



CENTRO DE INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

Regional Caldas



CONSTRUCCIÓN DE MUROS EN TAPIA Y BAHAREQUE



CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS EN MADERA PARA ENTREPISOS Y CUBIERTAS



**ESTRUCTURA CURRICULAR: ALABÑILERÍA
EN REESTAUACIÓN DE
EDIFICACIONES**

**MÓDULO DE FORMACIÓN:
ACONDICIONMAIENTO DE LA EDIFICACIÓN**

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL



Albañilería en restauración de edificaciones by [Sistema de Bibliotecas SENA](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported License](#)

Estructura curricular

ALBAÑILERÍA EN RESTAURACIÓN DE EDIFICACIONES

Módulo: Consolidación de la estructura

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

DIRECCIÓN REGIONAL

Darío Montoya Mejía

SENA REGIONAL CALDAS DIRECCIÓN GENERAL

Francisco Javier Jaramillo Hoyos

CENTRO DE INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

Subdirector de Centro

Orlando López Vinasco

Equipo de trabajo elaboración Estructura Curricular:

Asesoría Pedagógica: Dra. Luz Helena Gómez D.

Instructores: Tec. Ubaldo González A.

Tec. Fabio Ancízar Yepez C.

Arq. Gloria Amparo García H.

Asesoría Técnico Pedagógica:

ESCUELA TALLER CARTAGENA DE INDIAS

Arquitecto: Germán Bustamante

Director

Arquitecto: Germán Fonseca

Coordinador de estudios

Arquitecto: Rodrigo Arteaga

Docente

SENA REGIONAL BOLIVAR

Dr. Arnoldo Solano	Subdirector de Centro De Industria y Construcción
José de los Reyes Torres	Coordinador académico
Ing. Pedro Tapia	Instructor
Ing. Rafael Imitola Castilla	Instructor

EQUIPO DE TRABAJO ELABORACIÓN DE CARTILLA

Arq. Juan Carlos Gallego López

Especialista en restauración y conservación del patrimonio arquitectónico, Universidad la Gran Colombia
Candidato a Maestría en Gestión pública del turismo: Sostenibilidad y competitividad Universidad de Andalucía España.

Elaboración de gráficos:

Arq. Juan Carlos Gallego López

Revisión:

Arq. Gloria Amparo García Henao

Instructora

Arq. Aparicio Mejía Rendón

Instructora

Diseño Gráfico:

Diseñador Visual:

Andrés Hernando Vallejo Castaño

Gráficas:

Viviana Márquez Amaya

Apoyo en la elaboración de la cartilla didáctica

SECRETARÍA DE CULTURA DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

Biblioteca Central

Biblioteca facultad de Arquitectura

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES

Biblioteca Central

BIBLIOTECA PÚBLICA MUNICIPIO DE MANIZALES BIBLIOTECA SENA REGIONAL CALDAS

“Prohibido la reproducción parcial o total con ánimo de lucro. Su distribución es gratuita y su utilización para fines exclusivos de la Formación Profesional Integral del SENA”

1. CONSTRUCCIÓN DE MUROS EN TAPIA Y BAHAREQUE

INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías de los sistemas de construcción, han presentado diferentes y variadas alternativas de solución a la problemática del hábitat del hombre moderno, en muchas ocasiones, sin tener en cuenta el rico e inmenso bagaje cultural de las construcciones ya existentes. Los centros históricos de las ciudades, están ahí con su aporte silencioso e involuntario frente al mundo actual; de estos dos mundos existentes y competidores se han tomado parcialmente los enfoques de las tecnologías con las tradiciones y las técnicas apropiadas de cada uno de ellos, lo que ha llevado hoy a idear múltiples frentes en todas las áreas constructivas, involucrando a la ingeniería y la arquitectura.

El interés demostrado por los diferentes países del mundo en las formas y técnicas tradicionales de las edificaciones, no es solo nostalgia; se ha demostrado que las tradiciones, son un potencial de las alternativas que tienen las comunidades para dar respuesta a su hábitat y mejoramiento del entorno donde viven, las cuales no tienen acceso a las nuevas tecnologías por sus altos costos y difícil adquisición, es cuando deben recurrir a las tradiciones, las cuales ofrecen paradójicamente mayores posibilidades; igualmente sucede con las intervenciones en los diferentes edificaciones de valor patrimonial, en donde es recurrente trasladarse al pasado para retomar originalmente sus sistemas constructivos y lograr restaurar el sistema actual, compatiblemente.

En esta cartilla, se resaltan las posibilidades de traer al presente los originarios sistemas de construcción del pasado, para involucrarlos con los modernos y lograr compaginar cada detalle, que conduzca a un todo semejándose a la originalidad.

ÍNDICE

1. CONSTRUCCIONES EN TAPIA PISADA	12
1.1. DEFINICION	12
1.2. SISTEMAS YTECNICAS	12
1.3. EMPLEADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS	12
1.4. FICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	13
1.5. HERRAMIENTAS EMPLEADAS	13
1.6. MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN	14
1.7. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL SISTEMA	20
1.8. ORGANIZACIÓN EN LA OBRA DE LA TAPIA PISADA	21
2. CONSTRUCCIONES EN BAHAREQUE	22
2.1. DEFINICIÓN	22
2.2. TIPOS DE BAHAREQUE	22
2.3. SISTEMASYTECNICAS	22

2.4. MUROS EN BAHAREQUE EMBUTIDO	25
2.5. MUROS EN BAHAREQUE EN TABLA	26
2.6. MUROS EN BAHAREQUE METAUCO	26
2.7. MUROS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO	27
3. ACTIVIDADES DE APLICACIÓN	28
BIBLIOGRAFÍA	29

1. CONSTRUCCIONES EN TAPIA PISADA

1.1 DEFINICIÓN

El uso de la tierra en la construcción está presente desde las primeras manifestaciones del hombre, en casi todas las regiones del mundo. Este sistema fue usado en Latinoamérica con anterioridad a la llegada de los conquistadores, que a su vez también lo empleaban en su lugar de origen.

La Tapia Pisada es un procedimiento por medio del cual se construyeron y construyen edificaciones en tierra, sin sostenerlas con piezas de madera u otros materiales. Este método consiste en apisonar tierra preparada capa por capa, en medio de dos tablonces con el espesor normal de los muros de piedra. Apisonada de esta manera, la tierra se liga, toma consistencia y forma una masa homogénea, que puede ser elevada hasta la altura necesaria para una vivienda o construcción.

1.2. SISTEMAS Y TÉCNICAS

El procedimiento consiste en apisonar tierra húmeda dentro de encofrados deslizantes; de este modo se forman las paredes de una construcción.

La extracción, consiste en picar la tierra, deshaciendo los grumos con algún elemento.

La tierra, no todas las tierras son adecuadas para este tipo de construcción, se estima que la mejor tierra debe estar compuesta por: gravillas, arenas, limos y arcillas. Se extrae, se cubre y

almacena para que la lluvia no la humedezca; ya que es imposible apisonar la tierra mojada.

Materiales excluidos, todos los vegetales presentes en la tierra a utilizar: raíces, hierbas, paja o pedazos de madera que puedan descomponerse o pudrirse.

1.3. MEZCLAS EMPLEADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS

No se puede dar una formula en peso o volumen, ya que ella depende de la calidad de la tierra empleada y sus posibles agregados; pero se debe tener presente que cuanto mas fina sea la tierra será mejor su calidad.

Los porcentajes de los componentes de la tierra oscilan en:

Gravillas: 0 al 15%

Arenas: 40 al 50%

Limos: 20 al 35%

Arcillas: 15 al 25%

El primer paso cuando se va a construir con tierra, es por consiguiente conocer su composición y determinar la mejor.

Existen análisis a efectuarse en laboratorio o de campo, fáciles de realizar, que ofrecen una idea del tipo de tierra a utilizar.



1.4. ENSAYOS EMPLEADOS:

• ENSAYOS EN LABORATORIO:

Ensayo de granulometría: permite determinar la cantidad respectiva de los diferentes elementos que componen la muestra de tierra.

Sedimentación: utiliza la diferencia de caída de las partículas de la tierra sumergida con anterioridad, en el agua.

El límite de Atteberg: permite conocer la plasticidad del material. Para este ensayo se toma la parte de granulometría fina de la muestra para definir los límites de liquidez, de plasticidad y contracción.

Ensayo de Proctor: permite conocer la compactación del material.

El ensayo de tracción: llamado ensayo del ocho, que permite conocer la cohesión del material.

El del olor, el de la mordida, el del golpe, el del lavado de las manos; así como también se pueden efectuar el de la sedimentación simplificada, el de la sacudida, el del cordón, el de la resistencia en seco, entre otros.

Por ejemplo, para saber la cantidad óptima de agua podemos hacer la siguiente prueba:

Se toma un puñado de tierra, se aprieta en la mano y se deja caer desde una altura aproximada de 1 metro. Si este al ser apretado en la mano no se adhiere a esta, conserva su forma y al caer se parte en pedazos, la cantidad de agua es la correcta.

Se toma un puñado de tierra, se aprieta en la mano y se deja caer desde una altura aproximada de 1 metro. Si este al ser apretado en la mano no se adhiere a esta, conserva su forma y al caer se parte en pedazos, la cantidad de agua es la correcta.

Si al apretar el pedazo de tierra se pega de la mano y la mancha, y al caer no se rompe es porque la tierra esta muy mojada, pero si al apretarlo en la mano este no mantiene la forma y se pulveriza, la tierra está muy seca.

1.5. HERRAMIENTAS EMPLEADAS

- ✓ **Formaleta:** La formaleta la conforma la unión de tablas que se sostienen por medio de montantes o barras.
- ✓ **Las tablas o paredes verticales:** Las tablas deben ser lisas para proveer una superficie homogénea y tipo machihembradas (ranura y lengüeta) para ensamblarlas.
- ✓ **La tapa de la formaleta:** Compuerta o testero, formada por dos tablas ensambladas. Los testeros más anchos en la base permiten dar declive al muro.

- ✓ **Los parales:** Se hacen en madera rolliza o aserrada de sección cuadrada, por lo general rebasan la altura de la formaleta por lo menos en 50 centímetros. Rematan en un espigo de 2.7 centímetros de espesor.
- ✓ **Las riostras:** Se hacen de madera dura y resistente. Espesor de 8 centímetros en promedio, longitud de 1.14 metros. A 9 centímetros de los extremos, se tallan las cajas de 20 por 3 centímetros.
- ✓ Para una formaleta de 2.60 metros se pudieron utilizar 4 riostras, cada 80 centímetros y precisa que las cajas deben tener un plano inclinado, el mismo ángulo que la cuña.
- ✓ **Las cuñas:** Sirven para apretar los para les y los paneles contra la hilada del muro ya hecha, introduciéndolas entre las cajas de las agujas. Juegan un papel importante en la plomada de la formaleta. Hincándolas en mayor o menor grado, se determina el espesor del muro.

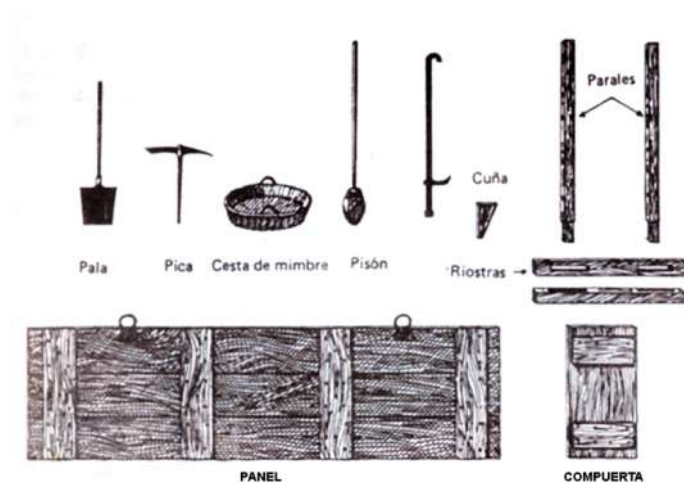


FIGURA 2: HERRAMIENTAS PARA LA ELABORACION DE MUROS EN TAPIA PISADA

1.6. METODO DE CONSTRUCCIÓN

Las técnicas para construir con tierra, se clasifican de acuerdo a la forma en que ha sido utilizado el material en:

- ✓ **Estado sólido:** Tierra excavada
- ✓ **Estado Líquido:** Vaciado en formaleta vaciado en molde
- ✓ **Estado plástico:** Moldeado compactado
- ✓ **Estado seco:** Compresión

El grado de humedad de la tierra es una variable que permite al constructor la posibilidad de adaptar el material durante su utilización.

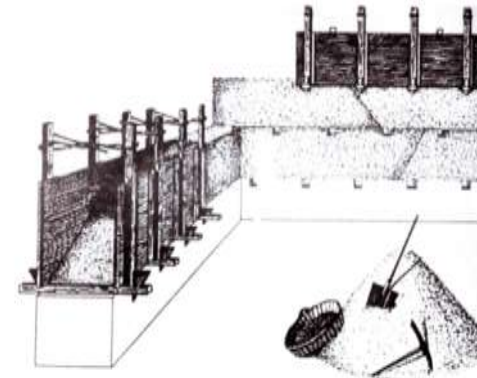


FIGURA 3: PROCESO PARA LA ELABORACION DE MUROS EN TAPIA PISADA

• ENCOFRADO:

Es un elemento básico de la tapia pisada, la formaleta tiene un rol esencial en la instalación del material. Su concepción debe ser realizada teniendo en cuenta hasta los menores detalles. Debe contar con las siguientes características:

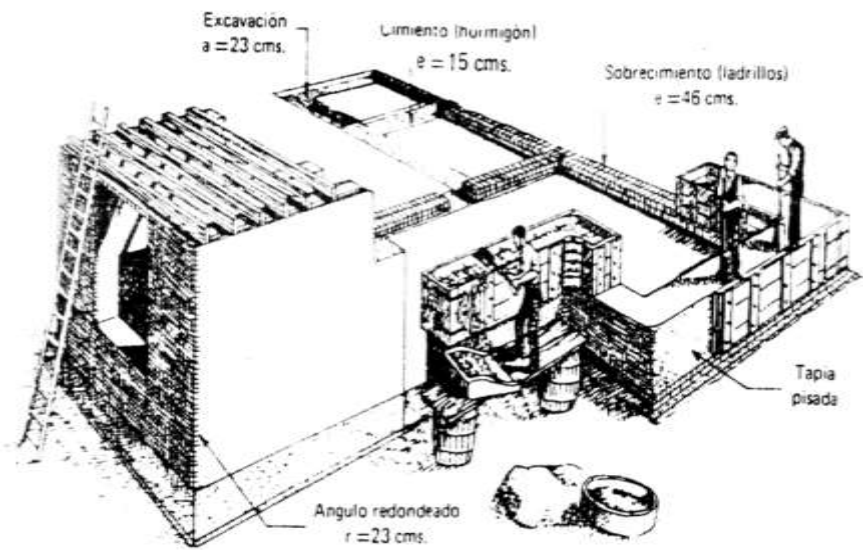


FIGURA 4: VISTA Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA EN TAPIA PISADA.

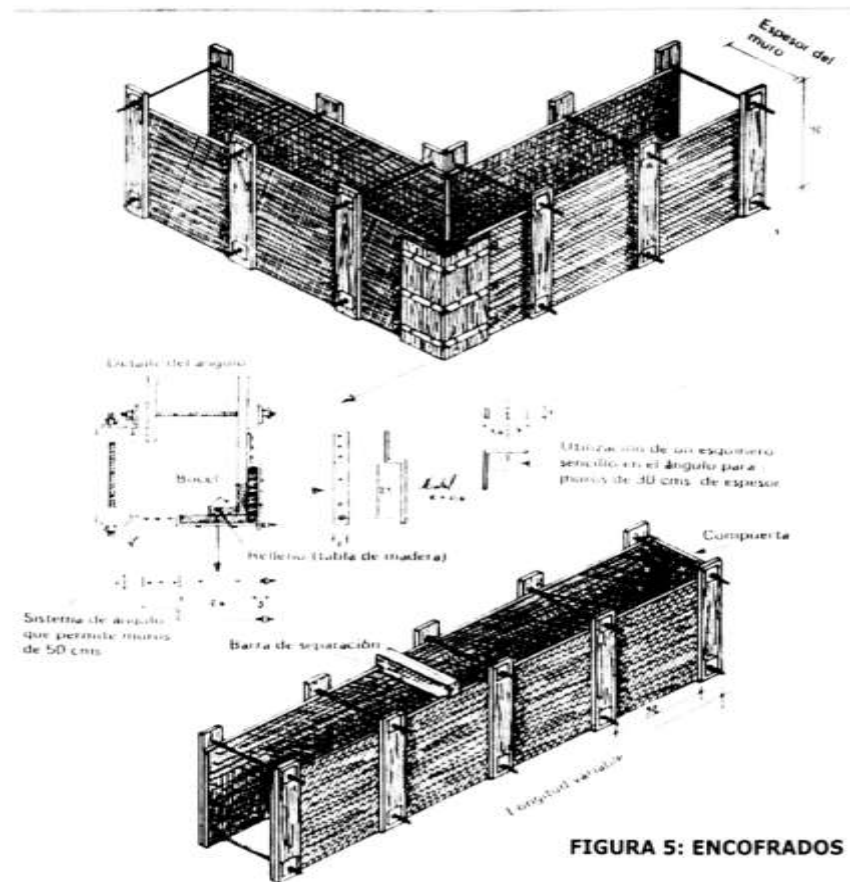


FIGURA 5: ENCOFRADOS

1. **Solidez:** Una formaleta debe ser sólida puesto que debe absorber esfuerzos superiores a una formaleta para hormigón. Se pueden considerar dos soluciones:

- Emplear paneles gruesos.
- Volver rígidos paneles más ligeros incrementando los parales, travesaños y demás elementos de la estructura.

2. **Estabilidad:** Se deben tener en cuenta las vibraciones ocasionadas por compactación mecánica. Ellas pueden en efecto desplazar la formaleta. Un apisonamiento más fuerte en un lado que sobre el otro puede producir diferentes efectos.

3. **Maniobrabilidad:** Para mantener la solidez y rigidez de la formaleta es necesario utilizar elementos que la vuelvan más pesada.

4. **Aplomado:** Operación delicada que puede tomar demasiado tiempo si la formaleta está mal realizada.

5. **Riostras:** Las riostras, ocasionalmente dejan huecos en los muros, se pueden mantener para facilitar la operación del aplome, retirándolas antes de hacer el relleno. La extracción de las riostras no es difícil durante el desmonte de la formaleta si se toma la precaución de colocarlas sobre arena o cubrirlas con papel, una solución es colocar platinas metálicas.

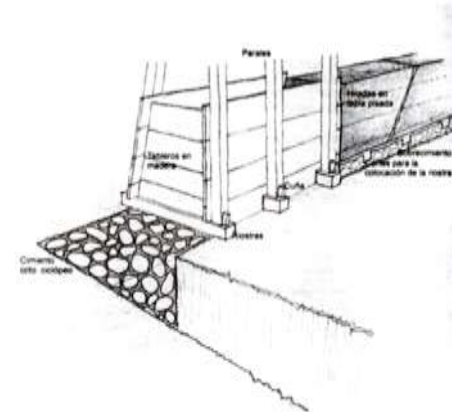
6. **Andamio:** Las riostras pueden servir también como elementos de andamio haciendo el papel de rigidizante por triangulación exterior. Igualmente los huecos de los muros pueden ser utilizados provisionalmente para apoyar los travesaños del mismo.

7. **Los travesaños superiores:** Dificultan la tarea del apisonador, para circular dentro del encofrado, pero son fundamentales para lograr estabilidad superior.

Se recomienda colocar al interior del ángulo una pieza de madera triangular en ángulo de 90° , la hipotenusa debe ser reemplazada por una curva de 5 cm. de radio, la cual forma un ángulo exacto y resistente a la deformación. Se puede hacer lo mismo con los marcos de los vanos.

8. **Modulación:** Se recomienda colocar al interior del ángulo una pieza de madera triangular en ángulo de 90° , la hipotenusa debe ser reemplazada por una curva de 5 cm. de radio, la cual forma un ángulo exacto y resistente a la deformación. Se puede hacer lo mismo con los marcos de los vanos.

FIGURA 6. PARTES DEL MURO EN TAPIA PISADA Y SU ENCOFRADO



9. **Inclusión de elementos prefabricados:** Las riostras y los travesaños superiores, obstaculizan la inclusión de marcos de vanos, nichos, alacenas, etc. Se pueden hacer travesaños móviles, que deberán ser sólidos y bien apuntalados en el interior.
10. **Separación de las formaletas:** Deben permitir la circulación en su interior, la separación mínima debe ser entre 35 y 40 cm. Aunque el espesor de muros puede variar, la utilización de varillas roscadas es un medio cómodo para graduar el espesor.
11. **Paramento:** Se pueden realizar muros lisos o rugosos, dependiendo de los paneles más o menos pulidos.
12. **Mantenimiento:** Para proteger la formaleta del enmohecimiento y facilitar el desencofrado, se debe engrasar el interior, se recomienda aceite quemado; las formaletas se guardan en posición horizontal al abrigo de la lluvia.

Existen diversos métodos tradicionales de construcción con tierra y cada uno de ellos con sus variantes regionales. Sin embargo hay pasos comunes que se describen a continuación:

- **PROCESO DE LEVANTAMIENTO DE LOS MUROS:**

1. Se hace nivelación de los sobrecimientos con una capa de lajas o piedra.
2. Se coloca el encofrado con el espesor normal de los muros de piedra, 50 a 120 cm. (las tablas deben ir con los lados interiores aceitados) a lo largo de lo que serán los muros, bien apuntalado, con altura lógica como para poder trabajar dentro de él
3. Antes de echar la tierra se extiende un poco de mortero (cal y arena) en los bordes y se cubren las riostras con piedras

planas delgadas. Este mortero impide que al

comenzar a pisar, se salga la tierra por las juntas, mejorando así el acabado del muro.

4. Se distribuye la tierra húmeda dentro del encofrado, en capas que no superen los 10 centímetros de altura y se va presionando con golpes de pisón (el golpe de caída del pisón es de 30 cm. aproximadamente). Al notar un cambio de ruido y que el pisón no deja marca, se continúa con la capa siguiente.

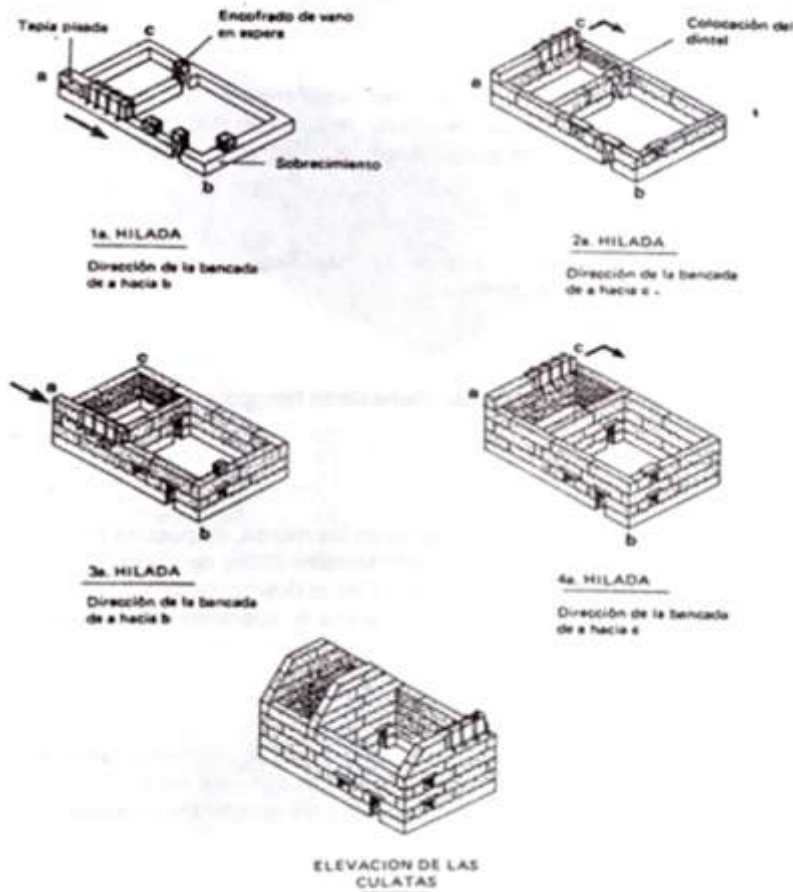
Así se va trabajando todo el perímetro de la edificación hasta completarlo, luego se aplica otra capa de tierra y se continúa el apisonado, siguiendo el mismo sentido a lo largo del encofrado. Apisonada la tierra, se liga, toma consistencia y forma una masa homogénea.

5. Después de apisonar los bordes del muro, se cruzan los golpes a fin de prensar la tierra en todos los sentidos, bajo los amarres de las cuerdas se deben coordinar los golpes de los pisadores, porque este sitio es difícil de alcanzar verticalmente.
6. Al terminar cada hilada, se hacen surcos (de 10 mm a 15 mm), que ayudaran a unir la hilada siguiente.
7. Cuando sea necesario se deslizarán los encofrados hacia arriba. Se recomienda también desplazarlos horizontalmente, para que las uniones verticales de las tablas no sean coincidentes (esto con el fin de evitar las fisuras verticales). Cada vez que se repitan estos pasos hay que limpiar, aceitar y revisar los apuntalamientos de los encofrados.

Estos pasos se repiten hasta alcanzar la altura necesaria para la edificación. Para levantar los muros denominados

también bancadas se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones para cada una de las partes:

FIGURA 7: VISTAS Y PROCEDIMIENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA EN TAPIA PISADA.



AMARRES:

Las construcciones cuyos amarres son insuficientes o no existen, tienen tendencia a abrirse, sobre todo si los cimientos son débiles y si el cruce alternado de las bancadas en los ángulos ha sido descuidado. Es corriente ver tirantes instalados en el interior de la construcción. Estos pueden componerse de dos X (equis) metálicas, unidas con una varilla roscada con el propósito de mantener los dos muros paralelos. Se puede hacer un amarre eficiente empotrando horizontalmente trozos de madera de 15 cm. ensamblados a los ángulos.

ÁNGULOS:

En general la construcción de los ángulos no necesita de formaleta especial y es suficiente con cruzar alternativamente las bancadas al comenzar cada hilada. El tratamiento del ángulo ha planteado siempre algunos problemas por razón de la erosión que en este sitio es mucho mayor. Estas son algunas alternativas para reforzarlos:

- ✓ Localizando en el ángulo exterior un listón de sección triangular para evitar el ángulo recto demasiado frágil.
- ✓ Colocando un poco de cal en los dos lados del ángulo cada vez que se termina de pisar una capa de tierra de 10 cm.
- ✓ Reforzando el ángulo, por medio de mampostería de trozos de ladrillo o piedras.

VANOS:

Cuando se necesita practicar una abertura en el muro, se colocan en la formaleta dos testeros separándolos ligeramente hacia el interior para facilitar la apertura de las puertas.

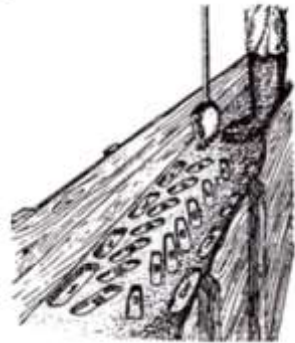


FIGURA 9.
ORDEN DE LOS GOLPES
EN LA ELABORACION DE
MUROS EN TAPIA PISADA

ABERTURAS:

Existen dos métodos para colocar las vigas de los pisos:

1. Una vez se haya llegado al nivel del piso, se clavan las cajas para las vigas, sobre la parte superior de los muros. Estas deben profundizarse lo necesario para permitir la colocación de las riostras de manera que la parte inferior de la formaleta abrace los muros. Se instala el piso y se continúa la construcción del nivel superior.
2. Se levantan los muros en su totalidad, y las vigas de la cubierta se colocan después, cavando su caja en los muros. Se recomienda poner bajo las vigas, una solera (tabla o piedra plana) para repartir las cargas. Los extremos de las vigas empotradas en el muro deben tener una capa de alquitrán o brea para evitar que se pudran. Las vigas más grandes que necesitan un apoyo mayor se pueden colocar desde el exterior a través de los muros.

CULATAS:

Se presentan al dar la pendiente deseada, haciendo el trazo oblicuo en el interior de las formaletas. Cuando las bancadas de las culatas están secas se puede cavar los sitios destinados a recibir las vigas de cubierta.

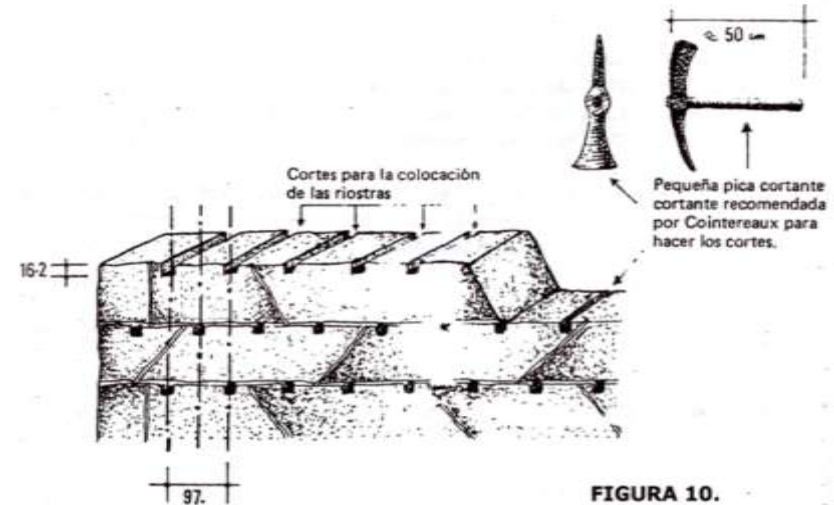


FIGURA 10.
BANCADAS CON
JUNTAS OBLICUAS

CUBIERTA:

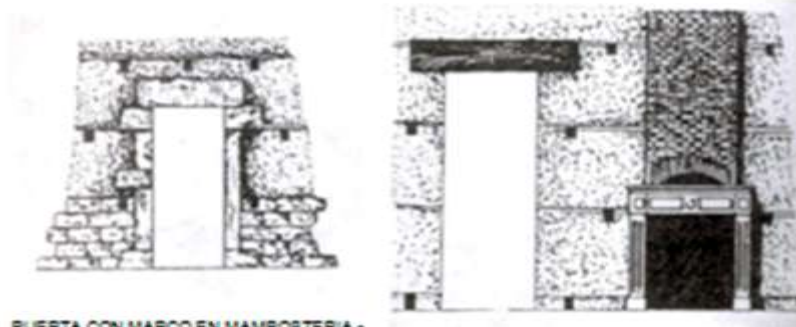
En general la concepción de la casa de tapia pisada busca economizar madera. Con este propósito los muros de la culata y los divisorios la reemplazan en lo posible. No hay un material exclusivo para cubrir las casas de tapia, no se recomienda hacer aleros demasiado anchos (alrededor de 1 m). El buen estado de la cubierta es un aspecto importante para la durabilidad, las filtraciones de agua en el remate de los muros ocasiona rápidamente la ruina completa de la edificación.

CIMENTOS:

Entre la cimentación y el muro de elevación en tapia, debe existir aislamiento hidrófugo; es adecuado usar adobes asfálticos o camada aislante colocada sobre una capa de 15 cm. de solado. El corte de la humedad capilar del suelo será el encargado de dar mayor durabilidad a la obra.

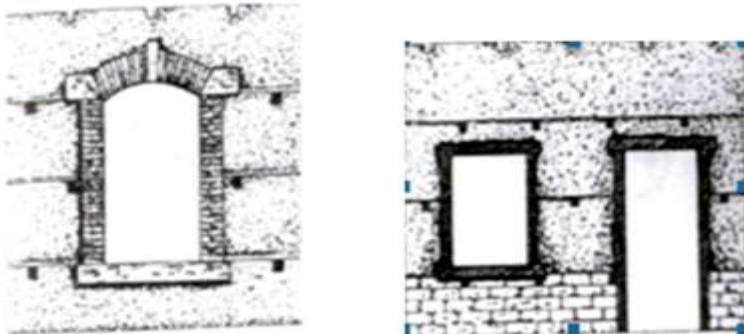
El sistema de muros en tapia pisada, presenta ventajas e inconveniente así:

FIGURA 11. VANOS Y MARCOS DE PUERTAS Y VENTANAS



PUERTA CON MARCO EN MAMPOSTERIA -
DINTEL DE MADERA-

PUERTA SIN MARCO
EN MAMPOSTERIA



LOS MARCOS DE LAS PUERTAS Y VENTANAS
SE HACEN GENERALMENTE EN MAMPOSTERIA, EN LAORILLOS O EN MADERA.
LOS MARCOS COLOCADOS DENTRO DE LA FORMALETA, DEBEN ESTAR
BIEN APUNTALADOS Y SIRVIENDO DE "RESERVA" EN EL MOMENTO DEL APISONAMIENTO.

1.7. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL SISTEMA

• VENTAJAS:

- ✓ Homogeneidad del muro.
- ✓ Realización de grandes espesores en una operación.
- ✓ No presenta contracciones en el secado.
- ✓ Los pudrimientos no son frecuentes.
- ✓ Construcciones con poca madera.
- ✓ Buen comportamiento frente a los incendios y ataque de insectos.
- ✓ Mano de obra de menor calificación.
- ✓ No se necesita lugar de almacenamiento.
- ✓ No requiere tiempo de curado.
- ✓ Puede quedar sin revoque.
- ✓ Cuando el terreno es bueno, el desempeño estructural es excelente.
- ✓ La durabilidad es equivalente al ladrillo y muy superior al adobe.

• INCONVENIENTES:

- ✓ Se altera con la lluvia y los drenajes cercanos que el muro pueda absorber (para subsanarlo debe recibir revoque de tierra o mejorado con cal).
- ✓ Los muros se deben secar completamente antes de apoyar la cubierta.
- ✓ Requiere de protección contra la lluvia durante el periodo de secado.
- ✓ Requiere de más mano de obra.
- ✓ Los cimientos deberán estar impermeabilizados para evitar humedades.

1.8. ORGANIZACIÓN EN LA OBRA DE LA TAPIA

Las construcciones en tapia pisada constituyen un alto porcentaje del total construido, en Suramérica, se encuentra muy frecuentemente en las regiones montañosas y el procedimiento y equipo empleado es similar al empleado en otros países, la obra se organiza de la siguiente manera:

1. La tierra se extrae en la proximidad de la construcción.
2. Después de la extracción se empaca en sacos.
3. Se lleva hasta la formaleta.
4. Se deposita dentro, repartiéndola.
5. Se apisona con un pilón o pisón (que puede tener dos mangos) clavados a un gran trozo de madera.

La instalación de la formaleta sobre el muro demora 20 minutos y el llenado por aproximadamente 4 hombres toma de 40 a 50 minutos, cada bancada mide 140 x 45 cm. Los muros terminados se protegen de la lluvia o del secado demasiado rápido, con paja o plástico.



FIGURA12
PROCESO EN LA
CONSTRUCCION DEL MURO

2. CONSTRUCCIONES EN BAHAREQUE

2.1. DEFINICIÓN

El bahareque es un americanismo que significa "pared de cañas y/o maderas y tierra"; ha sido a lo largo de la historia una solución tecnológica al hábitat constructivo de muchas culturas.

2.2. TIPOS DE BAHAREQUES

Estas edificaciones se pueden encontrar en el mundo entero, con la diferencia de los materiales vegetales que utilizan en cada región.

En Colombia por ejemplo, Cundinamarca, utiliza el chusque, mientras que Antioquia usa la caña brava y en el antiguo Caldas, la guadua.

Inicialmente se desarrolló un sistema constructivo denominado "estilo temblorero", que era la combinación de un primer piso en tapia pisada o mampostería de ladrillo y los pisos superiores en bahareque de tierra.

Con la aparición de nuevos materiales de construcción, se comenzó a dar una evolución y optimización de las técnicas constructivas del bahareque, de tal manera que se conocen cuatro tipologías:

- Bahareque embutido o en tierra
- Bahareque encementado
- Bahareque en madera o en tabla
- Bahareque metálico

2.3. SISTEMAS Y TÉCNICAS

• CIMIENTOS Y SOBRECIMENTOS:

Las fundaciones típicas para estos cuatro sistemas constructivos de bahareque se construyen a partir de cimientos continuos o corridos; que inicialmente fueron construidos en "cal y canto", es decir: zarpas en piedras medianas de canto rodado provenientes de los lechos de los ríos y quebradas de la región, pegadas con una mezcla de concreto a base de arena, gravilla y cal, ésta última utilizada a manera de cemento de pega.

Actualmente y en la generalidad de los casos, se construyen las "zarpas en concreto ciclópeo" con una mezcla estimada de 70% de piedra y 30% de concreto a base de cemento, arena y gravilla.

La dimensión de los cimientos corresponde a una medida aproximada y típica de las zarpas de concreto ciclópeo de 40 cm. de ancho, con una altura en profundidad aproximada de 40 cm. por la longitud continua de los muros a soportar; fundaciones que a la luz de las normativas vigentes (actualmente N5R 98), no se consideran sismorresistentes, en cuanto no se construyen ni se comportan estructuralmente como vigas de cimentación en concreto reforzado.



IMAGEN 13. BAHAREQUE EMBUTIDO

Para el caso específico de éstos sistemas constructivos en bahareque, se anota particularmente la presencia generalizada de "sobrecimientos", construidos en muros de mampostería simple (no reforzada) de ladrillo cocido, especialmente para los muros exteriores y de fachada, a manera de "zócalos"; construidos en pega tipo soga, es decir, los ladrillos acostados y trabados en una sola dirección (dimensión típica por unidad de ladrillo 10 X 20 X 40 cm.), los cuales se instalan con mortero de pega de arena y cemento; con lo cual se obtiene un ancho total aproximado de 20 cm. en los muros de sobrecimientos, con altura variable según la pendiente del terreno y longitud correspondiente con los muros de bahareque de la fachada que soportan. El revestimiento exterior, de acabado de estos muros de sobrecimientos, corresponde al mortero de revoque en concordancia con el sistema constructivo de bahareque que soportan, así:

- **Para el bahareque en tierra:** Revoques de tierra y cagajón; pintados con calo con pinturas a base de aceite.
- **Para el bahareque en tabla:** Zócalos en tablas de forro y guardaluces verticales en madera al natural, pintados con calo con pinturas a base de aceite.
- **Para el bahareque metálico:** Revoques en mortero de cemento; pintados con calo con pinturas a base de aceite.
- **Para el bahareque encementado:** Revoques en mortero de cemento pintados con calo con pinturas a base de aceite.

Al interior de los vacíos o sótanos de las edificaciones y de manera complementaria como patología constructiva que identifica este tipo de arquitecturas en el componente de las fundaciones; se anota la presencia masiva de cimientos en zarpas de concreto ciclópeo y sobrecimientos, puntuales aislados; a manera de muros cortos o machones; construidos en mampostería simple (no reforzada) en ladrillo macizo, en pega tipo "soga", con un grueso aproximado de 20 cm. por la longitud de los muros de sobrecimientos, con altura variable según la pendiente del terreno y carentes de revoques o morteros de revestimiento.

Además, se presentan "columnas" aisladas sobre cimentaciones en dados de concreto ciclópeo; construidas en mampostería de ladrillo macizo con pega tipo "tizón y soga", pegados con mortero de pega de arena y cemento; con grueso aproximado de 40 X 40 cm. con altura variable según la pendiente del terreno.

Sobre los machones y columnas de sobrecimientos, aparecen las soleras de soporte de las vigas o viguetas de los entresijos, en concordancia con el sistema constructivo particular de estos últimos.



IMAGEN 14. MURO EN BAHAREQUE EMBUTIDO VISTA

▪ **ENTRAMADO:**

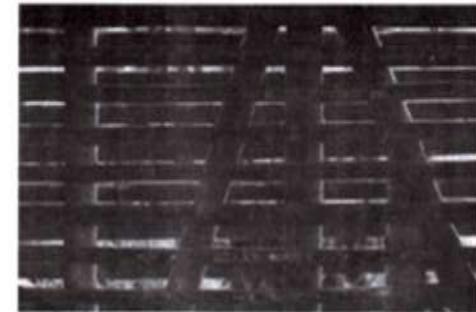
El entramado o estructura de la pared de bahareque esta conformado por una serie de elementos verticales llamados para les, pie de amigo o pie derecho, que van fijos a otros horizontales llamados soleras y con otros elementos inclinados entre los para les llamados riostras, formando un marco estructural que soporta aceptablemente las exigencias estructurales.

Los parales o pie derechos generalmente son de guaduas de 12 cm. de diámetro promedio (sobrebajas). Estos deben situarse a distancias iguales que pueden variar entre 30 cm. y un máximo de 40 cm., los cuales una vez plomados se clavan a las soleras inferior y superior, que pueden ser de madera aserrada o guadua, y rigidizados por medio de riostras, habitualmente también en guadua.

Las estructuras de pared es similar en todos los tipos de bahareque, elaborada con madera aserrada y/o guadua; la diferencia radica cuando son muros macizos o muros huecos.

- **Muros macizos:** Aquellos compuestos por latas de guadua, cañas, esterilla o varitas de chusque que contienen la tierra que llena el muro.
- **Muros huecos:** Cuando queda un vacío entre los elementos de cerramiento.

ENTRAMADO
SOBRE
LATAS DE GUADUA



RELLENO DE MURO

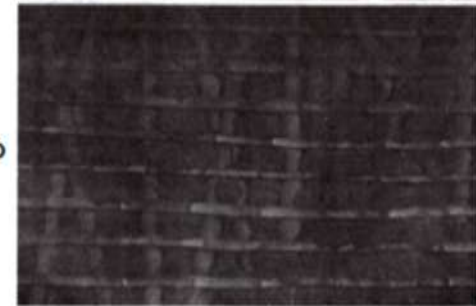


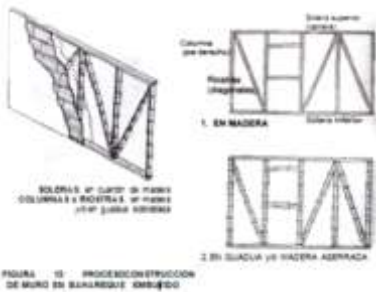
IMAGEN 16. PROCESO DE MURO EN BAHAREQUE EMBUTIDO



IMAGEN 15.
MURO EN BAHAREQUE
EMBUTIDO

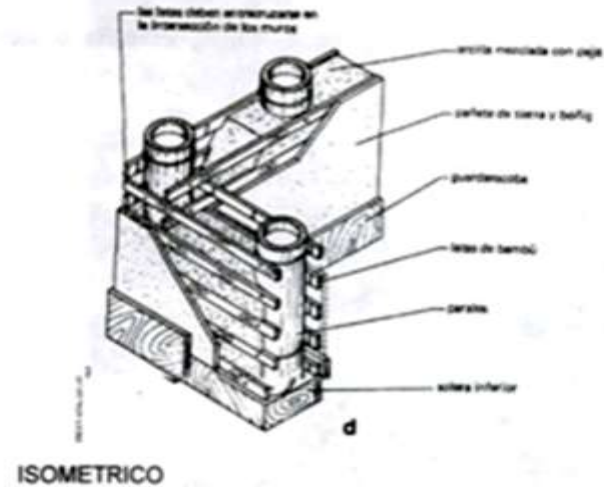
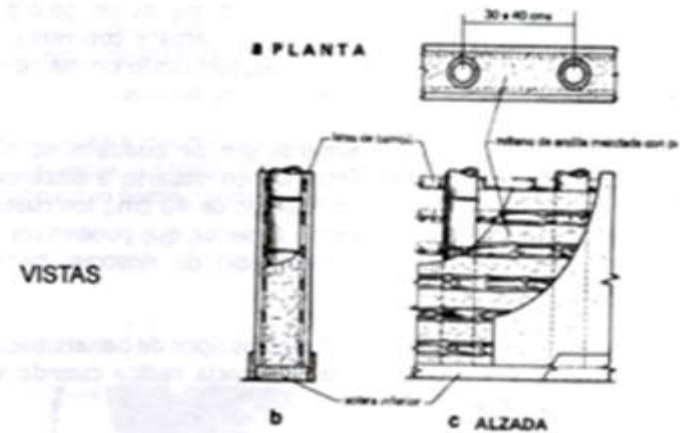
2.4. MUROS EN BAHAREQUE EMBUTIDO

El entramado o estructura de la pared de bahareque embutido esta recubierto con latas de guadua de 4 cm. promedio de ancho, clavadas horizontalmente con el lado externo hacia adentro y con una separación promedio de 8 cm. para facilitar el relleno de su interior con arcilla húmeda o barro, en algunos casos previamente mezclada con paja. A medida que se va relleno la pared en su interior se va presionando la arcilla con los dedos hasta que esta quede a ras de la parte externa de las latas de guadua.



Una vez relleno el muro se deja secar durante un mes o más, luego se aplican dos capas de pañete de tierra y boñiga en proporción 1: 2 ó de cemento y arena en proporción 1: 5 en las áreas de mayor tráfico se protegen los zócalos haciendo un recubrimiento con tablas u otros materiales.

FIGURA 14:
ESQUEMAS EN PLANTA, ALZADO E ISOMETRICA



2.5. MUROS EN BAHAREQUE DE TABLA

Este tipo de bahareque se refiere a aquel en que la estructura o entramado es forrada con tablas, esto como consecuencia del uso de las maderas como material de construcción disponible de primera mano.

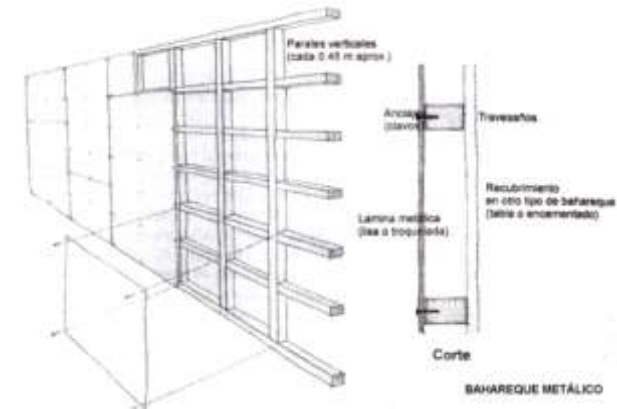
Generalmente la estructura o entramado se construye con cuarterones de madera (2" x 4") con los parales situados a distancias promedio de 30 cm. Adicionalmente, se instalan parales horizontales a una altura modular promedio de 90 cm. que se constituyen en el soporte para el anclaje vertical de las tablas.

El recubrimiento del entramado se hace con tablas de forro (1/2" x 10"), localizadas verticalmente y ancladas a los parajes y/o parajes horizontales con puntilla de 2 V2".



Como tapa de las dilataciones entre tablas se utilizan los guarda luces, en madera de 1/2" x 2" los cuales son clavados sobre las tablas.

El acabado final se puede dar con aceite de linaza y color mineral, o pintura esmalte de aceite.



2.6. MUROS EN BAHAREQUE METALICO

Para este tipo de bahareque, el entramado generalmente se construye con cuarterones de madera (2" x 4") con los parajes separados cada 30 cm. promedio y con un entramado de para les horizontales modulados a una altura promedio de 30 cm.; formando un "esqueleto" de soporte que permita una fijación óptima de las láminas metálicas de recubrimiento.

Las laminas metálicas (de hierro dulce, galvanizadas o de zinc) que pueden ser lisas u ornamentales se fijan al entramado por medio de clavos. Finalmente se aplica pintura de esmalte de aceite para el recubrimiento y protección ambiental. Generalmente este recubrimiento se utiliza en fachadas, por esto, en la mayoría de casos, el muro tiene un lado recubierto con lámina metálica y el otro con algún tipo de bahareque diferente.

2.7 MUROS EN BAHAREQUE ENCEMENTADO

El bahareque encementado se compone de una estructura en guadua o madera aserrada, forrada en esterilla o malla metálica que luego es recubierta por un revoque de cemento.

El proceso constructivo para este tipo de bahareque comprende las siguientes etapas: El primer paso comprende la instalación y tendido de tuberías de redes que van dentro de los muros, así mismo las cajas para salidas eléctricas.

El segundo paso es la instalación del soporte para el revoque; si el soporte es esterilla de guadua, esta se instala de manera horizontal, permitiendo un espaciamiento entre las cintas (para que penetre el mortero), comenzando por la esquina de una cara del muro (la interior en muros de cerramiento) con el revés de la guadua hacia afuera, ya que ésta es la superficie mas texturizada y presenta mayor adherencia.

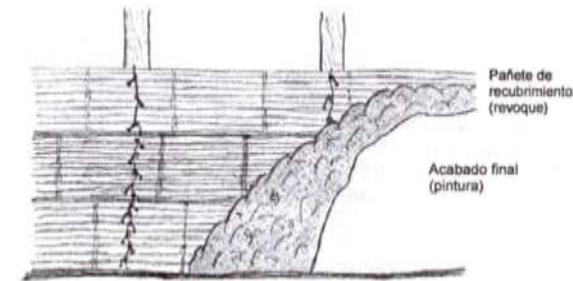
La esterilla se fija a cada paral o piederecho con puntilla de 1 V2" a medio tope, luego, al tener la cara del muro terminada, se unen las puntillas entre si de manera vertical con alambre galvanizado No. 18, anudando y concluyendo el clavado. Por ultimo se procede a recortar con serrucho los sobrantes de esterilla en esquinas y vanos.

Para la aplicación del mortero, la esterilla se humedece para que tenga buena adherencia y se le aplica una lechada (mortero líquido 1: 1).

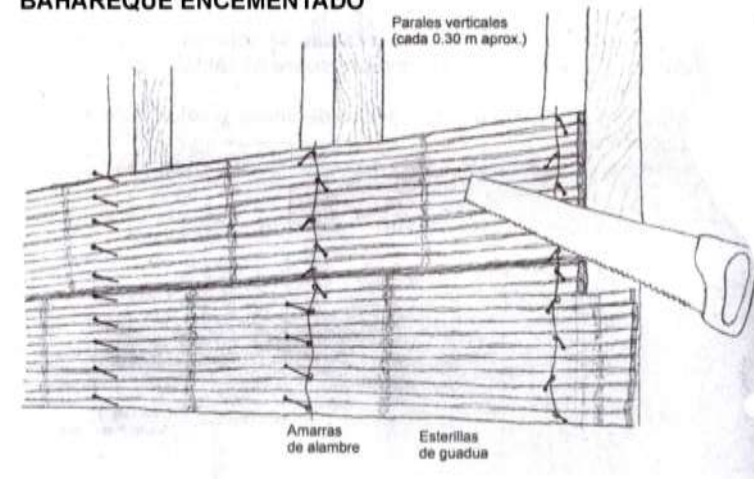
Para el caso en que el soporte del revoque es malla de vena o de gallinero, esta puede clavarse directamente sobre la estructura de apoyo con firmeza y deben tenerse las mismas consideraciones anteriores al momento de aplicar el revoque.

Para la aplicación de la primera capa de revoque y que esta se adhiera firmemente, se hace presión con el palustre y se desplaza este hacia arriba. La capa se deja rustica con el fin de que presente buena adherencia para la siguiente.

La segunda capa se aplica 3 días después para dar un acabado fino, es importante revocar primero las caras interiores con el fin de dejar ventilar interiormente el muro para dejar secar el revoque durante 3 días; alternadamente, en este tiempo las caras exteriores del muro pueden ir siendo esmeriladas o enmalladas.



BAHAREQUE ENCEMENTADO



3. ACTIVIDADES DE APLICACION

- 1. Elegir dos (2) tipos de muros en bahareque y presentar un informe detallando:**
 - ✓ Tipología
 - ✓ Especificaciones constructivas
 - ✓ Herramientas necesarias para su ejecución
- 2. Por subgrupos de trabajo construir un (1) muro de 3 m2 en bahareque encementado.**
- 3. Elaborar el presupuesto detallando cantidades de obra.**

BIBLIOGRAFIA

SÁNCHEZ, Clara Eugenia, Ángel Ospina Clara. Construir con tierra. Traducción del francés: Construiré en Terre Craterre. Tomo 1. Fondo Rotatorio Editorial Bogotá, Colombia 1990

JUNTA NACIONAL DE LA VIVIENDA. Como hacer nuestra casa de tapial Naciones Unidas Proyecto ECU-87-004. Quito, Ecuador 1987

COOPERACIÓN COLOMBO-ALEMANA UTP GTZ. Guía para la autoconstrucción utilizando la guadua como elemento principal. Pereira, Colombia

HIDALGO, López Osear. Manual de Construcción con bambú. Estudios Técnicos Colombianos Ltda. Editores. Universidad Nacional de Colombia Centro de Investigación de Bambú y Maderas CIBAM

SENA, Sección de Publicaciones. El bahareque en la región del Caribe módulos 1 al9 Dirección General, Bogotá, 1990 .

FOREC Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero. Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzos de casas de bahareque tomos 1 y I1. Manizales, Colombia 2002

NSR-98. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Título E casas de uno y dos pisos.



1. CONSTRUCCIÓN DE MUROS EN TAPIA Y BAHAREQUE

2. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS EN MADERA PARA ENTREPISOS Y CUBIERTAS

CONSTRUCUÓN O ADECUACIÓN DE ESPACIOS PROVISIONALES PARA EL DESARROLLO DE LA OBRA A INTERVENIR