiendo tardar de 2 a 4 semanas.



# BIOCONSTRUCCION

---

Si el clima es muy caluroso, puede ser necesario secar los adobes a la sombra durante los dos primeros días para evitar un secado brusco que podría originar agrietamientos.

Cuando la consistencia de los adobes lo permitan (3 a 5 días) debe colocarse de canto, para asegurar un secado uniforme.

A las 3 semanas se puede apilar y a las 4 semanas se podrán asentar.

**5. Recubrimiento incompleto en la capa horizontal entre adobes.**

**6. Relleno incompleto en las uniones verticales entre adobes.**

La falla del muro cuando el relleno horizontal y vertical es deficiente, generalmente se produce por rajaduras en las uniones y en sentido diagonal escalonado.

**7. Mala concepción de traba en los encuentros de muros.**

**8. Muros levantados a excesiva velocidad.**

Se recomienda levantar como altura máxima 1.20 m. de muro por día.

**9. Pésima ejecución de los recubrimientos del muro, destinados a proteger los adobes.**

**10. Omisión durante la construcción del muro, de los tacos de madera destinados a la fijación de marcos, tabiques y ornamentos.**

**11. Vanos de puertas y ventanas muy anchas con escaso largos de apoyos de dinteles.**

Es posible ahorrar la colocación de dinteles si la puerta o ventana lleguen hasta el techo y la viga collar (viga solera) se coloca a nivel de dintel.

En cualesquiera de los casos, los vanos no deben tener grandes aberturas (máximo un metro y se recomienda en el centro del muro), pues sencillamente debita la resistencia de la casa.

En casos de colocar dinteles, los apoyos extremos deberán alcanzar los 50 cm. o más.

**12. Excesiva distancia entre cruces de muros o contrafuertes.**

Para muros con espesor de 40 cm. la máxima distancia entre cruces de muros o contrafuertes es de 4.80 m.

## BIOCONSTRUCCION

---

- 13. Las hiladas se tienen que colocar siguiendo el contorno total de los muros, evitando construir por paños completos o aislados, para eludir los posibles asentamientos diferenciales que se producen por las largas o distinto grado de secamiento.**
- 14. Falto de continuidad en las cadenas de madera-viga solera a causa que no se ejecutan ordenadamente las uniones en las esquinas y encuentros, y/o los empalmes de las piezas longitudinales.**
- 15. Las dimensiones de los aleros de techos son insuficientes para proteger el muro de las lluvias.**
- 16. Deterioro de la vivienda por antigüedad.**  
Carencia de mantenimiento.

## **CAPITULO III**

Propuesta de Aplicación Técnicas Constructiva

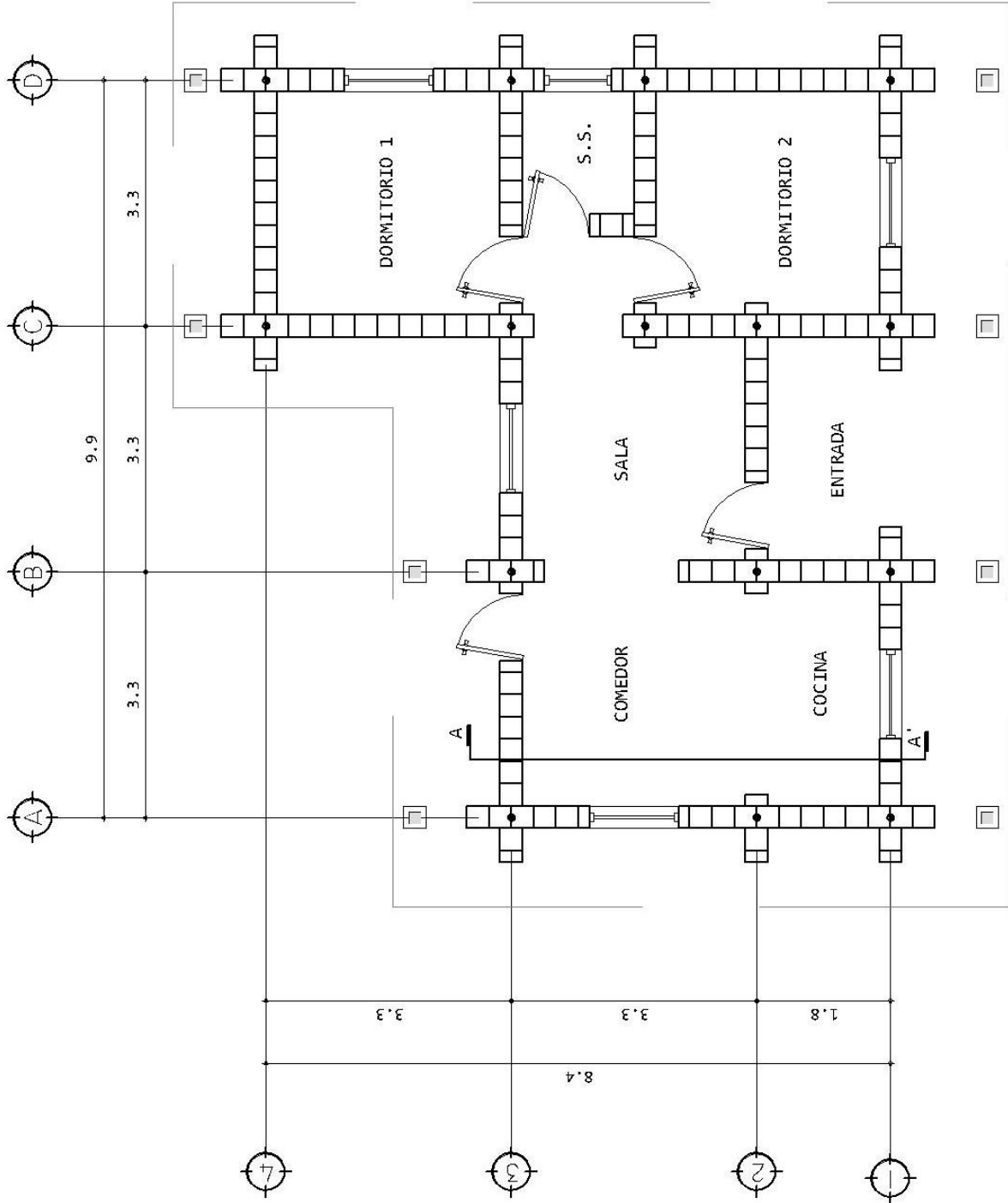
# BIOCONSTRUCCION

---

## Distribución de propuesta constructiva



## Planta Distribución

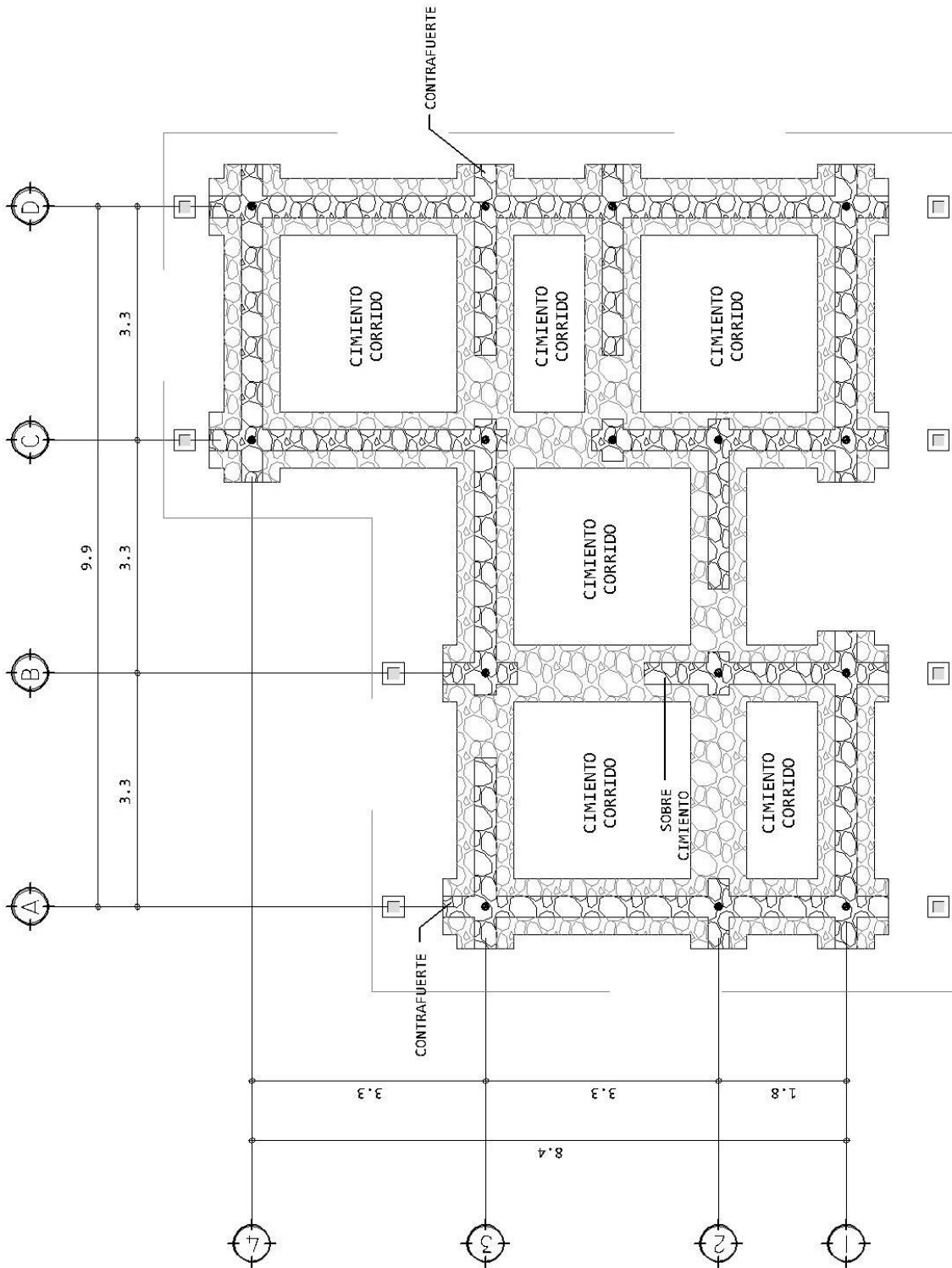


## PLANTA DISTRIBUCION

PRIMER HILADA DE LEVANTADO DE MURO

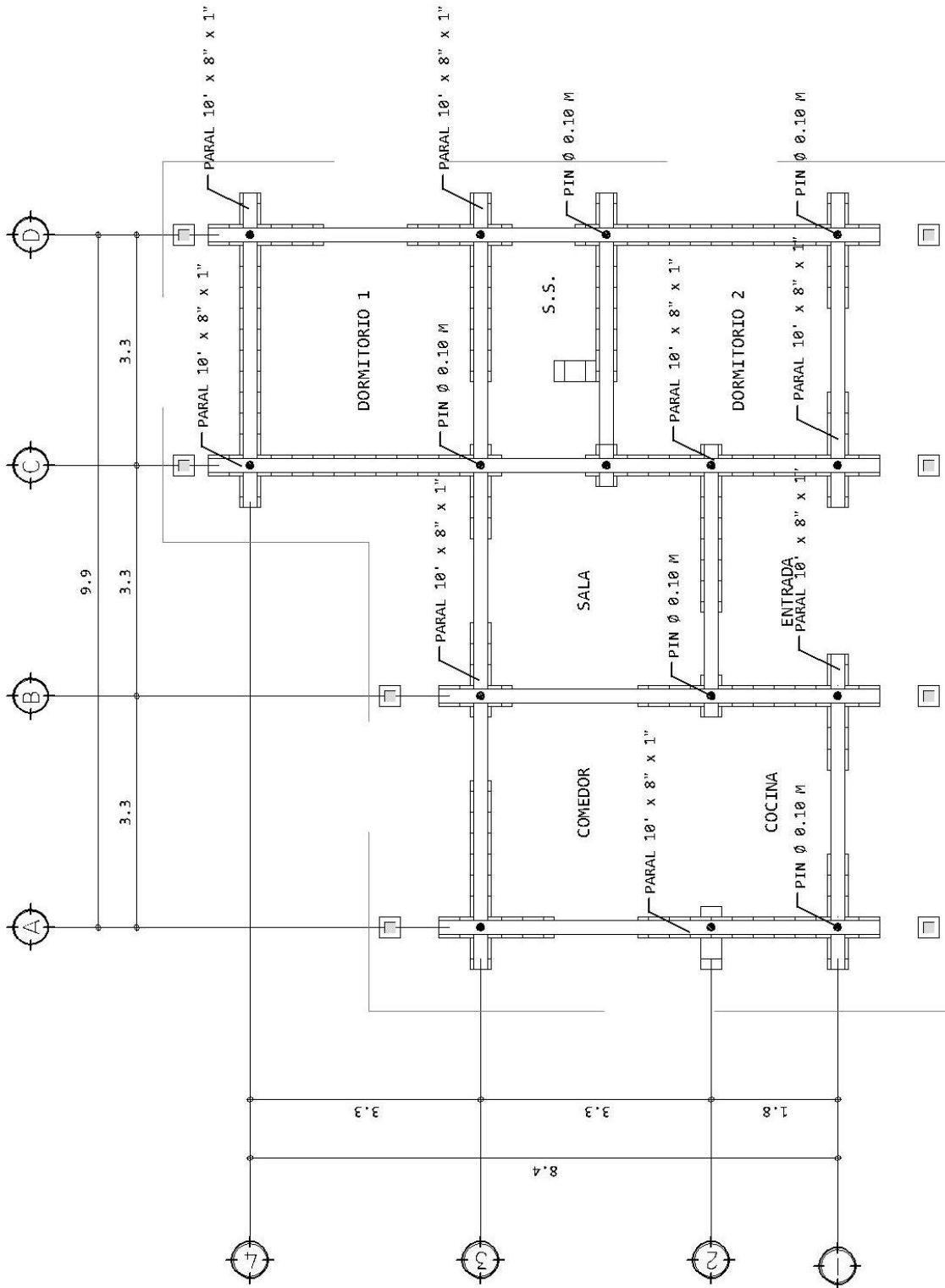


## Planta de Cimentación



PLANTA DE CIMENTACION

## Planta de Solera

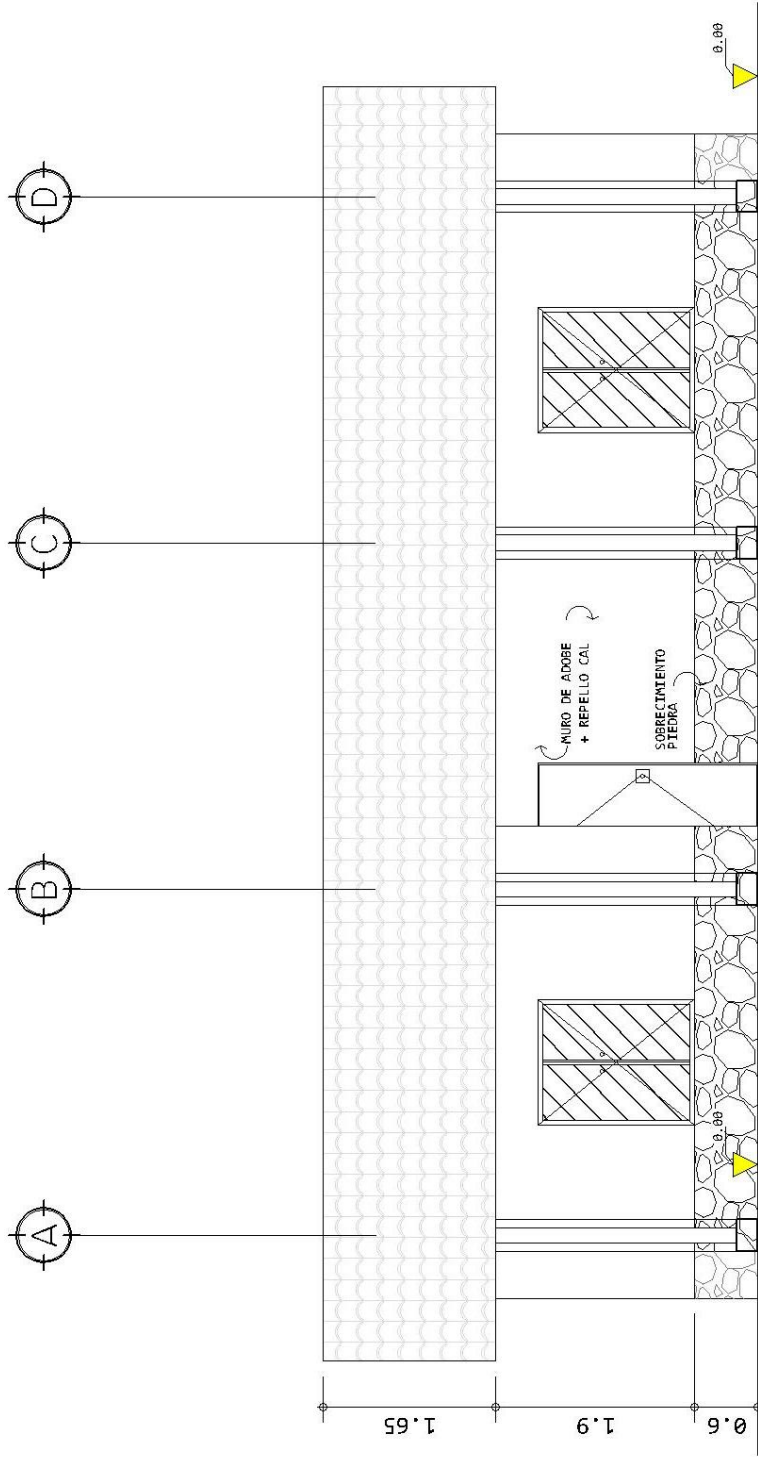


## PLANTA DISTRIBUCION

VIGA SOLERA Ø COLLAPIN

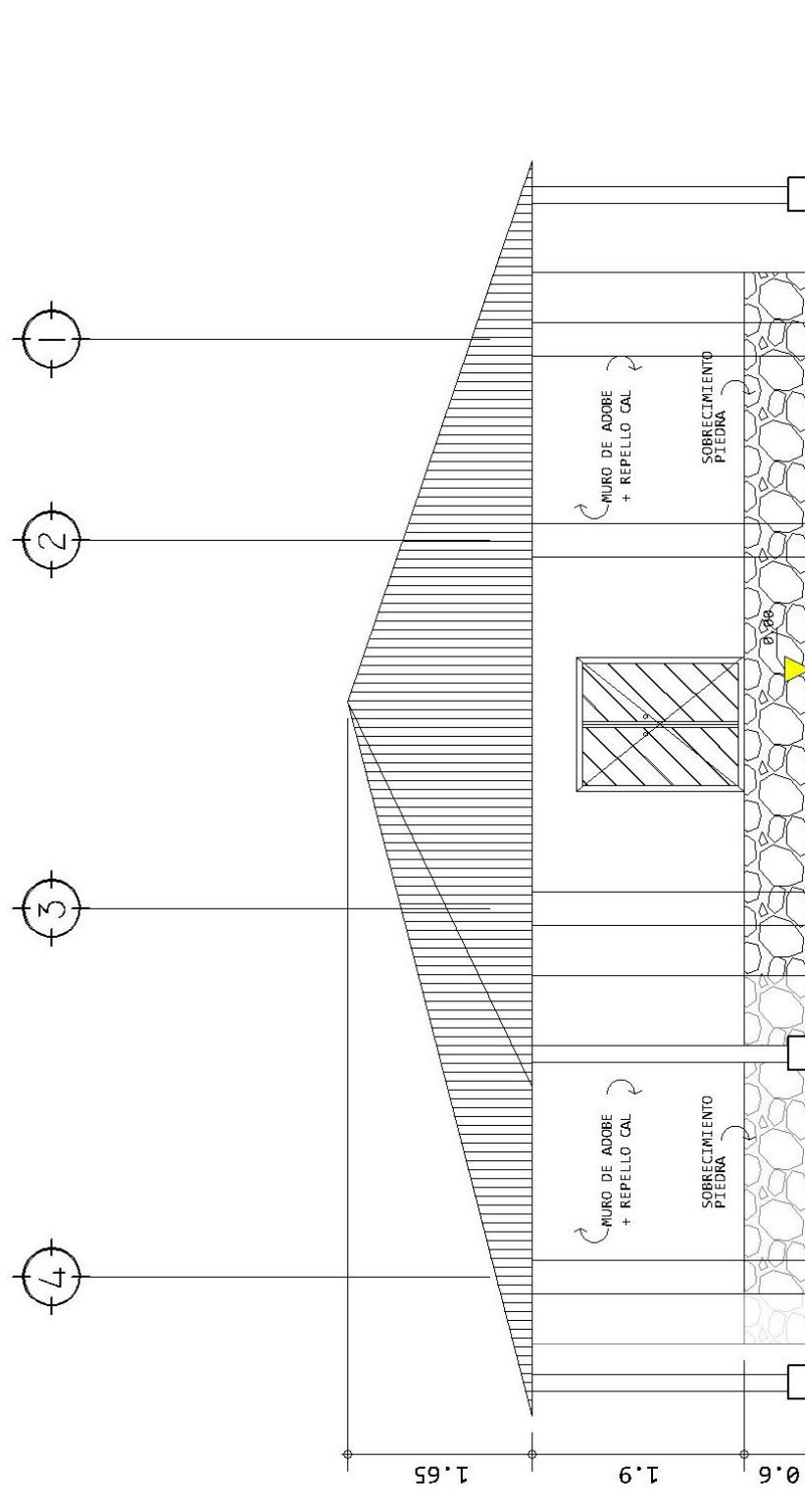


## Elevación Frontal



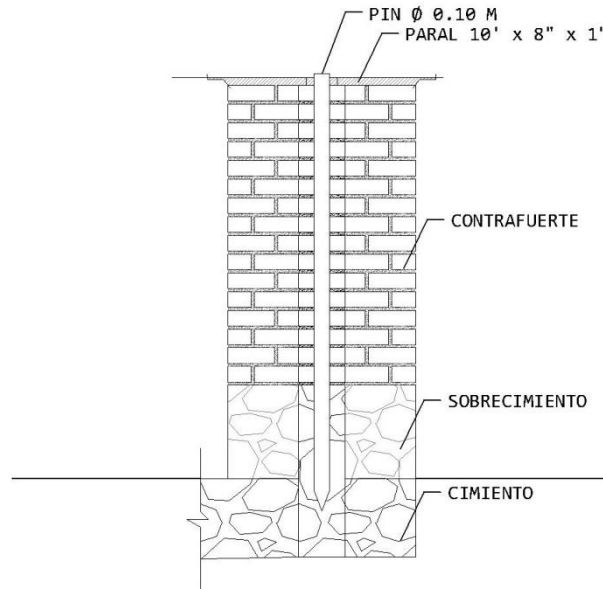
ELEVACION FRONTAL

## Elevación Lateral



## ELEVACION LATERAL

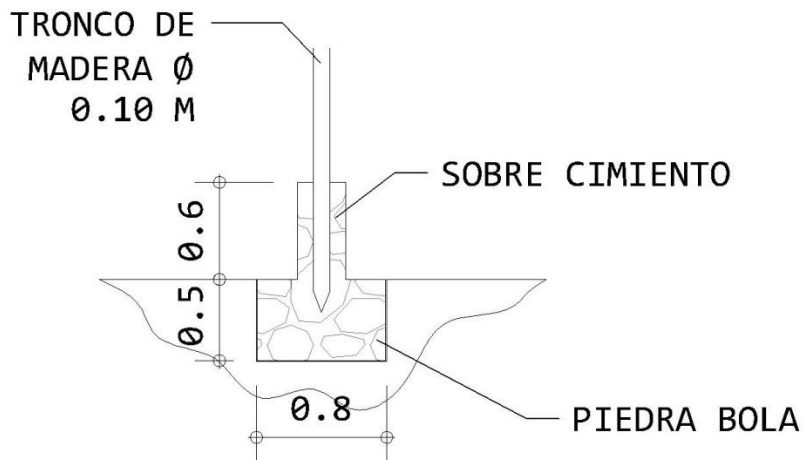
## Detalle Cimiento



## CORTE MURO

MURO TIPICO

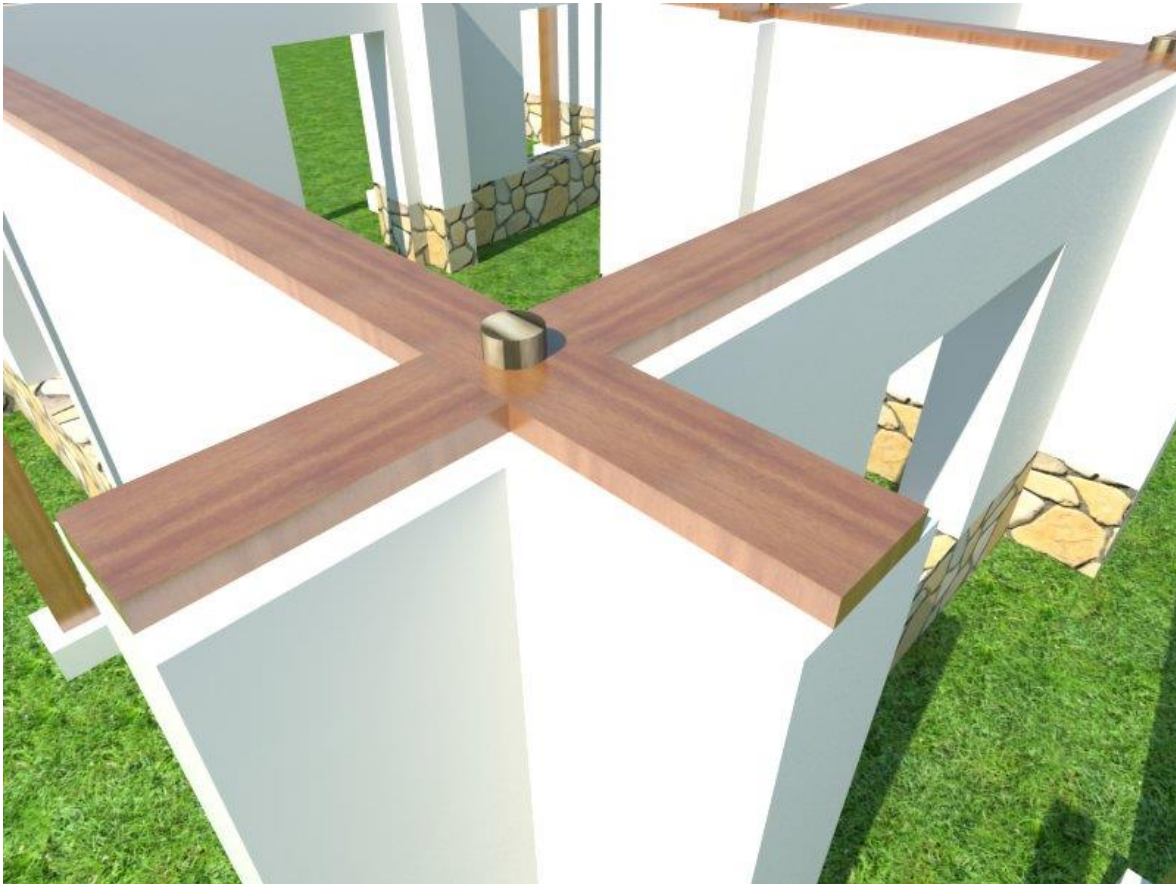
## Corte de muro



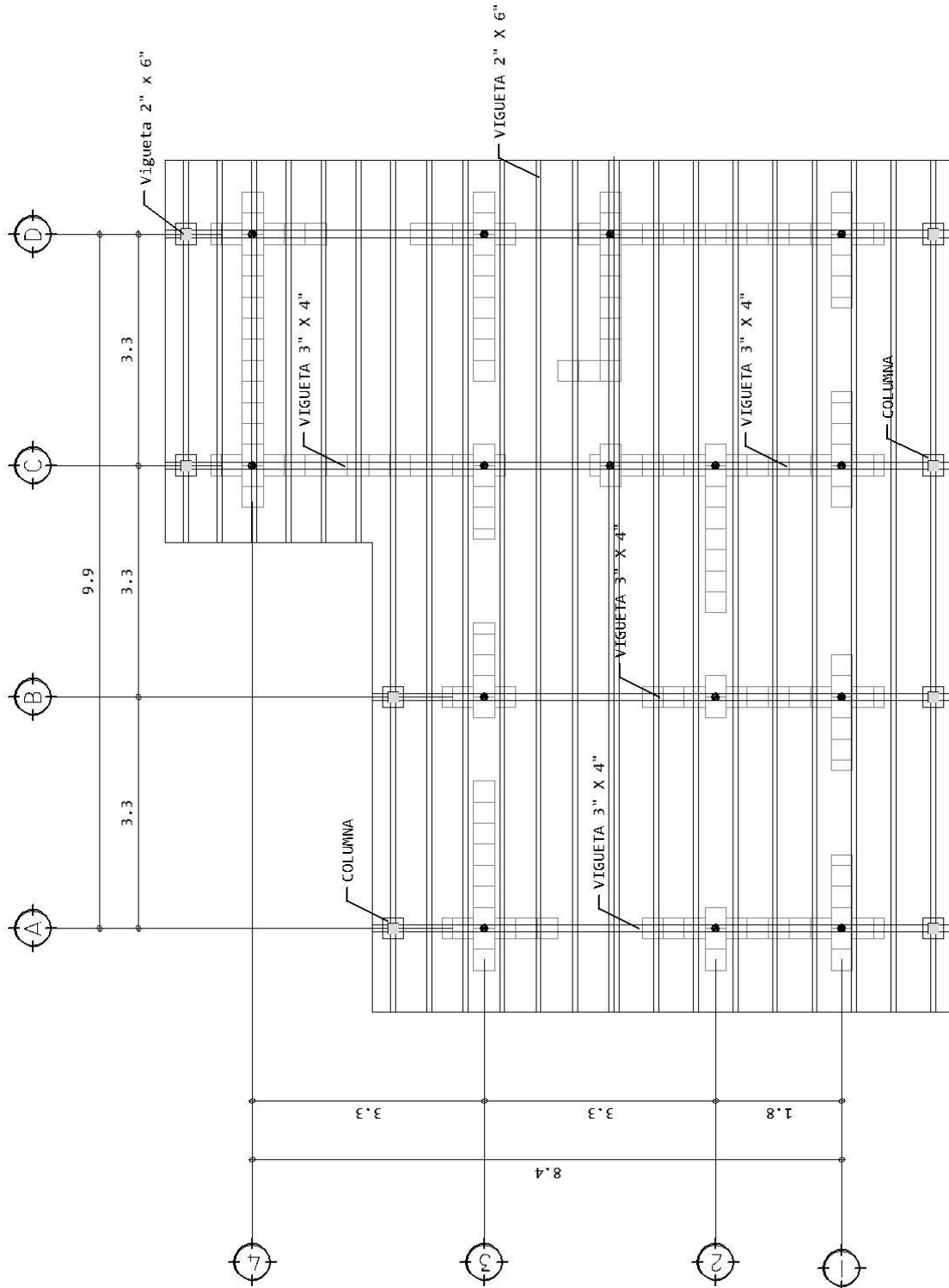
## DETALLE DE CIMIENTO

CIMIENTO DE PIEDRA

## Detalle de amarre viga collarín y pin

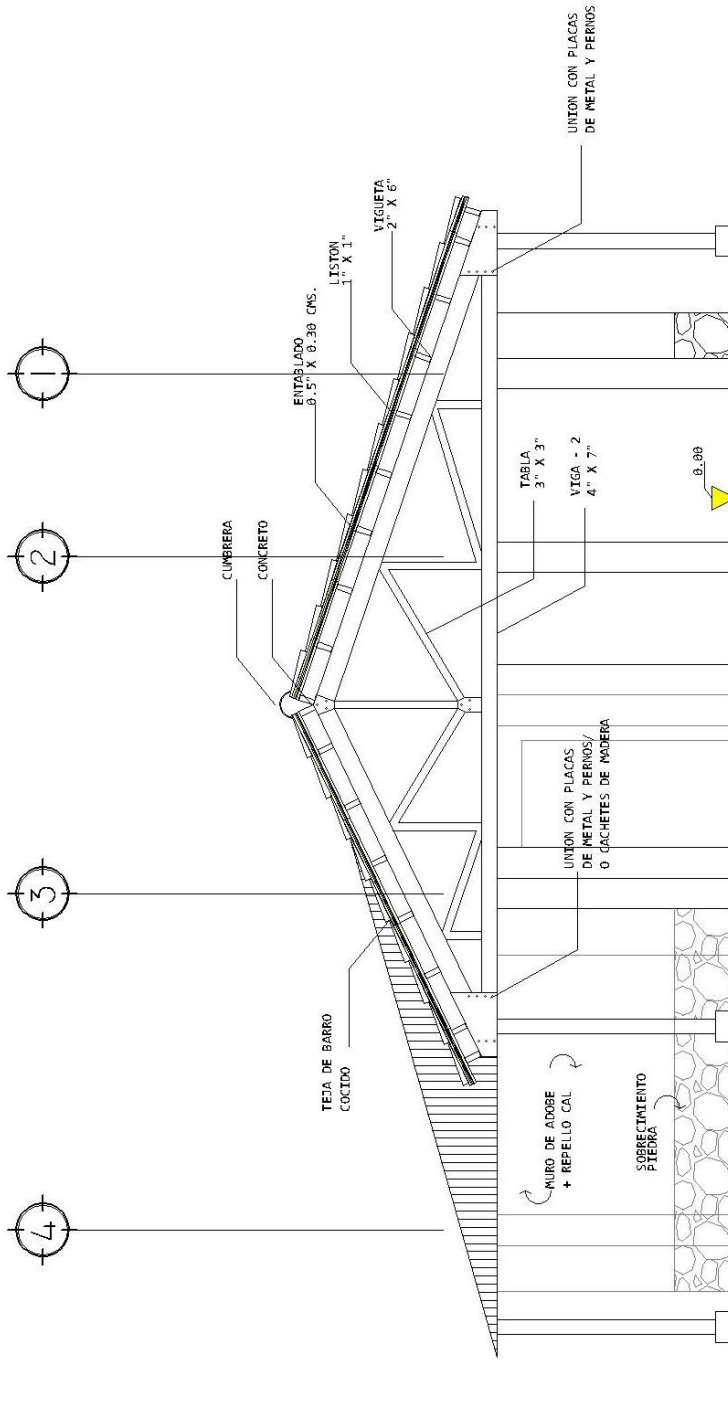


## Planta de Techos



PLANTA DE TECHOS

## Sección A-A'



## SECCION A-A'



# PROCESO CONSTRUCTIVO

Sobre cimienta y Pines





## Levantado de Muro



## Viga Solera o Collarín





## Armado de Techo



# BIOCONSTRUCCION

---

## Acabado Final



VISTA NOROESTE



VISTA NORESTE



# BIOCONSTRUCCION

---



VISTA SUROESTE



VISTA SURESTE

## CONCLUSIONES

1. El adobe no debe contener gran cantidad de material orgánico en su composición, ya que esto reduce su resistencia.
2. La ubicación y la orientación bien adecuada de la vivienda será un factor importante en la seguridad de la construcción.
3. Es necesario saber qué tipo de materiales se utilizan en la construcción, ya que es necesario conocer la calidad del material, para una buena durabilidad y resistencia de la construcción.
4. Se deberá establecer un balance entre los materiales, debido a que el contenido de arena y de suelo arcillosos que existe en diferentes regiones obliga a hacer una proporción diferente, hasta que se considere adecuada para hacer adobes.
5. El dimensionamiento de una vivienda es muy deseable que sea simétrico, que el objetivo es tener una construcción redundante, en donde cada una de las partes que la forma resistan la misma carga bien distribuida.
6. Para soportar el esfuerzo a corte, se debe colocar una solera intermedia a 1.20m. conformada con dos cañas en sentido horizontal.
7. En Guatemala el adobe ha tenido una gran historia en lo que es la construcción, ya que es un material que por su fácil obtención se ha utilizado tanto en el área rural como en el área urbana. Es por eso que el procedimiento que utilizan las personas que fabrican el adobe es transmitido de generación en generación, sin tener ninguna tecnología más apropiada.
8. La finalidad de este documento es que la persona que realice una construcción con este material, tenga una guía con la cual puede construir más seguro, utilizando técnicas adecuadas, apropiadas así dejando a un lado el empirismo.

# RECOMENDACIONES

1. Concientizar a las personas que las recomendaciones propuestas sean aplicadas, para reducir los riesgos de procedimientos erróneos, y que se pueden aplicar nuevas técnicas.
2. Implementar cursos a través de las municipalidades, o instituciones que posean programas de desarrollo rural, en los cuales pueden capacitar a las personas y difundir las nuevas técnicas que existen para construir sus casas.
3. Es necesario colocar refuerzos horizontales sobre los muros de las viviendas, utilizando madera para colocar o simplemente la caña, donde se necesite la solera.
4. Es necesario proteger los muros de adobe con repello para que puedan resistir las inclemencias del tiempo, y así no sufran un desgaste demasiado rápido.
5. Recomendar a toda persona que quiera utilizar tierra cruda, el procedimiento adecuado para satisfacer los aspectos de seguridad y bienestar, al mismo tiempo optimizar los recursos naturales, para la fabricación y el empleo del adobe en la construcción de viviendas.

## BIBLIOGRAFIA

1. “La casa ecológica autosuficiente para climas cálidos y tropical”; Autor Armando Deffis Cosa, Editorial Conceptos S.A.
2. Marcial Blondet. Gladys Villa Garcia M.Svetlana Brzev. Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos: Tutor. Abril 2003. Peru.
3. *Responsable Técnico: JUAN SÁNCHEZ SORIA.* DOCUMENTACIÓN OFRECIDA POR: INSECPINT&COMPANY, S.L.
4. Gernot Minke. Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel, Alemania





## BIOCONSTRUCCION

**IMPRÍMASE**

**ARQ. CARLOS ENRIQUE VALLADARES CEREZO**

**DECANO**

**MSC. ARQ. MARTÍN ENRIQUE PANIAGUA GARCÍA**

**ASESOR**

**CARLOS JOSÉ GONZALEZ SALGADO**

**SUSTENTANTE**



Arquitecto  
Carlos Valladares Cerezo  
Decano Facultad de Arquitectura  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:


Por este medio hago constar que he leído y revisado la Tesis, previo a obtener el Título de Arquitecto, del estudiante **CARLOS JOSÉ GONZÁLEZ SALGADO**, carné 200516672; titulada **“BIOCONSTRUCCIÓN. CONSTRUCCIÓN NATURAL Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS”**.

Dicho trabajo ha sido corregido en el aspecto ortográfico, sintáctico y estilo académico, por lo cual la Facultad puede disponer del mismo de la manera que considere conveniente.

Extiendo la presente constancia en una hoja con los membretes de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la Facultad de Arquitectura, a los cinco días de junio de dos mil trece.

Agradeciendo su atención, me suscribo con las muestras de mi alta estima,

Atentamente,



Lic. Luis Eduardo Escobar Hernández  
Profesor Titular No. de Personal 16861  
Colegiado Activo 4,509