



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

TEMA DE TESIS

**Recuperación del sistema constructivo en la técnica
del bahareque en la contemporaneidad**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
ARQUITECTO

AUTORES:
JESSICA ALEXANDRA PINOS SARMIENTO
ANDREA TERESA BACULIMA ARMIJOS

DIRECTOR:
ARQ. SALVADOR CASTRO CORREA

ASESOR:
ARQ. RODRIGO GUSTAVO MONTERO CALLE



Resumen

La razón principal por la cual realizamos este trabajo es para rescatar el sistema constructivo en la técnica del bahareque. En la actualidad la construcción realizada a base de materiales naturales se está abandonando, debido a varios factores como la introducción de nuevas tecnologías constructivas, la aparición de nuevos materiales, entre otras, es por eso que proponemos desarrollar un sistema constructivo mejorado con esta técnica denominada bahareque para volver a darle uso mediante el mejoramiento con materiales actuales.

Iniciaremos realizando una investigación sobre este sistema, tanto en fuentes bibliográficas, como en construcciones realizadas y entrevistas a personas que han trabajado con este sistema constructivo. Posteriormente realizaremos pruebas en laboratorio a los materiales que intervienen en el bahareque, para conocer sus ventajas y desventajas y de esa manera escoger los materiales que nos brinden una mejor calidad. Finalmente propondremos la inclusión de materiales actuales que mejoren su comportamiento, mediante la investigación, propuestas esquemáticas y la construcción de un modelo experimental.

Palabras clave

Bahareque, pruebas de suelos, pruebas de la madera, tierra, madera, carrizo, paja, fibras naturales, fibras sintéticas, seguimiento.



Abstract

The fundamental reason why we undertook the present work is to rescue the construction system based in bahareque techniques. Nowadays, the construction made with natural materials is being left aside because of many factors including the introduction of new constructive technologies, the appearance of new materials, and others. That is why we propose to develop an improved such constructive system through this technique called bahareque with the purpose to bring it back into use by adapting it and enhancing it with modern materials.

Research about this system in bibliographic references, in actual constructions made with this technique, and through interviews with people who have worked with this construction system was performed initially. Laboratory tests were then performed to the materials that intervene in the bahareque to understand and quantify its advantages and disadvantages. This allowed us to identify and choose materials that offer a better quality. Finally we propose the inclusion of current materials that improve its behavior through the results of the undertaken research, schematic design proposals, and the construction of an experimental model.

Keywords

Bahareque, soil testing, wood testing, earth, wood, reeds, straw, natural fibers, synthetic fibers, following.



Indice

Introducción.....	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	3
Metodología.....	4
Antecedentes.....	5

Capítulo 1

1.1	Introducción de las construcciones en tierra	
1.1.1	Origen y desarrollo de la construcción en tierra.....	7
1.1.2	Técnicas del bahareque en Latinoamérica.....	9
1.2	Materiales de construcción tradicionales	
1.2.1	Introducción.....	12
1.2.2	Características de la tierra.....	14
	1.2.2.1 Composición y estructura	
	1.2.2.2 Ventajas y desventajas	
1.2.3	Características de la madera.....	16
	1.2.3.1 Composición y estructura	
	1.2.3.2 Propiedades físicas	
	1.2.3.3 Propiedades mecánicas	
	1.2.3.4 Ventajas y desventajas	
	1.2.3.5 Defectos y enfermedades	
	1.2.3.6 Preservación y corte de la madera	
1.2.4	Características del carrizo.....	22
	1.2.4.1 Introducción	
	1.2.4.2 Ventajas y desventajas	
1.2.5	Características de fibras vegetales.....	24
	1.2.5.1 Introducción	
	1.2.5.2 Ventajas y desventajas	
1.3	Materiales tradicionales en el Azuay	
1.3.1	Tierra en el Azuay.....	27
	1.3.1.1 Tipos de suelos	
	1.3.1.2 Características	



1.3.2	Madera en el Azuay.....	29
1.3.2.1	Características del Eucalipto	
1.3.2.2	Características del Pino	
1.3.3	Fibras vegetales en el Azuay.....	31
1.3.3.1	Tipos de fibras vegetales	
1.3.3.2	Propiedades	
1.3.3.3	Ventajas y desventajas	
1.4	Sistema constructivo tradicional en bahareque	
1.4.1	Introducción.....	34
1.4.2	Ventajas y desventajas.....	38
1.4.3	Patologías.....	40
1.4.4	Cimentación y estructura.....	46
1.4.5	Relleno y revestimiento.....	52
1.4.6	Cubierta.....	54

Capítulo 2

2.1	Pruebas de laboratorio para la tierra	
2.1.1	Introducción.....	57
2.1.2	Prueba de compresión de la muestra.....	59
2.1.3	Prueba de sedimentación.....	59
2.1.3	Prueba de la textura por el método de Bouyoucos.....	59
2.1.4	Prueba del límite líquido.....	61
2.1.5	Prueba del límite plástico.....	61
2.1.6	Prueba del índice de plasticidad.....	61
2.2	Pruebas de laboratorio para la madera	
2.2.1	Prueba de densidad.....	63
2.2.2	Prueba de humedad.....	63
2.2.3	Prueba de tensión.....	65
2.2.4	Prueba de compresión.....	65
2.3	Resultados	
2.3.1	Conclusiones.....	67



2.4	Materiales y sistemas constructivos actuales	
2.4.1	Fibras artificiales.....	72
2.4.1.1	Características	
2.4.1.2	Propiedades	
2.4.1.3	Ventajas y desventajas	
2.4.2	Aditivos.....	74
2.4.2.1	Características	
2.4.2.2	Propiedades	
2.4.3	Acero.....	76
2.4.3.1	Uniones y anclajes	
2.4.3.2	Propiedades	
2.5	Propuestas para el mejoramiento del sistema constructivo	
2.5.1	Antecedentes.....	79
2.5.2	Cimentación.....	83
2.5.3	Estructura.....	89
2.5.4	Revestimiento exterior.....	95
2.5.5	Revestimiento interior.....	101
2.5.6	Cielo raso.....	107

Capítulo 3

3.1	Construcción del modelo demostrativo	
3.1.1	Actividades preliminares.....	114
3.1.2	Seguimiento de la construcción del módulo.....	122
3.1.2.1	Cimentación.....	122
3.1.2.2	Estructura.....	124
3.1.2.3	Cubierta.....	130
3.1.2.4	Revestimiento.....	132
3.1.2	Propuestas arquitectónicas.....	134

Conclusiones.....	138
Bibliografía.....	140
Anexos.....	144



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, JESSICA ALEXANDRA PINOS SARMIENTO, autor de la tesis "RECUPERACION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA TECNICA DEL BAHAREQUE EN LA CONTEMPORANEIDAD", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 27 de enero de 2014

JESSICA ALEXANDRA PINOS SARMIENTO
0104857271

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316
e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103
Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, ANDREA TERESA BACULIMA ARMIJOS, autor de la tesis "RECUPERACION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA TECNICA DEL BAHAREQUE EN LA CONTEMPORANEIDAD", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 27 de enero de 2014

ANDREA TERESA BACULIMA ARMIJOS
0104551650

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Fundada en 1867

Yo, JESSICA ALEXANDRA PINOS SARMIENTO, autor de la tesis "RECUPERACION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA TECNICA DEL BAHAREQUE EN LA CONTEMPORANEIDAD", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de ARQUITECTO. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 27 de enero de 2014

JESSICA ALEXANDRA PINOS SARMIENTO
0104857271



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, ANDREA TERESA BACULIMA ARMIJOS, autor de la tesis "RECUPERACION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA TECNICA DEL BAHAREQUE EN LA CONTEMPORANEIDAD", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de ARQUITECTO. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 27 de enero de 2014

ANDREA TERESA BACULIMA ARMIJOS
0104551650

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



Dedico esta tesis de grado primeramente a Dios, por haberme dado la capacidad, la fortaleza y la perseverancia para llegar a la culminación de mi carrera.

A mis padres, que gracias a su ejemplo han sabido guiarme en este largo camino y se han convertido en un apoyo fundamental e incondicional en mi vida.

A mis hermanos, que a pesar de las circunstancias que nos ha tocado vivir, siempre estaremos juntos compartiendo triunfos y fracasos.

A mi compañera y amiga Teresa, por conformar un equipo sin el cual no hubiera podido alcanzar esta meta y por compartir una de las más gratas experiencias.

Jéssica Pinos S.



Quiero dedicar principalmente esta tesis a mi Dios y María, Ellos han sido mi luz, mi guía y quienes me han dado el impulso para lograr mis metas y la capacidad para realizar este trabajo

Dedico este trabajo inmensamente a mis padres, por ser un pilar fundamental en mi vida, por haberme hecho la persona que soy, por todo el amor que me han dado, por enseñarme la responsabilidad y por acompañarme en cada momento de mi vida. De igual manera dedico este trabajo a mi hermano por ser quien es y por el apoyo que me ha brindado siempre.

Mi dedicatoria más sentida a mi amiga verdadera, mi compañera de tesis Jessica Pinos, por ser el eje principal de esta tesis, por su constante apoyo y porque sin ella este trabajo no habría podido culminarse.

Dedico a todos mis familiares y amigos que han estado junto a mi a lo largo de mi vida, brindándome su amor y cariño siempre.

Teresa Baculima A.

Jéssica Pinos S.
Teresa Baculima



Agradezco a la Universidad de Cuenca por haberme dado la oportunidad de formarme académicamente en las aulas de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Al Arquitecto Salvador Castro, nuestro director, que ha sido una valiosa guía en la ejecución de esta investigación.

Agradezco especialmente al Arquitecto Rodrigo Montero por el asesoramiento y la colaboración brindada durante la elaboración de este proyecto.

Y a todas las personas que con sus aportaciones de una u otra manera han contribuido al desarrollo de este trabajo.

Jéssica Pinos S.

Jéssica Pinos S.
Teresa Baculima



Agradezco a la Universidad de Cuenca, especialmente a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo por la valiosa enseñanza de todos los profesores, por compartir sus conocimientos y a todo el personal que lo integra.

Un especial agradeciendo a nuestro director de tesis el Arquitecto Salvador Castro, por brindarnos su ayuda, su tiempo y sus conocimientos.

Agradezco al Arquitecto Rodrigo Montero nuestro asesor de tesis, por ser una base fundamental en nuestro trabajo y por brindarnos su ayuda desinteresada.

Finalmente agradezco a cada una de las personas que han aportado con su conocimiento o ayuda al desarrollo de esta tesis, la cual hemos podido realizarla gracias a sus aportaciones

Teresa Baculima A.



Introducción.....1
Justificación.....2
Objetivos.....3
Metodología.....4
Antecedentes.....5

Capítulo 1

1.1 Introducción de las construcciones en tierra
1.1.1 Origen y desarrollo de la construcción en tierra.....7
1.1.2 Técnicas del bahareque en Latinoamérica.....9

1.2 Materiales de construcción tradicionales
1.2.1 Introducción.....12
1.2.2 Características de la tierra.....14
1.2.2.1 Composición y estructura
1.2.2.2 Ventajas y desventajas
1.2.3 Características de la madera.....16
1.2.3.1 Composición y estructura
1.2.3.2 Propiedades físicas
1.2.3.3 Propiedades mecánicas
1.2.3.4 Ventajas y desventajas
1.2.3.5 Defectos y enfermedades
1.2.3.6 Preservación y corte de la madera
1.2.4 Características del carrizo.....22
1.2.4.1 Introducción
1.2.4.2 Ventajas y desventajas
1.2.5 Características de fibras vegetales.....24
1.2.5.1 Introducción
1.2.5.2 Ventajas y desventajas

1.3 Materiales tradicionales en el Azuay
1.3.1 Tierra en el Azuay.....27
1.3.1.1 Tipos de suelos
1.3.1.2 Características



1.3.2	Madera en el Azuay.....	29
1.3.2.1	Características del Eucalipto	
1.3.2.2	Características del Pino	
1.3.3	Fibras vegetales en el Azuay.....	31
1.3.3.1	Tipos de fibras vegetales	
1.3.3.2	Propiedades	
1.3.3.3	Ventajas y desventajas	
1.4	Sistema constructivo tradicional en bahareque	
1.4.1	Introducción.....	34
1.4.2	Ventajas y desventajas.....	38
1.4.3	Patologías.....	40
1.4.4	Cimentación y estructura.....	46
1.4.5	Relleno y revestimiento.....	52
1.4.6	Cubierta.....	54

Capítulo 2

2.1	Pruebas de laboratorio para la tierra	
2.1.1	Introducción.....	57
2.1.2	Prueba de compresión de la muestra.....	59
2.1.3	Prueba de sedimentación.....	59
2.1.3	Prueba de la textura por el método de Bouyoucos.....	59
2.1.4	Prueba del límite líquido.....	61
2.1.5	Prueba del límite plástico.....	61
2.1.6	Prueba del índice de plasticidad.....	61
2.2	Pruebas de laboratorio para la madera	
2.2.1	Prueba de densidad.....	63
2.2.2	Prueba de humedad.....	63
2.2.3	Prueba de tensión.....	65
2.2.4	Prueba de compresión.....	65
2.3	Resultados	
2.3.1	Conclusiones.....	67



2.4 Materiales y sistemas constructivos actuales
2.4.1 Fibras artificiales.....72
2.4.1.1 Características
2.4.1.2 Propiedades
2.4.1.3 Ventajas y desventajas
2.4.2 Aditivos.....74
2.4.2.1 Características
2.4.2.2 Propiedades
2.4.3 Acero.....76
2.4.3.1 Uniones y anclajes
2.4.3.2 Propiedades

2.5 Propuestas para el mejoramiento del sistema constructivo
2.5.1 Antecedentes.....79
2.5.2 Cimentación.....83
2.5.3 Estructura.....89
2.5.4 Revestimiento exterior.....95
2.5.5 Revestimiento interior.....101
2.5.6 Cielo raso.....107

Capítulo 3

3.1 Construcción del modelo demostrativo
3.1.1 Actividades preliminares.....114
3.1.2 Seguimiento de la construcción del módulo.....122
3.1.2.1 Cimentación.....122
3.1.2.2 Estructura.....124
3.1.2.3 Cubierta.....130
3.1.2.4 Revestimiento.....132
3.1.3 Propuestas arquitectónicas.....134

Conclusiones.....138
Bibliografía.....140
Anexos.....144



En la actualidad el estudio del sistema constructivo con la técnica del bahareque recibe poca atención, motivo por el cual este tipo de construcción está perdiéndose en todo el mundo. Por esta razón hemos visto importante abordar este tema mediante el presente proyecto, en el que presentamos dos contextos. Un contexto investigativo, en el que conoceremos a través de la historia, tiempo y espacio el uso de este tipo de construcción; y un contexto práctico en el que planteamos y estudiamos un sistema tradicional mejorado con técnicas actuales evitando dejar de lado la esencia vernácula. Finalmente proponemos un módulo experimental aplicado a la contemporaneidad basado en los estudios realizados.



Debido a la abundancia de tierra arcillosa y madera apta para la construcción en bahareque en nuestra zona andina y el valor patrimonial que poseen este tipo de edificaciones, queremos rescatar y mantener su uso, buscando maneras de combinarla con nuevas tecnologías para ofrecer una calidad constructiva mejorada.

Al plantearnos este proyecto surgen problemas constructivos y arquitectónicos a resolver, es por eso que nos proyectamos resolver una propuesta que surja como respuesta a los requerimientos actuales de la sociedad y del medio, para brindar una mejor calidad de vida en este tipo de construcciones.

Con el paso del tiempo las construcciones de tierra cruda, concretamente las realizadas en bahareque, se han ido deteriorando y poco a poco han ido desapareciendo por diferentes factores, como la lluvia, que provoca grietas y fisuras ocasionando el desprendimiento del barro, la falta de mantenimiento, el tiempo de ejecución e instalación, el desprendimiento del material de sus paredes que provoca la presencia humedad y la escases de mano de obra en la actualidad.

Sin embargo, es una alternativa saludable para el planeta ya que al utilizar un material natural como la tierra, el gasto energético disminuye en la construcción, convirtiéndose en una arquitectura sostenible y ecológica. Al proporcionarnos beneficios como el almacenamiento de calor, el uso de material reutilizable y la autoconstrucción, a este sistema tradicional podemos definirlo como arquitectura bioclimática, ya que aprovecha los recursos disponibles y disminuye impactos ambientales.

Con el propósito de rescatar este sistema tradicional que maximiza el uso de recursos locales, es una construcción liviana y con un costo más bajo en relación a otros sistemas, una estética agradable, una climatización en el interior, un impacto ambiental mucho menor, planteamos el desarrollo y mejoramiento de este sistema, combinándolo con sistemas constructivos actuales.

Para lo cual realizaremos una investigación y análisis de las intervenciones que se han hecho y se están haciendo alrededor del mundo con el fin de mejorar y prolongar la aplicación del sistema constructivo en tierra con la técnica del bahareque en la arquitectura contemporánea, y finalmente, proponer lo que se puede hacer ahora, con los recursos que se encuentran a nuestro alcance y en nuestro medio.



Objetivo general

Reconocer e identificar el tradicional sistema constructivo en bahareque y reconstruir este sistema como una alternativa para la contemporaneidad.

Objetivos específicos

Reconocer la situación actual de la arquitectura popular (sabiduría popular), en la técnica del bahareque dentro del contexto.

Identificar los principales aportes que se han hecho hasta la actualidad (tesis, estudios, manuales, experimentos, consultas a profesionales), en el sistema constructivo en bahareque.

Reconstruir un sistema en bahareque mediante pruebas experimentales, basadas en los conocimientos obtenidos durante el desarrollo de las mismas y las nuevas propuestas planteadas, aplicado en un módulo de 3.6x3.6m.



Por medio de la presente investigación buscamos darle una nueva proyección al uso del sistema constructivo en bahareque, para lo cual planteamos realizar un estudio en el que se ejecutaron una serie de actividades que se describen a continuación:

1. Iniciamos con una recopilación de información acerca de las técnicas constructivas con tierra (bahareque, tapial y adobe), y más concretamente referido al sistema constructivo tradicional en bahareque, enfocándonos en la tecnología y los materiales usados. Además, como un complemento a esta información realizamos visitas técnicas a las provincias de Azuay y Cañar, con el fin de analizar las edificaciones existentes y recoger información que no se encuentra en fuentes documentales.
2. Continuamos con el estudio de los avances y aportes realizados al sistema constructivo en bahareque hasta nuestros días, para lo cual realizamos pruebas en el laboratorio a los materiales que intervienen en este sistema, con el fin de analizar la calidad de los mismos, analizar los aspectos técnicos, calidades y propiedades mecánicas; con la finalidad de identificar las deficiencias de este sistema.
3. Luego investigamos acerca de los materiales y procesos constructivos utilizados en la actualidad y como la inclusión de estos se convierte en un aporte para el mejoramiento del sistema constructivo en bahareque, que nos permita conocer los beneficios que estos nos brindan.
4. Posteriormente, combinamos el sistema tradicional en bahareque con materiales y técnicas constructivas actuales para extender su uso y su aplicación en el medio, razón por la cual planteamos una serie de detalles constructivos en las cuales se demuestran los cambios y/o mejoras.
5. Finalmente construimos un módulo práctico de 3.60 x 3.60m en el cual se aplicaron los conocimientos obtenidos, eligiendo una de las propuestas planteadas anteriormente y la que consideremos nos ofrece mayores avances en el sistema. Además definimos conclusiones y recomendaciones en el seguimiento de la construcción que servirá para generar nuevas alternativas para las construcciones con tierra.



La tierra ha sido el material de construcción por excelencia a lo largo de la historia, debido a que el hombre lo empezó a usar en la construcción de refugios para protegerse de agentes externos, además su uso no se limita a la elaboración de viviendas, ya que también ha sido utilizada para la construcción de fortalezas, murallas, edificios públicos y religiosos, incluso ciudades enteras han sido levantadas con tierra. Lo que nos lleva a afirmar que la tierra es un excelente material de construcción tratada técnicamente.

La construcción con tierra puede tener un costo bajo ya que es un material natural de extraordinaria abundancia, su presencia es masiva sobre todo en los países en vías de desarrollo como África, Oriente Medio y América Latina.

En la actualidad, todavía un tercio de la población mundial vive en viviendas de tierra, distribuidas por todo el planeta, con diferentes topografías y con distintas climatologías. “En el Ecuador, el 43% de las edificaciones están construidas con materiales alternativos como adobe, tapial, bahareque y otros; siendo estas realizadas casi en su totalidad con la iniciativa y el trabajo de sus propietarios, cuya característica fundamental es pertenecer a sectores de población de ingresos bajos, ubicados aéreas urbano marginales y rurales”. *Ceballos Salas (1992). Las construcciones en tierra en el Ecuador. Innovaciones Tecnológicas. Revista Invi.*

En la provincia del Azuay podemos encontrar varias muestras de estas construcciones que fueron levantadas por nativos, pero que más tarde los colonizadores las supieron adaptar al mismo entorno, lo que evidencia cuan duraderas pueden llegar a ser.

Son varios los sistemas y técnicas de construcción que se desarrollan alrededor del mundo, y son muchos profesionales, que se han dedicado y se dedican a estudiarlos y seguir avanzando tecnológicamente en el uso de estos sistemas, adaptándose perfectamente a las necesidades de cada época.

Entendiendo que la tierra presenta cualidades que no poseen los materiales industrializados, y bondades especiales, podemos considerar que se puede dar un resurgimiento de la tierra como material de construcción, respondiendo al aumento la demanda de viviendas que sean eficientes, económicas y energéticamente sostenibles

INTRODUCCION
DE LAS
CONSTRUCCIONES
EN TIERRA

Origen y desarrollo de la construcción en tierra



Figura 01. Ruinas de Chan Chan**
América - Perú



Figura 02. Valle del Dades**
Africa - Marruecos



Figura 03. Bahla Fort**
Asia - Oman



Figura 04. Casco de Djenné**
Africa - Malí

Los orígenes de la construcción en tierra, se remontan a los primeros asentamientos humanos. Inicialmente, se utilizaba la tierra para compactar y unir las estructuras de piedra en refugios de construcción seca.

Los olmecas, al darse cuenta de las características de la tierra, empezaron a construir con este material sobre plataformas de tierra compacta, o bloques de arcilla secados al sol.

Según algunos arqueólogos, el proceso constructivo, iniciaba con el traslado de grandes cantidades de tierra al sitio para construir plataformas. Continuaban con la fabricación de muros, escalinatas y columnas de forma manual.

Se construyeron grandes edificaciones de tierra, como pirámides, palacios, templos, murallas, castillos, mezquitas, viviendas populares, y ciudades enteras, que a pesar de fenómenos naturales y el paso del tiempo, se conservan hasta la actualidad.

Las primeras civilizaciones, desde que el hombre se volvió sedentario, usaron la tierra para la construcción, porque estaba a su alcance y es un material que brinda la naturaleza.

Con el transcurso del tiempo, se mejoró el uso y la aplicación de la tierra en refugios y grandes edificaciones, por ejemplo se agregó algunas fibras vegetales o ramas, convirtiéndose en una técnica constructiva con mayor solidez y resistencia en las construcciones.

Gran cantidad de edificaciones alrededor del mundo se han construido con tierra, elaborado mediante diferentes técnicas constructivas, algunas de ellas se conservan aún en pie, como ciudades y monumentos históricos.

Actualmente en los países con mayor necesidad de viviendas y menos recursos, existe mayor presencia de construcciones con tierra cruda, como sucede en casi toda África, Oriente Medio y América Latina.

PATRIMONIO ARQUITECTONICO EN TIERRA		
AMÉRICA	<ul style="list-style-type: none"> • Bolivia • Brasil • Cuba • Ecuador • El Salvador • Estados Unidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Guatemala • México • Perú • Uruguay • Venezuela
EUROPA	<ul style="list-style-type: none"> • España • Francia • Portugal • Reino Unido 	
ASIA	<ul style="list-style-type: none"> • Azerbaijan • China • Irán • Japón • Nepal • Oman 	<ul style="list-style-type: none"> • Pakistan • Rep. de Korea • Siria • Turkmenistan • Uzbekistan • Yemen
AFRICA	<ul style="list-style-type: none"> • Argelia • Benin • Ghana • Madagascar • Mauritania 	<ul style="list-style-type: none"> • Malí • Marruecos • Tunez • Uganda
<p>Diez por ciento de la “Lista del Patrimonio Cultural de la Humanidad” está constituido por monumentos construidos en tierra</p>		

tabla 01

Fuente: Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO



figura 05. Castillo de San Felipe**
America - Colombia



figura 06. Ingapirca**
America - Ecuador



figura 07. Machu Picchu**
America - Perú



figura 08. Ruinas Tiwanaku**
America - Bolivia

Técnicas del bahareque en latinoamérica

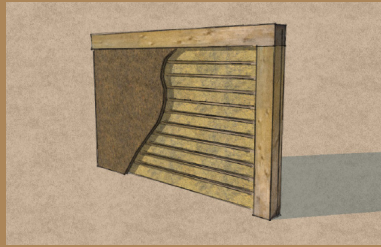


figura 09. Bahareque mejorado*
Ecuador

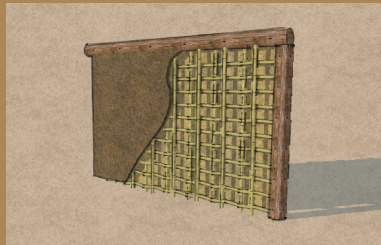


figura 10. Quincha*
Panamá

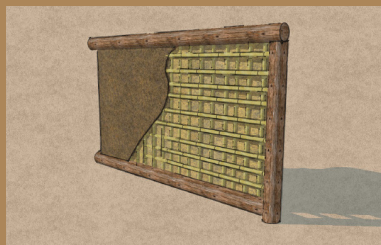


figura 11. Taipa rústica*
Brasil

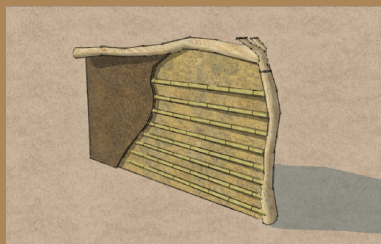


figura 12. Estaneo - quincha*
Argentina

El bahareque utilizado para la construcción de viviendas ha sido y es aún parte importante del desarrollo de los asentamientos humanos en América Latina, es por esto que es necesario conocer las distintas formas de su aplicación.

Ecuador (bahareque)

- *Bahareque con entramado de madera rústica, relleno de pared con arcilla (usualmente con cubierta de teja y paja).* (figura 09)
- *Bahareque mejorado, con entramado de madera aserrada, relleno con adobe prensado (usualmente con la cubierta de teja).*
- *Bahareque prefabricado, con un entramado de madera aserrada, relleno de la pared con paneles entramado de bambú (usualmente con cubierta de teja).*

Panamá (quincha)

Se conoce como quincha al cerramiento (pared) que posee un entramado de madera rústica con relleno de barro. (con cubierta de tejas). (figura 10)

Brasil (taipa)

- *Taipa con entramado de madera rústica y relleno de la pared con tierra.* (figura 11)
- *Taipa prefabricada, con entramado de madera y revoque de la pared con tierra.*

Argentina (quincha)

Es presentada la técnica del estaneo-quincha, con entramado de madera rústica montada sobre horcones¹, y con las sujeciones de los listones horizontales a los pilares por medio de tientos de cuero, alambre o clavos y con un revoque de tierra con cal. (figura 12)

Bolivia (tabiques)

Se conoce la técnica denominada tabique con entramados de madera, rellenos de la pared con barro. (figura 13)

Venezuela (bahareque)

- *Bahareque tradicional con entramado de madera con horcones y cañas, relleno de la pared con tierra y paja.* (figura 14)

¹ Madero vertical que sirve para sostener vigas.

- Bahareque prefabricado, con entramado formado por paneles de madera prefabricados fijados al piso, relleno de la pared con arcilla, paja y cal.
- Bahareque con piedra, con entramado de madera con horcones y cañas, relleno de la pared con piedra ligada con tierra-cemento.
- Bahareque con coco entramado de madera y cañas, relleno de la pared rellena de concha de coco ligados con arena, cemento.

Tal como se puede apreciar, las variantes de los sistemas constructivos no son muchos, existiendo un patrón de la técnica que consiste en el entramado como base y luego un relleno en las paredes en el que se utiliza la tierra como material principal.

(Octavio, 2003)

Perú (quincha)

- Quincha tradicional, con entramado de guadúa o troncos y pared rellena con arcilla (cubierta de teja y paja). (figura 15)

- Quincha prefabricada, emplea paneles modulares consistentes en bastidores de madera rellenos con caña trenzada y recubiertos con barro o algún otro material como yeso o cemento.

(Fundación Wikimedia, Inc., 2013)

Colombia

- Bahareque de tierra, entramados de madera aserrada y guadúa o solo guadúa, que utilizan barro como material complementario. (figura 16)
- Bahareque de tabla, conformado por entramados de madera aserrada y guadúa y recubrimiento con tablas de madera dispuestas de forma vertical.

(Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2005)

Cabe mencionar que estos sistemas son los más conocidos, ya que otros han ido desapareciendo, sin embargo es necesario conocer los más usados para entender las variaciones y las similitudes que posee cada uno.

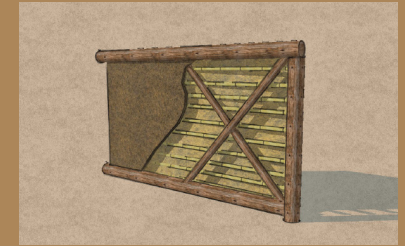


figura 13. Tabiques*
Bolivia

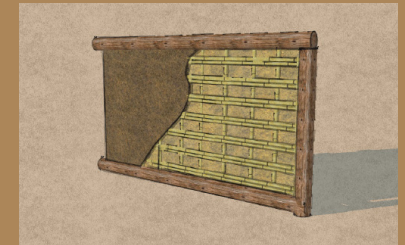


figura 14. Bahareque con coco*
Venezuela

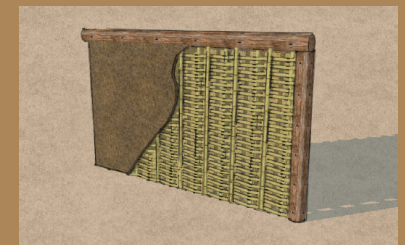


figura 15. Quincha tradicional*
Perú

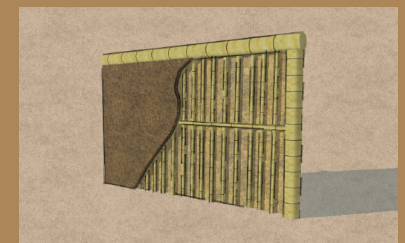


figura 16. Bahareque de tierra*
Colombia

**MATERIALES
DE
CONSTRUCCION
TRADICIONALES**

Introducción



figura 17. Vivienda de adobe*
San Bartolomé - Azuay



figura 18. Vivienda de tapial*
Ingapirca - Cañar



figura 19. Vivienda de bahareque*
Sigsig - Azuay



figura 20. Vivienda de madera*
Gualaceo - Azuay

A lo largo de la historia, el hombre ha ido modificando las técnicas constructivas con diferentes materiales y ha ido transformado su vivienda desde cuevas hasta grandes edificaciones con materiales naturales en diferentes técnicas.

La lista de materias primas en el mundo es inmensa, existen minerales, metales y materias orgánicas, como la madera, incluso materiales sintéticos o compuestos, que todos los días se utilizan en cualquier tipo de construcción, por su comportamiento y beneficios. Aunque estos materiales presentan desventajas, que son conocidas, como la poca resistencia mecánica, la pudrición, el desgaste, la falta de resistencia a fuerzas y agentes externos, los prejuicios hacia su uso; han provocado que su utilización sea cada vez menor.

Los materiales tradicionales y naturales, como la tierra se convierten en soluciones en la actualidad, ya que es un material ecológico y disponible que ha mostrado un buen comportamiento a lo largo del tiempo,

aunque se ha ido combinando con algunos materiales naturales para mejorar las patologías que presenta.

Es necesario conocer que las construcciones con materiales tradicionales estaban directamente vinculada con la autoconstrucción de sus propietarios.

Autoconstrucción

“Desde tiempos remotos, los habitantes de los pueblos o barrios de la periferia metropolitana trabajan en la construcción de sus propias viviendas. Otras veces, son las colectividades marginadas las que se ocupan de construir edificios para intereses comunes. El trabajo no retribuido está claramente motivado por la escasez de recursos financieros, y corresponde a un limitado nivel de especialización y organización en la estructura productiva local. En este primer caso la tecnología es en general derivada, sin mucha atención, del contexto histórico y geográfico donde se construye”.

(Fundación Wikimedia, Inc., 2013)

MATERIALES TRADICIONALES	
PIEDRA	Se usa para hacer el cimiento o sobrecimiento de la construcción. No debe presentar fisuras u otros defectos que perjudiquen su resistencia y debe estar libre de restos vegetales, tierra, arcillas u otros materiales.
TIERRA	Se aprovecha de diversas maneras mezclada con otros materiales. Debe contener un 60% de arcilla en su composición para ser usada en la construcción, debe estar libre de desechos y otro tipo de materia.
MADERA	Se usa para la estructura tanto de las paredes como de la cubierta. Debe estar seca, no debe presentar defectos como hongos, ojos o fisuras y no debe presentar torceduras o alabeos.
CARRIZO	Se usa como una estructura interna ya sea para paredes o para cubiertas. Debe estar maduro y seco, no debe presentar torceduras o alabeos muy pronunciados, su diámetro no debe ser menor a 1.5cm.
PAJA	Se utiliza para los techos y para el revestimiento de las paredes mezclada con el barro. Se debe cortar a 30cm del suelo, debe tener un tamaño de 10cm si es usada como revestimiento.



figura 21. Tierra*
Cuenca - Azuay



figura 22. Madera rolliza*
Cuenca - Azuay



figura 23. Carrizo*
Cuenca - Azuay



figura 24. Paja de cerro*
Cuenca - Azuay

Características de la tierra



figura 25. Rocas*
Cuenca - Azuay



figura 26. Grava*
Gualaceo - Azuay



figura 27. Arena*
Gualaceo - Azuay



figura 28. Arcilla*
Cuenca - Azuay

Desde un punto de vista constructivo, los suelos se clasifican según sus propiedades mecánicas y su granulometría.

Suelos granulares

Según el tamaño de los materiales componentes del suelo (granulometría), éstos se clasifican en:

- Grava
- Arena
- Limo
- Arcilla

De manera que, identificados los materiales, se agrupan de la siguiente manera:

- *Suelos de Grano Grueso.* Son aquellos con mayor composición de gravas y arenas. La distribución granulométrica de los suelos de grano grueso se determina mediante tamizado. (figura 26 y 27)
- *Suelos de Grano Fino.* Son aquellos con mayor composición de limos y arcillas. La distribución granulométrica de los

suelos de grano fino se determina por lo general, por sedimentación. (figura 28)

Suelos Rocosos (figura 25)

Los terrenos formados mayoritariamente por estratos rocosos son muy resistentes a la compresión y en caso de no presentar la roca fisuras o estratificación, son los más adecuados para soportar las cimentaciones.

En el estudio de los materiales rocosos se debe distinguir entre el comportamiento de las propiedades geomecánicas de la roca matriz, que se obtienen por medio de ensayos, y el del medio rocoso, que suelen incluir discontinuidades en su estructura.

La mayor parte de los suelos naturales están compuestos por una mezcla de dos o más de estos elementos, también pueden encontrarse en su composición un porcentaje de materia orgánica (descompuesta o en proceso de descomposición).

(Construmática, 2013)

VENTAJAS	
	Es abundante en la mayoría de regiones
	Tiene excelentes propiedades térmicas
	Posee buenas propiedades acústicas
	Es inflamable, ni es propensa a la pudrición
	No es vulnerable al ataque de insectos
	Es un material natural y maleable
	Es reciclable y no contaminante
	Su extracción es sencilla, aunque no siempre económica
	Mantiene secos los elementos con los que están en contacto
	Es un material propio del entorno
	Se mimetiza con su entorno

DESVENTAJAS	
	Posee baja resistencia a los esfuerzos
	Es vulnerable a la humedad y a la erosión
	Tiene poca resistencia a la humedad
	Se contrae al secarse y genera fisuras
	Sus características varían según el lugar
	Se produce desprendimiento del material si no tiene mantenimiento
	No todas las tierras son aptas para la construcción
	No se recomienda su uso en zonas de alta sismicidad
	Se requiere que la construcción sea en masa, por lo que resulta pesada

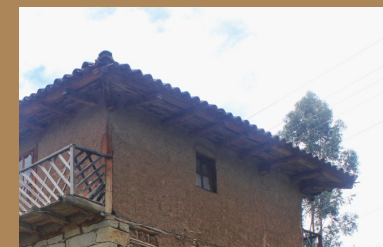


figura 29. Estetica*
Azogues - Cañar



figura 30. Material natural*
Azogues - Cañar



figura 31. Fisuras*
Azogues - Cañar



figura 32. Desprendimiento*
Azogues - Cañar

Características de la madera

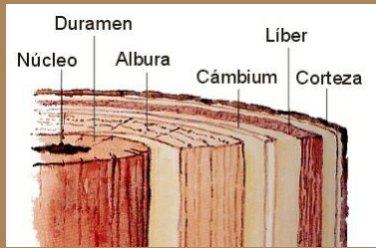


figura 33. Estructura del tronco**
Dibujo explicativo



figura 34. Densidad*
Propiedad física

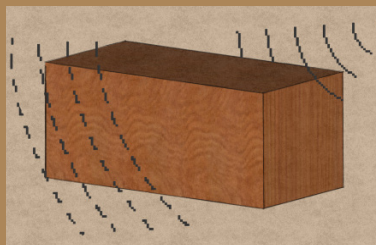


figura 35. Aislamiento acústico*
Propiedad física



figura 36. Aislamiento térmico*
Propiedad física

La madera es un material natural de origen vegetal y renovable utilizada desde tiempos remotos para la construcción, por ser un material liviano, por su dureza, resistencia y rigidez, generalmente es usada para la elaboración de estructuras y para la carpintería. La madera seca contiene un 40 a 60% de celulosa y 20 a 30% de lignina.

Estructura del tronco (figura 33)
La parte del tronco con mejores características para el uso y para la construcción es el Duramen, ya que es la más dura y se encuentra generalmente en la parte central del tronco llamado núcleo.

Dureza de la madera
La madera blanda tiene los anillos bastantes separados, pocos nudos y resina. Dispone de bastantes colores, pero predominan los oscuros. La madera dura, por el contrario, tiene los anillos muy juntos y los colores son más castaños o claros. La dureza de la madera es la resistencia que opone al desgaste, rayado, clavar, etc. Depende de su densidad, edad, estructura y si se

trabaja en sentido de sus fibras o en el perpendicular.

Clasificación según su dureza

- *Muy duras; encino y tejo.*
- *Bastante duras; roble, arce, fresno, álamo, acacia, cerezo, almendro.*
- *Algo duras; castaño, haya, nogal, peral, caoba, cedro.*
- *Blanda; Abeto, pino, sauce.*
- *Muy blandas; tilo.*

(Chile País Forestal, 2010)

Propiedades de la madera

Las propiedades físicas más destacadas de la madera son: humedad, peso específico y densidad. Una madera es fuerte y dura se la identifica generalmente por la densidad, así, a mayor densidad mayor dureza. (figura 34)

Cabe recalcar que cada madera presenta diferentes propiedades, que dependen de varios factores, como, el tipo, la edad, el terreno y el clima en donde crecen.

Propiedades físicas

Acústico (figura 35)

La madera tiene una gran capacidad de absorber el sonido, impidiendo que ingrese al interior o salga de él.

Térmico (figura 36)

La madera es un material celuloso con escasez de electrones libres, por lo tanto es un buen aislante térmico gracias a su estructura anatómica y su constitución leñosa.

Eléctrico

La madera seca es un buen aislante eléctrico. Su capacidad aislante con el aumento de humedad se reduce, generalmente esta capacidad es menor en las maderas más duras

Propiedades mecánicas

Compresión (figura 37)

Compresión perpendicular a la fibra. Si se ejerce una fuerza perpendicular a la longitud, sufrirá disminución de dimensiones en su sección transversal.

Compresión paralela a la fibra. Tiene un estado elástico, cuando se utiliza como pilotes o columnas.

Tracción (figura 38)

Tracción perpendicular a la fibra. La capacidad de resistencia es asumida por la lignina de la madera que cumple una función cementante entre las fibras.

Tracción paralela a la fibra.

Tiene gran resistencia ya que las uniones longitudinales son más resistentes a las transversales.

Corte (figura 39)

Corte perpendicular a la fibra. Es resistido por la lignina.

Corte paralela a la fibra. Las fibras aumentan la resistencia del corte.

Flexión (figura 40)

Es la deformación que se produce cuando se ejerce una fuerza perpendicular a la longitud del eje del elemento. En vigas, viguetas, soleras, dinteles, etc. se ejerce la flexión.

(Bernal y Tocoaman, 1991)



figura 37. Compresión*
Propiedad mecánica



figura 38. Tracción*
Propiedad mecánica

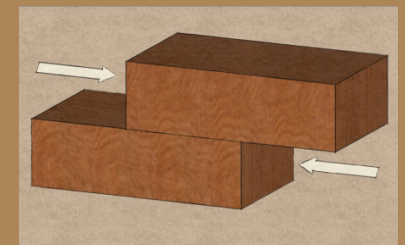


figura 39. Corte*
Propiedad mecánica

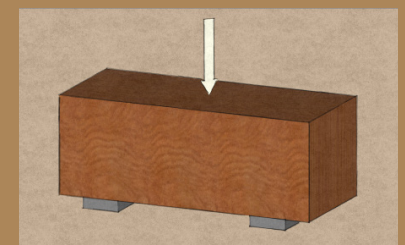


figura 40. Flexión*
Propiedad mecánica

Características de la madera



figura 41. Perforaciones*
Defectos de crecimiento



figura 42. Manchas en la madera*
Defectos por la humedad



figura 43. Pudrición*
Degradación



figura 44. Agujeros por carcomas*
Ataque de insectos

Defectos de la madera

Defectos de crecimiento (figura 41)
Durante el crecimiento la madera adquiere algunos defectos en los nudos, inclinación del grano, fallas de compresión, perforaciones y médula excéntrica

Defectos por influencia del contenido de humedad (figura 42)
Mientras más seca esta la madera, tiene mayor resistencia. En la construcción si la madera tiene un alto contenido de humedad se deforma.

Defectos por influencia de la densidad
Si la madera tiene mayor densidad tiene mayor resistencia.

Defectos por influencia de la temperatura
Las propiedades mecánicas de la madera disminuyen con el aumento de la temperatura.

Duración de la carga
Al ejercer por primera vez una fuerza en la madera se deforma elásticamente, al mantenerse esta fuer-

za en la madera se deforma elásticamente, al mantenerse esta fuerza se presenta una deformación adicional.

Enfermedades de la madera

Degradación (figura 43)
Es el ataque de organismos biológicos. Los hongos e insectos reducen la resistencia, las propiedades físicas y químicas de la madera, ya que afectan sus células provocando también la pudrición. Los hongos y el moho se alimentan de las sustancias internas de las células de la madera.

Ataque de insectos (figura 44)
Los insectos pueden atacar antes y después de la puesta en servicio a la madera. Estos pueden generar huecos y pequeñas fisuras extrayendo de ésta el material que los alimenta.

Ataques químicos

Es el ataque de soluciones químicas como minerales diluidos y ácidos orgánicos y oxidantes y no oxidantes y soluciones alcalinas.

(Bernal y Tocoaman, 1991)

VENTAJAS	
	Es de fácil trabajo con herramientas simples
	Su uso es cotidiano y accesible
	Tiene una capacidad higroscópica
	Puede absorber golpes que otros materiales no pueden
	Es relativamente liviana pero de alta resistencia
	Es un material natural
	Es un material no contaminante
	Es un buen aislante térmico
	Genera menor cantidad de residuos sólidos

DESVENTAJAS	
	Es propensa al ataque de agentes externos
	Sus longitudes son un limitante
	Requiere realizar un buen diseño estructural
	Requiere de un mantenimiento
	Es necesario darle un tratamiento preservador
	Es fácilmente combustible
	Su extracción no controlada, trae perjuicios ambientales



figura 45. Fácil trabajo*
Ventaja

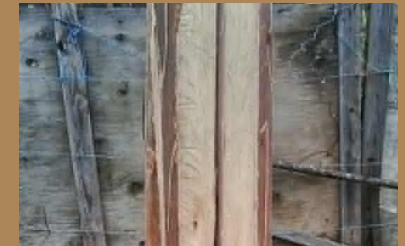


figura 46. Fisuras longitudinales*
Desventaja



figura 47. Ataque de insectos*
Desventaja



figura 48. Longitudes pequeñas*
Desventaja



figura 49. Brocheado*
Método de preservación



figura 50. Corte axial*
Cortes de la madera



figura 51. Corte tangencial*
Cortes de la madera



figura 52. Corte radial*
Cortes de la madera

Características de la madera

Métodos de preservación de la madera por proceso sin presión

Los más conocidos y utilizados son los descritos a continuación.

Brochado y Pulverizado

Se aplican sustancias tóxicas a la madera, como sales de boro, cromo y arsénico, logrando penetraciones pequeñas, aplicando 2 a 3 veces para cubrir totalmente la superficie. (figura 49)

Inmersión

Se sumergen las piezas de madera en un recipiente apropiado, quedando totalmente cubiertas con la sustancia química.

Inmersión Instantánea. Se sumerge las piezas en estado verde con el preservante y se coloca bajo cubierta para evitar la evaporación y permitir la difusión del preservante.
Inmersión Caliente. Se sumerge la madera dentro de un tanque con preservante caliente. Durante la inmersión, el preservante se difunde dentro de la madera.

Difusión

Para madera verde y húmeda, se

utilizan sustancias preservantes hidrosolubles, e inmediatamente se tapa la madera con un material impermeable.

(Vaca, 1998)

Cortes de la madera

Existen 3 tipos básicos de corte de la madera según la posición del eje.

Axial o transversal

Se realiza perpendicular al eje del tronco, es decir, a la dirección de la fibra. (figura 50)

Tangencial

Se realiza paralelo al eje tangencialmente respecto a los anillos anuales. Los radios quedan cortados en ángulo recto. (figura 51)

Radial

Se lo realiza paralelo al eje del tronco y los radios. En el corte radial los radios paralelos resultan cortados en sentido longitudinal. (figura 52)

(Montart Creation, 2006)

SECCIONES	ESPESOR	ANCHO	LARGO
Tabla	25mm	200mm	3000mm
	20mm	220mm	3000mm
	20mm	200mm	3000mm
	20mm	150mm	2400mm
Tablón	40mm	220mm	2400mm
	50mm	220mm	2400mm
Tabloncillo	30mm	200mm	3000mm
Duela	16mm	50mm	2400mm
	16mm	100mm	3000mm
	16mm	120mm	3000mm
	16mm	200mm	3000mm
Viga	140mm	160mm	3000mm
	70mm	140mm	3000mm
Tira	40mm	50mm	3000mm
Listón	40mm	40mm	3000mm
Tirante	10mm	120mm	2000mm
	10mm	140mm	3000mm
Vigueta	60mm	120mm	3000mm
	120mm	140mm	3000mm
Durmiente	150mm	200mm	2500mm
Solera	50mm	80mm	3000mm
	50mm	80mm	6000mm
Columna	20mm	20mm	2500mm
	20mm	25mm	3000mm

tabla 02

Fuente: Dep'osito de madera "27 de febrero"



figura 53. Vigas*
Cuenca - Azuay



figura 54. Viguetas*
Cuenca - Azuay



figura 55. Tablas*
Cuenca - Azuay



figura 56. Tiras*
Cuenca - Azuay

Características del carrizo



figura 57. Planta*
Cuenca - Azuay



figura 58. Carrizo cortado*
Cuenca - Azuay



figura 59. Recubrimiento*
Cuenca - Azuay



figura 60. Cielo raso*
Paute - Azuay

El carrizo es una especie vegetal, parecida a la caña común. Es una planta perenne, perteneciente a la familia de las gramíneas o poáceas se encuentra ampliamente distribuida en la superficie terrestre, sobre todo crece en lugares húmedos, en zonas de regiones templadas y tropicales.

Es un material ecológico y sostenible, de bajo coste, ligero, resistente a la pudrición, fácil de obtener y colocar, que permite generar diferentes sistemas constructivos.

La altura de la planta varía entre 1.50-4.00m, alcanzando un diámetro máximo de 2cm. Está formada por una sucesión de nudos y entrenudos perfectamente diferenciados.

La estructura microscópica del carrizo muestra la gran cantidad de poros cerrados en su configuración. Su densidad cuando está seco es aproximadamente de 160 kg/m³.

Es resistente a las heladas y es un buen aislante térmico, debido a la gran cantidad de huecos llenos de aire que posee en los tallos. Los tallos de carrizo presentan excelente resistencia a la flexión y a la tracción.

Como material de construcción es uno de los materiales naturales más antiguos utilizados, y en la actualidad se utiliza como mallas de refuerzo, en forma de paneles en particiones interiores, fachadas, cubiertas (espesores 35-40cm), etc.

El carrizo se utiliza también junto con otros materiales como encofrado, como pantalla en vallas y verjas, como base para el yeso en la construcción de particiones interiores, o como recubierto con barro.

(Díaz, 2012)

Además de ser un material natural, el carrizo es un material que no se mezcla con el agua, con una inflamabilidad normal y que puede combinarse con otros materiales como la arcilla.

VENTAJAS	
	No existe la necesidad de pulir ni lijar
	Se puede corregir las curvas previo a secarse
	Es un material liviano
	Permite la combinación con madera
	Resistente a la compresión y tracción
	Es un aislante ante la humedad
	No se pudre con el paso del tiempo
	Es sostenible y ecológico
	Es un aislante térmico natural

DESVENTAJAS	
	Se debe seleccionar las varas aptas
	Tiende a abrirse longitudinalmente
	Posee poca flexibilidad por el secado
	No posee una sección constante

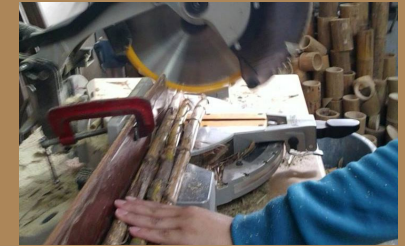


figura 61. Trabajabilidad*
Ventajas



figura 62. Atados livianos*
Ventajas



figura 63. Curvaturas*
Desventajas



figura 64. Carrizo partido*
Desventajas

Características de las fibras vegetales



figura 65. Atado de paja*
Material natural



figura 66. Paja en paredes*
Aplicación



figura 67. Atado de cabuya*
Material natural



figura 68. Cabuya de amarre*
Aplicación

Las fibras vegetales son estructuras delgadas y alargadas compuestas por lignina, que la impermeabilizan y proporciona dureza, y por celulosa, que le da resistencia y flexibilidad.

En la construcción tradicional, una de las funciones, es la de actuar como almacén del relleno de las paredes, formando una capa de elementos dispuestos de forma irregular y con distintos tamaños, que permiten la circulación del aire.

Otra función que cumple es la de amarre o unión entre los elementos pequeños como el carrizo.

Considerando los diferentes usos y la variedad de fibras existentes, estas se clasifican según la parte de la planta de la que sea extraída, en cuatro grupos. Sin embargo, es necesario aclarar, que las fibras aptas y utilizadas en la construcción son las obtenidas del tallo y de la hoja, por las propiedades que estas presentan.

	VENTAJAS
	Aumenta la resistencia a la pared que forma
	Poca deformación por su tejido
	Es un material liviano y flexible
	Es un recurso renovable y cercano
	Posee gran aislamiento térmico

	DESVENTAJAS
	Presenta fragilidad al aplicar una gran fuerza
	Baja durabilidad y alta inflamabilidad

CLASIFICACION		
Fibras de semilla	Algodón	Fibra aplastada con bordes gruesos, elástica y resistente
	Ceibo	Fibra amarillenta y esponjosa de aplicaciones textiles
Fibras de tallo	Lino	Fibra más alargada, fuerte, flexible, resistente y brillante
	Cáñamo	Fibra larga, duradera, suave, conductora del calor y resistente
	Carrizo	Fibra larga, cilíndrica y gruesa, resistente y liviana
	Paja	Fibra seca y flexible que pertenece a las fibras de cereales
	Retama	Fibra delgada y verde con una alta densidad y gran flexibilidad
	Zuro	Fibra central y suave, es muy flexible y no retoña
	Totora	Fibra lisa, larga y gruesa, liviana y fuerte
Fibras de hoja	Esparto	Fibra corta y resistente de crecimiento natural
	Abacá	Fibra larga y delgada, con resistencia y flotabilidad
	Cabuya	Fibra larga, delgada y muy fibrosa, liviana y resistente
	Sisal	Fibra blanca y brillante, fuerte y durable.
Fibras de fruto	Coco	Fibra dura de baja conductividad al calor, rigidez y dureza



figura 69. Carrizo*
Fibra de tallo



figura 70. Paja de cerro*
Fibra de tallo



figura 71. Totora*
Fibra de tallo



figura 72. Penco*
Fibra de hoja

**MATERIALES
TRADICIONALES
EN EL AZUAY**



figura 73. Suelo rocoso*
Gualaceo - Azuay



figura 74. Suelo arenoso*
Gualaceo - Azuay



figura 75. Suelo limoso*
Gualaceo - Azuay

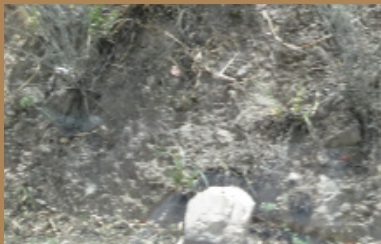


figura 76. Suelo arcilloso*
Paute - Azuay

Tierra en el Azuay

Del mapa geológico del Azuay, hemos analizado los suelos y sus características, para determinar los suelos de tipo arcilloso y ubicarlos e identificarlos con el fin de utilizarlos en la aplicación del sistema constructivo en bahareque.

Pt (c. 1200m) Roca piroclástica y lavas

Esta área es pedregosa, por su procedencia volcánica. Pucará, Cuenca, Santa Isabel, San Fernando, Girón, Nabón, Oña, Sig-sig, Chordeleg, Gualaceo, Paute, El Pan, Guachapala, Sevilla de Oro.

PIP_T (300-1200m) Conglomerados, tobas y brechas

Compuesta por canto rodado sobre arena, limo y arcilla. Cuenca.

MPI_A (1500-2700m) Arcillas, areniscas, y conglomerados

La composición de esta área es arcillosa y arenosa, y la presencia de canto rodado. Pucará, Santa Isabel, San Fernando, Girón, Cuenca, Nabón, Sig-sig.

OMvs (>1500m) Lavas andesitas y piroclásticos riolita

Esta zona es arcillosa, aunque existe suelo rocoso. Pucará, Santa Isabel, San Fernando, Girón, Nabón, Oña, Cuenca.

MzP (> 5000m) Meta-volcánicas, pizarras, filitas

El área comprendida está conformada por arcilla. Paute, Guachapala, El Pan, Sevilla de Oro, Gualaceo.

KPCy (c. 3000m) Areniscas, lutitas, calizas y volcaniclasticos

Esta formación contiene suelos arcillosos y arenosos. Cuenca.

Mb (c. 1000m) Arcillas, areniscas, lavas

Conformado por suelo arcilloso y arenoso, con suelo pedregoso. Cuenca, Paute, Gualaceo.

Km (> 8000m) Andesita volcánica, lavas y tobas

Área formada por arcilla. Cuenca, Pucará, Santa Isabel, Camilo Ponce Enriquez.

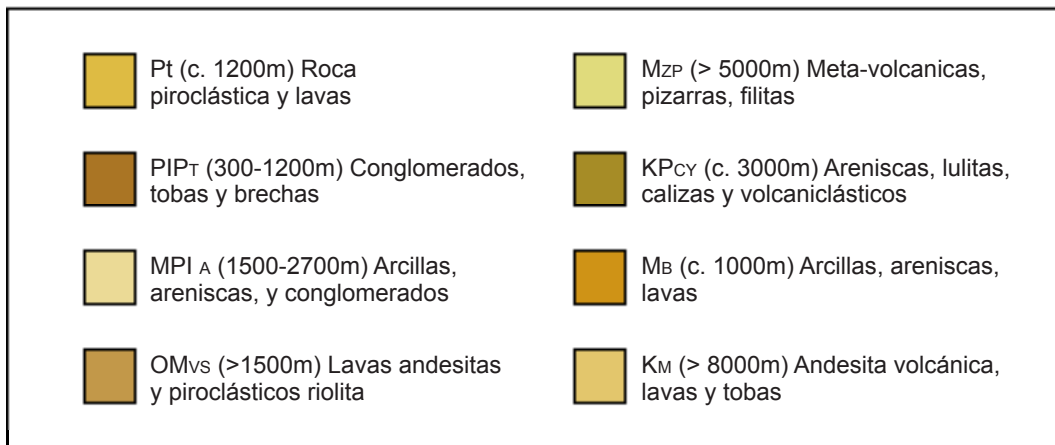
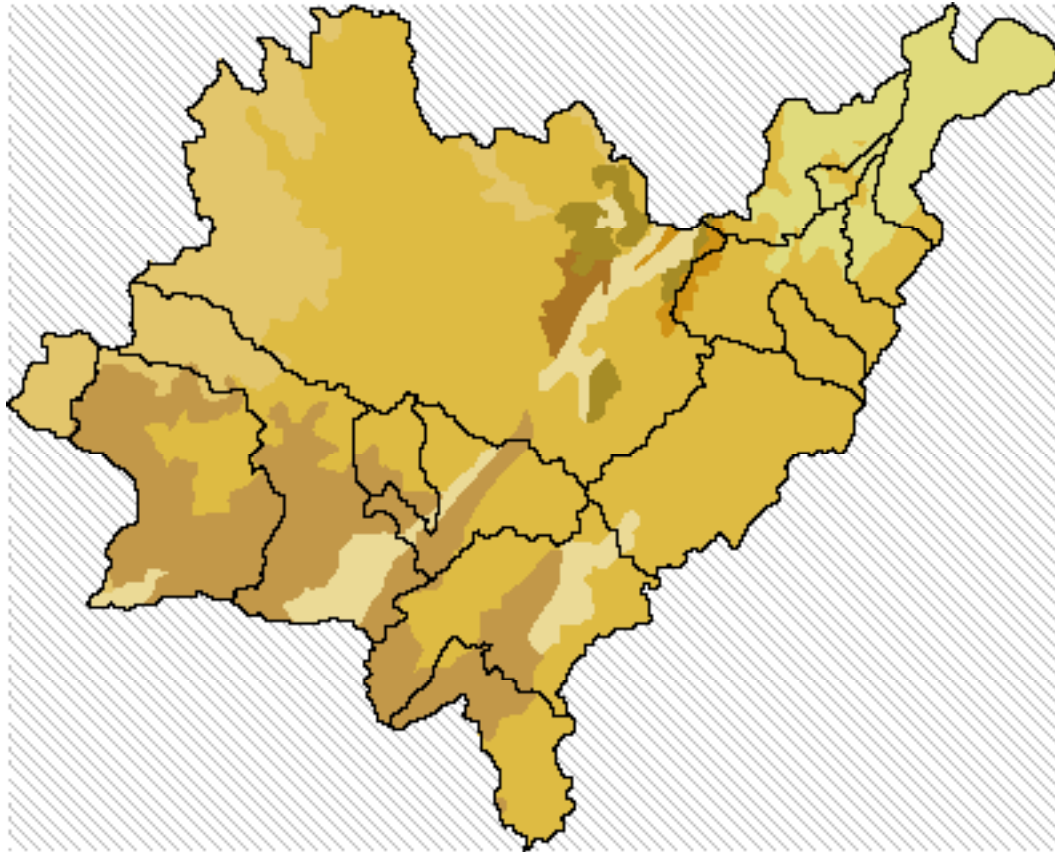


figura 77. Mapa geológico del Azuay
Fuente: Ministerio de Recursos Renovables y Energéticos



figura 78. Suelo rocoso*
Cuenca - Azuay



figura 79. Suelo arenoso*
Cuenca - Azuay



figura 80. Suelo limoso*
Cuenca - Azuay

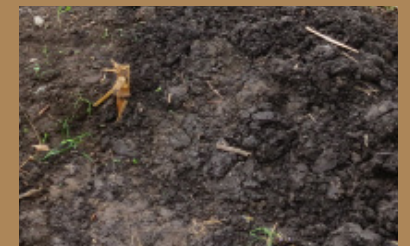


figura 81. Suelo arcilloso*
Cuenca - Azuay



figura 82. Caoba**
Madera de la Costa



figura 83. Guayacán**
Madera de la Sierra



figura 84. Cedro**
Madera de la Sierra



figura 85. Balsa**
Madera del Oriente

Madera en el Azuay

A continuación se describen las especies madereras de uso exclusivamente industrial que crecen en el Ecuador, considerando que no todas estas especies son aptas para la construcción, debido a las características que cada una presenta.

Costa

Caoba, guayacán, leucaena, samán, teca, Fernan Sánchez.

Sierra

Eucalipto, cutanga, moral bobo, algarrobo, tamarindo, pino, acacia, cedro, chuncho, Fernan Sánchez, guayacán, guachapeli, laurel, maní de árbol, marañón, mascarey, pachaco, sangre de drago, terminalia, tangare, cipres, cholán, nogal.

Oriente

Cutango, jacarandá, laurel, maní de árbol, pigue, sangre de drago, balsa.

(Salazar, 2007)

Pese a la gran variedad de especies, para este trabajo de investigación, escogimos al eucalipto y al

pino, conociendo que no son especies nativas del país, sin embargo son aptas estructuralmente debido sus propiedades.

Eucalipto

Es un árbol perenne de la familia de las mirtáceas. Existen alrededor de 600 especies en el mundo plantados en suelos profundos y bien drenados. Se caracterizan por tener un crecimiento muy rápido, pueden medir hasta 60m de altura, son resistentes gracias a su capacidad de almacenamiento de agua en las raíces.

Las principales especies son: en la sierra el eucalipto globulus y en la costa el eucalytus grandis.

Eucalipto Globulus

Es la especie más utilizada para la construcción liviana y pesada en el Ecuador, crece generalmente en la sierra, en suelos franco-arcillosos, franco-arenosos o arenosos. Su altura varía entre 45-75m, y su tallo puede llegar a tener 2m de espesor.

Eucalyptus Grandis

Se utiliza en la construcción para estructuras y carpinterías. Por lo general crece en suelos arcillosos, franco-arcillosos, arcillosos franco-arenosos o arenosos. Alcanzan una altura de 50m y su tronco puede tener 1.2-2m de diámetro.

(Botanical-online SL.,1999)

Pino

Es un árbol perenne perteneciente a la familia de las pináceas que puede alcanzar una altura de hasta 40m. También es considerada la segunda especie maderera más plantada en la sierra ecuatoriana después del eucalipto.

Es una especie renovable gracias a su adaptabilidad a los climas y los suelos desfavorables y a su rápido crecimiento.

Los pinos tienen una gran importancia ecológica porque ocupan ecosistemas en donde otras plantas más evolucionadas no se han podido adaptar. Es por ello que existen alrededor de 120 especies

de pinos alrededor del mundo.

(Botanical-online SL.,1999)

Las especies más comunes son:

Pinos Radiata

Esta especie se usa en la construcción para estructuras, especialmente para vigas y entramados, teniendo una fácil trabajabilidad.

El árbol alcanza una altura de 60m, y su tronco un ancho de 1m de diámetro. En Ecuador se encuentra plantado en la sierra principalmente y crecen en suelos franco-arenosos y bien drenados.

(Vinueza, 2013)

Pinos Patula

En la construcción se usa en estructuras de luces cortas y contrachapados, además es una especie con una excelente trabajabilidad manual o con maquinaria.

Los árboles maduros de esta especie tienen por lo general de 20 a 30m de altura, ocasionalmente 40 m., alcanzando hasta 1m. de diámetro. Crecen en zonas templadas y terrenos bien drenados.

(Vinueza, 2013)



figura 86. Arbol de eucalipto*
Eucalipto Globulus



figura 87. Madera de eucalipto*
Textura



figura 88. Arbol de pino*
Pino Radiata

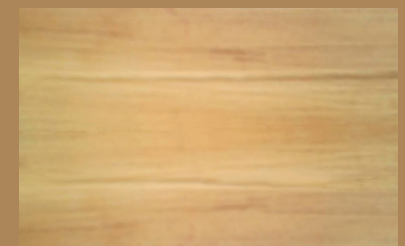


figura 89. Madera de pino*
Textura

Fibras vegetales en el Azuay



figura 90. Carrizo*
Fibra estructural



figura 91. Ramas*
Fibra estructural



figura 92. Paja*
Fibra de relleno



figura 93. Retama*
Fibra de amarre

La presencia de las fibras en nuestro medio es extensa, por lo que su aplicación en la construcción se vuelve sencilla, pero es necesario conocer las características de las mismas y según su función son:

Fibras estructurales

Carrizo

Después de ser cortado, se deja secar hasta que esté macizo, se corta en menguante y creciente, posteriormente debe ser almacenado en un lugar seco, en donde se cura con una mezcla de agua y boro, ya sea por sumersión o por aplicación con una brocha.

Rama delgada

Se escogen de los árboles las ramas más delgadas y sin ramificaciones y se corta en los dos extremos.

Fibras de relleno

Paja

Se separan los tallos y las hojas in-

ternas y se dividen en fibras delgadas unidas en la base, se limpian y se hierve en agua por una hora, al final se cuelgan para que se sequen y se clasifican.

Retama y totora

Se eligen las partes más ramificadas y se cortan, se hacen atados y se dejan secar.

Tamo de maíz

Se corta el tallo con una hoz y se sacan las ramas, se van haciendo atados.

Fibras de amarre

Cabuya

Mediante la maceración, se colocan las hojas en tanques de agua y por la descomposición de la sabia la fibra sale a flote a los 15 días.

Sisal

Se extrae por descortezación, se retira la corteza a mano, se seca al sol y se sumerge en agua con sosa cáustica, finalmente se lava y se deja secar.

DIMENSIONAMIENTO	
Carrizo	Longitud 3.00-3.50m y color amarillo
	Sirve de estructura de las paredes
Rama	Longitud 1.00-1.50m y color café
	Sirve de estructura de las paredes
Paja	Longitud 0.10-0.20m y color amarillo
	Sirve de relleno de las paredes para recibir la tierra
Retama	Longitud 0.40-0.50cm y color verde
	Sirve de relleno de las paredes para recibir la tierra
Totora	Longitud 1.00-1.20cm y color verde
	Sirve de relleno de las paredes para recibir la tierra
Tamo de maíz	Longitud 0.80-1.00m y color amarillo
	Sirve de relleno de las paredes para recibir la tierra
Cabuya	Longitud 0.80-1.00m y color blanco
	Sirve de amarre del carrizo en paredes y cubierta
Sisal	Longitud 1.00-2.50m y color blanco
	Sirve de amarre del carrizo en paredes y cubierta



figura 94. Totora*
Fibra de relleno



figura 95. Tamo de maíz*
Fibra de relleno



figura 96. Planta de la cabuya*
Fibra de relleno



figura 97. Planta de la sisal*
Fibra de relleno

**SISTEMA
CONSTRUCTIVO
TRADICIONAL
EN
BAHAREQUE**



figura 98. Basamentos*
Sigsig - Azuay



figura 99. Sobrecimiento de piedra*
Chordeleg - Azuay



figura 100. S. inferior 12x12cm*
Paute - Azuay



figura 101. A tope solera-columna*
Gualaceo - Azuay

Introducción

Uno de los objetivos planteados en esta investigación, es dar a conocer la aplicación del sistema constructivo en bahareque en la provincia del Azuay, pero debido a la falta de información sobre el tema hemos recurrido a otros métodos de obtención de información.

Por un lado, hemos recorrido algunos cantones de la provincia, en busca de los mejores ejemplos de viviendas construidas con este sistema, con la finalidad de analizarlas, evaluarlas y extraer las características en común y las posibles variantes presentes en cada una.

De los quince cantones que conforman el Azuay, hemos seleccionado cinco ubicados en la parte noreste de la provincia, los cuales han sido elegidos de acuerdo a la cantidad de viviendas de bahareque existentes y se les otorga un código para la tabla a continuación:

Gualaceo	(01)
Sigsig	(02)
Chordeleg	(03)
Paute	(04)
Cuenca	(05)

Jéssica Pinos S.
Teresa Baculima

Hemos realizado un levantamiento de cada vivienda, (Anexos-página 145), para obtener varios datos que contribuyan a la identificación del bahareque en esta zona.

Posteriormente, hemos recolectado toda esta información, contenida en las cinco fichas de análisis, y la hemos resumido en una tabla comparativa, que nos ayuda a sacar patrones constructivos y así poder generalizar su uso en el Azuay.

Por otra parte, hemos entrevistado a personas que conocen el tema, con el fin de recopilar la información transmitida de generación en generación y la adquirida mediante el estudio y la práctica.

Para ello hemos visitado al Sr. Leonidas Espinoza y al Sr. Luis Chuqui que trabajan este sistema hace años y sus conocimientos han sido transmitidos por sus antecesores y adquiridos en la práctica, y al Arq. Rodrigo Montero cuyo conocimiento se basa en la construcción e investigación del sistema a lo largo de su carrera (Anexos-página 163).

TABLA COMPARATIVA DEL BAHAREQUE EN EL AZUAY						
Descripción	01	02	03	04	05	Promedio
Cimentación de piedra	x		x	x	x	80%
Cimentación de barro		x				20%
Sobrecimiento de piedra	x	x	x	x	x	100%
Sobrecimiento de hormigón						00%
Sobrecimiento menor a 20cm de alto	x	x		x	x	80%
Sobrecimiento mayor a 20cm de alto			x			20%
Sobrecimiento ancho menor a 0.20m	x	x		x	x	80%
Sobrecimiento ancho mayor a 0.20m			x			20%
Unión a tope columna-sobrecimiento	x		x		x	60%
Unión embebida columna-cimiento		x		x		40%
Columna altura de 1.80-2.10m		x	x	x	x	80%
Columna altura de 2.10-2.40m	x					20%
Columna cuadrada 0.12m	x	x		x	x	80%
Columna cuadrada 0.14m			x			20%
Columna cada 0.60-1.20m		x		x	x	60%
Columna cada 1.2-2.00m	x		x			40%
Unión a tope columna-solera	x	x	x	x	x	100%
Unión media madera columna-solera						00%
Solera inferior cuadrada 0.12m	x	x		x	x	80%
Solera inferior cuadrada 0.14m			x			20%
Unión asentada solera-sobrecimiento	x		x		x	60%
Unión enterrada solera-sobrecimiento		x		x		40%
Arriostramiento una diagonal		x				20%
Arriostramiento en cruz	x		x	x	x	80%

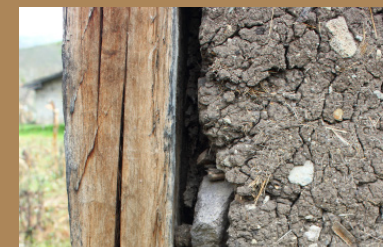

 figura 102. Columna 12x12cm*
Sigsig - Azuay

 figura 103. Arriostramiento en cruz*
Paute - Azuay

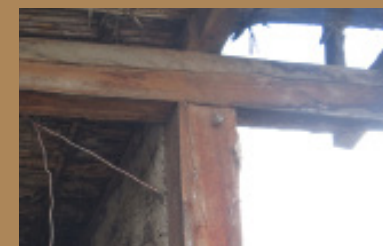
 figura 104. S. superior 12x12cm*
Sigsig - Azuay

 figura 105. U. tope columna-solera*
Gualaceo - Azuay



figura 106. Carrizo cada 12cm*
Azogues - Cañar



figura 107. Relleno de barro*
Chordeleg - Azuay



figura 108. Revestimiento de barro*
Gualaceo - Azuay



figura 109. Alero 60cm y viguetas*
Azogues - Cañar

TABLA COMPARATIVA DEL BAHAREQUE EN EL AZUAY						
Descripción	01	02	03	04	05	Promedio
Unión esquinera riostra-estructura		x			x	40%
Unión desplazada riostra-estructura	x		x	x		60%
Solera superior cuadrada 0.12m	x	x		x	x	80%
Solera superior cuadrada 0.14m			x			20%
Carrizo amarrado cada 0.60-1.00m		x	x	x	x	80%
Carrizo amarrado cada 1.00-1.20m	x					20%
Carrizo cada 0.10-0.30cm		x	x	x	x	80%
Carrizo cada 0.30-0.70cm	x					20%
Relleno de piedras		x			x	40%
Relleno de barro	x		x	x		60%
Unión asentada viguetas-solera		x	x	x	x	80%
Unión media madera viguetas-solera	x					20%
Viguetas cuadradas 0.12m	x	x		x	x	80%
Viguetas cuadradas 0.14m			x			20%
Viguetas longitud menor a 2.00m	x					20%
Viguetas longitud mayor a 2.00m		x	x	x	x	80%
Viguetas cada 0.60-1.20m	x	x	x	x		80%
Viguetas cada 1.20-2.00m					x	20%
Unión a tope entre viguetas	x	x		x	x	80%
Unión traslapada entre viguetas			x			20%
Alero menor a 0.50m			x			20%
Alero mayor a 0.50m	x	x		x	x	80%
Vigas cuadradas 0.12cm	x	x		x	x	80%
Vigas cuadradas 0.14cm			x			20%

TABLA COMPARATIVA DEL BAHAREQUE EN EL AZUAY						
Descripción	01	02	03	04	05	Promedio
Unión a tope viga-vigueta		x	x	x	x	80%
Unión a tope destajado viga-vigueta	x					20%
Vigas cada 0.60-1.20m		x	x	x	x	80%
Vigas cada 1.20-2.00m	x				x	40%
Entramado carrizos en cubierta	x	x	x	x	x	80%
Carrizo cada 0.00-0-50m	x		x	x	x	80%
Carrizo cada 0.50-1.00m		x				20%
Entramado tiras de madera clavadas	x		x	x	x	80%
Tiras de madera cada 0.30-0-60m		x				20%
Tiras de madera cada 0.60-1.00m	x		x	x	x	80%
Cubierta de teja	x	x	x	x	x	100%
Cubierta de paja						00%
Cubierta a dos aguas		x	x	x	x	80%
Cubierta a cuatro aguas	x					20%
Angulo de inclinación menor a 30°		x	x	x	x	80%
Angulo de inclinación mayor a 30°	x					20%
Ventanas ancho menor a 0.50m	x					20%
Ventanas ancho mayor a 0.50m		x	x	x	x	80%
Ventanas altura menor a 0.50m	x					20%
Ventanas altura mayor a 0.50m		x	x	x	x	80%
Puertas altura de 1.80-1.90m	x	x		x	x	80%
Puertas altura de 1.90-2.10m			x			20%
Puertas ancho menor a 1.20m	x	x		x	x	80%
Puertas ancho mayor a 1.20m			x			20%



figura 110. Carrizos en cubierta*
Gualaceo - Azuay



figura 111. Cubierta de teja a 27°*
Gualaceo - Azuay



figura 112. Ventana 90x90cm*
Sigsig - Azuay



figura 113. Puerta 1.00x1.90m*
Paute - Azuay

Ventajas y desventajas del bahareque



figura 114. Deterioro de paredes*
Azogues - Cañar



figura 115. Vivienda hasta 2 pisos*
Paute - Azuay



figura 116. Tierra erosionada*
Chordeleg - Azuay



figura 117. Vivienda abandonada*
Sigsig - Azuay

El aprovechamiento de este sistema constructivo depende del lugar donde se ejecuta y se desarrolla, y los aspectos ambientales de su entorno, sin embargo, se presentan algunos beneficios que nos ofrece este sistema, para saber potenciarlos y rescatarlos.

Si bien esta técnica constructiva en tierra nos ofrece una serie de importantes ventajas en comparación con otros sistemas, no se debe dejar de lado las desventajas que genera, ya que deben ser tomadas en cuenta para su mejoramiento y uso debido de las mismas.

	DESVENTAJAS
	Requiere de un mantenimiento continuo para prolongar su vida útil, ya que la acción de agentes externos es un factor que lo afecta.
	Debido al desconocimiento de esta técnica este sistema constructivo se está dejando de usar.
	Presenta limitaciones en altura, por lo que difícilmente se pueden construir edificaciones altas restringiendo su aplicación a ciertas construcciones.
	Vulnerabilidad al contacto con el agua provocando que la tierra erosione y se desintegre la construcción a causa de este efecto.
	Se genera un abandono de este sistema por la introducción de nuevos materiales a la zona y la migración de sus propietarios.

VENTAJAS	
	Disminuye el gasto energético al trabajar con materiales naturales y ahorrar energía en la cocción de materiales
	Disminuye el consumo de energía, ya que su interior esta climatizado y no requiere de calefacción o aire acondicionado
	Es una respuesta eficiente en diversos medios, por la disponibilidad de materiales y su fácil ejecución al momento de construir
	La mayoría de tipos de suelo pueden ser utilizados en la ejecución de esta técnica, generando accesibilidad hacia los materiales
	Es completamente reciclable, al ser materiales provenientes de la tierra, se reintegran a la misma al culminar su vida útil
	Posee menor combustión gracias a su procedencia, volviéndose una estructura más estable
	Resistente a la acción de cargas, especialmente a la compresión, conformando una buena opción estructural tradicional
	Alta plasticidad y trabajabilidad convirtiéndose así en un sistema muy versátil tanto en la ejecución de su estructura como la de sus acabados
	Buen aislante térmico y acústico, ya que las viviendas resultan frescas en el verano y cálidas en el invierno, y evita las reverberaciones al interior



figura 118. Estetica*
Paute - Azuay

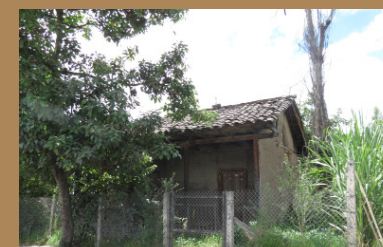


figura 119. Material natural*
Gualaceo - Azuay



figura 120. Materiales de la zona*
Azogues - Cañar



figura 121. Microclima al interior*
Gualaceo - Azuay



figura 122. Humedad*
Sigsig - Azuay



figura 123. Deformaciones*
Chordeleg - Azuay



figura 124. Fisuras*
Gualaceo - Azuay



figura 125. Desvinculación piezas*
Paute - Azuay

Patologías

El deterioro de este sistema es necesario considerarlo para mejorar y/o prevenir las causas que lo provocan.

Humedad

Es la presencia del agua infiltrada en la edificación, que resulta del contacto directo con los materiales con este líquido, provocando un cambio en sus propiedades y debilitándolos.

Agentes bióticos

Son organismos vivos en el medio donde se encuentra la edificación, como hongos, insectos, vegetación y animales, que provocan un deterioro a los elementos que conforman del sistema.

Asentamientos y/o deformaciones

El asentamiento es el declive del nivel horizontal causado por la pérdida de resistencia del terreno, que provoca un cambio de su forma. La deformación es un cambio de forma en el sentido vertical producido por cargas diferentes a las originales.

Fisuras y/o grietas

Las fisuras son cortes pequeños que afectan la superficie de un elemento, causando su división.

Las grietas son cortes alargados y profundos que afectan el espesor del elemento y que pueden producir incluso el colapso de la edificación.

Desplomes y/o desniveles

Son la pérdida del nivel vertical de un elemento, alterando su forma original y que pueden afectar a otros elementos próximos al mismo.

Desvinculación de piezas

Es la separación de los elementos que conforman la edificación causada por la pérdida de los elementos de unión provocando el desplazamiento de estos.

Pérdida de material o desmoronamiento

Es la desintegración y pérdida del material originado por un quiebre puntual o general provocando su desplome total o parcial.

(Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2012)

01. HUMEDAD DEL PISO	
NIVEL DE DAÑO	Moderado
DESCRIPCIÓN	Presencia de humedad permanente en una zona en el piso interior
IDENTIFICACIÓN	Presencia de manchas o sensación de humedad en la parte del piso afectada

02. HUMEDAD DE LA PARTE INFERIOR DEL TABIQUE	
NIVEL DE DAÑO	Grave
DESCRIPCIÓN	Presencia de humedad permanente en la zona y el reblandecimiento de la tierra
IDENTIFICACION	Presencia de manchas o sensación de humedad en la parte inferior del tabique

03. HUMEDAD DE UNA ZONA PUNTUAL DEL TABIQUE	
NIVEL DE DAÑO	Severo
DESCRIPCIÓN	Presencia de humedad permanente en una zona o varias zonas del tabique
IDENTIFICACIÓN	Presencia de manchas o sensación de humedad en la parte inferior del tabique

04. HUMEDAD DE LA PARTE SUPERIOR DEL TABIQUE	
NIVEL DE DAÑO	Severo
DESCRIPCIÓN	Presencia de humedad permanente en la zona y el reblandecimiento de la tierra
IDENTIFICACIÓN	Presencia de manchas o sensación de humedad en la parte superior del tabique



Figura 126. Humedad de piso*
Gualaceo - Azuay



Figura 127. Humedad inferior*
Gualaceo - Azuay



Figura 128. Humedad puntual*
Sigsig - Azuay



Figura 129. Humedad superior*
Gualaceo - Azuay



figura 130. Vegetación en techo*
Paute - Azuay



figura 131. Hongos en techo*
Paute - Azuay



figura 132. Arácnido en elementos*
Gualaceo - Azuay



figura 133. Insectos en elementos*
Gualaceo - Azuay

05. VEGETACIÓN EN EL TABIQUE O TECHO

NIVEL DE DAÑO	Moderado
DESCRIPCIÓN	Presencia de vegetación alojada en zonas expuestas
IDENTIFICACIÓN	Aparición y crecimiento de vegetación en partes de la edificación

06. HONGOS EN EL TABIQUE O TECHO

NIVEL DE DAÑO	Moderado
DESCRIPCIÓN	Presencia de organismos parasitarios en la materia orgánica en descomposición
IDENTIFICACIÓN	Ablandamiento de los elementos de madera que pueden llegar a desintegrarlos

07. INSECTOS Y ARÁCNIDOS EN LOS ELEMENTOS

NIVEL DE DAÑO	Leve-moderado-severo-grave
DESCRIPCIÓN	Presencia permanente de organismos en ciertos elementos al interior
IDENTIFICACIÓN	Presencia del organismo mismo o los rastros que este deja en su hábitat

08. INSECTOS EN ELEMENTOS

NIVEL DE DAÑO	Leve-moderado-severo-grave
DESCRIPCIÓN	Presencia de insectos que se encuentran al interior de la edificación
IDENTIFICACIÓN	Cambios en el aspecto original de la madera, la presencia de larvas o el insecto

09. ASENTAMIENTO DE CIMIENTO	
NIVEL DE DAÑO	Grave
DESCRIPCIÓN	Alteraciones en la forma, fisuras y hendiduras en las fundiciones
IDENTIFICACIÓN	Perdidas de nivel y la aparición de aberturas en la zona inferior

10. DEFORMACIÓN DE LA PARTE INFERIOR DEL TABIQUE	
NIVEL DE DAÑO	Grave
DESCRIPCIÓN	Pérdida de la forma original en la parte inferior con grietas y desmoronamiento
IDENTIFICACIÓN	Cambio de apariencia en la zona afectada como humedad y desprendimiento

11. FISURA DEL REVOQUE	
NIVEL DE DAÑO	Leve
DESCRIPCIÓN	Presencia de trizaduras en el recubrimiento del tabique
IDENTIFICACIÓN	Aparición de grietas en cualquier parte de la superficie del tabique

12. AGRIETAMIENTO MASIVO DEL REVOQUE	
NIVEL DE DAÑO	Leve
DESCRIPCIÓN	Presencia de una trizadura generalizada en el recubrimiento del tabique
IDENTIFICACIÓN	Aparición de varias grietas en la superficie provocando desprendimiento



figura 134. Asentamiento cimiento*
Gualaceo - Azuay



figura 135. Deformación inferior*
Gualaceo - Azuay



figura 136. Fisura de revoque*
Chordeleg - Azuay



figura 137. Agrietamiento masivo*
Chordeleg - Azuay



figura 138. Fisura del tabique*
Gualaceo - Azuay



figura 139. Fisura vertical*
Gualaceo - Azuay



figura 140. Grietas en tímpano*
Gualaceo - Azuay



figura 141. Desvinculación*
Sigüig - Azuay

13. FISURA DEL TABIQUE

NIVEL DE DAÑO	Moderado
DESCRIPCIÓN	Presencia de quiebres del material del tabique producidos por deformaciones
IDENTIFICACIÓN	Aparición de fisuras verticales, horizontales o diagonales según la posición de la madera

14. FISURA VERTICAL

NIVEL DE DAÑO	Leve
DESCRIPCIÓN	Presencia de trizaduras en la esquina del encuentro entre dos tabiques afectados
IDENTIFICACIÓN	Aparición de grietas en la esquina del encuentro entre los elementos afectados

15. GRIETAS EN EL TIMPANO

NIVEL DE DAÑO	Moderado - severo
DESCRIPCIÓN	Presencia de trizaduras en el área sobre el tabique hasta la el inicio del techo
IDENTIFICACIÓN	Aparición de grietas horizontales en la base del tímpano y verticales en su eje

16. DESVINCULACIÓN DE CUBIERTA Y TABIQUE

NIVEL DE DAÑO	Grave
DESCRIPCIÓN	Separación del tabique y la base de la cubierta por desplazamiento horizontal
IDENTIFICACIÓN	Agrietamiento horizontal en la parte superior del tabique y desplazamiento

17. DESPRENDIMIENTO DEL REVOQUE	
NIVEL DE DAÑO	Moderado
DESCRIPCIÓN	Desprendimiento de una parte del revoque por a una mala elaboración
IDENTIFICACIÓN	Presencia de partes del tabique descubiertas y del revoque en el piso



figura 142. Desprendimiento-revoque*
Gualaceo - Azuay

18. DESMORONAMIENTO PUNTUAL DEL TABIQUE	
NIVEL DE DAÑO	Moderado
DESCRIPCIÓN	Desprendimiento de material en una zona específica del tabique
IDENTIFICACIÓN	Ausencia de material en una zona determinada del tabique por una lesión



figura 143. Desmoronamiento*
Paute - Azuay

19. PERDIDA DEL MATERIAL O DESMORONAMIENTO	
NIVEL DE DAÑO	Moderado
DESCRIPCIÓN	Abultamientos del revoque debidas a la falta de adherencia con el tabique
IDENTIFICACIÓN	Separaciones entre las tres capas que conforman el revoque y el tabique



figura 144. Pérdida del material*
Paute - Azuay

20. PERDIDA TOTAL DEL MATERIAL O DESMORONAMIENTO	
NIVEL DE DAÑO	Moderado
DESCRIPCIÓN	Pérdida del material debidas a la falta de adherencia con el tabique
IDENTIFICACIÓN	Desprendimiento de las capas que conforman el revoque y el tabique



figura 145. Pérdida total material*
Paute - Azuay

Cimentación y estructura

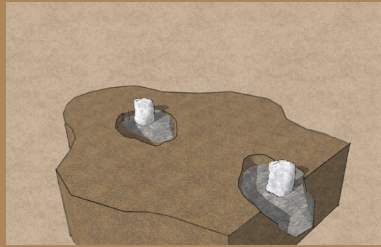


figura 146. Basa sobre piedra*
Cimiento de piedra

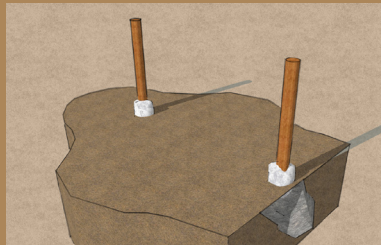


figura 147. Pilar sobre basa*
Cimiento de piedra

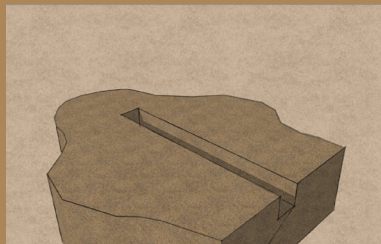


figura 148. Zanja de cemento*
Cimiento corrido

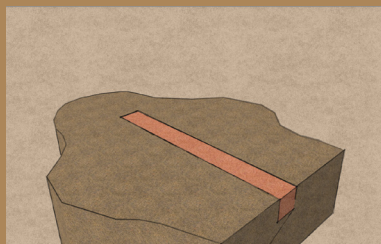


figura 149. Relleno compactado*
Cimiento corrido

El bahareque es una técnica constructiva que consiste en conformar una estructura con elementos verticales, llamados pilares, y otros horizontales, llamados soleras, sobre los cuales se realiza un entramado de carrizos revestidos de barro, formando un tabique de 20cm aproximadamente.

Este proceso que se ha venido desarrollando desde tiempos remotos y ha ido evolucionando con el paso del tiempo, es por esta razón que hemos visto la necesidad de investigar el método utilizado por nuestros antepasados y de esta manera asimilar las virtudes y los inconvenientes que presenta el mismo.

Cimentación

La ejecución de este sistema inicia con la cimentación cuya función es transmitir uniformemente la carga de la edificación al terreno.

Sin embargo en el bahareque tradicional la cimentación solo funciona como un elemento que estabiliza la

estructura que va a soportar.

Posterior al desbroce y nivelación del terreno, se procede a realizar la excavación del cimiento corrido a una profundidad que depende del tipo de suelo en el que se vaya a edificar.

Como material de relleno de la zanja, por lo general, se utiliza simplemente el barro compactado, aunque en algunas ocasiones para proporcionar mayor firmeza se mezcla este barro con pedazos de teja.

Conformando de esta manera una base firme en donde se levantará la construcción.

Por otra parte, según la tipología de las viviendas antiguas, que presentan un pórtico de entrada limitado por columnas, se creó otro tipo de cimentación para este caso.

El cual consiste en enterrar una basa de piedra en el terreno compactado, que se une al pilar de madera mediante la unión caja y espi-

ga, con el fin de que estos dos elementos conformen una sola estructura.

Así se evita que la madera esté en contacto directo con la humedad del suelo y las cargas sean transmitidas al mismo.

Estructura

Cuando se termina la cimentación, se coloca la solera inferior de madera de 10-12cm sobre el barro compactado la cual posee agujeros en su cara superior en el lugar donde se van a asentar cada pilar, y de la misma forma en la pieza de madera se hace un destaje dejando una saliente que se introduce en el agujero dejado, uniendo estos dos elementos mediante caja y espiga.

Los elementos verticales de madera de eucalipto, son pilares generalmente cuadrados de 12-15cm de lado, apoyados sobre la solera inferior, con una interdistancia que varía entre los 65-200cm.

Para completar la estructura se colocan las soleras superiores de madera de 10-12cm en la parte superior del pilar que funcionan como elementos de amarre y sobresalen del pilar para conformar el soporte del alero. Estas uniones son clavadas y simplemente apoyadas entre ellas.

Si la distancia entre pilares es igual o mayor a 1.00m, es necesario colocar unas diagonales, denominadas riostras, de 5x10cm, asentadas sobre la estructura principal entre cada pilar.

En el caso de requerir ventanas, estas tienen el ancho proporcionado por la interdistancia entre pilares, al igual que las puertas, para las cuales se coloca un dintel de madera entre los pilares y una riostra en su parte superior, para el caso de la ventana se conforma un marco clavado con una viga horizontal a una altura de 70-90cm, formando el antepecho en donde también se coloca esta riostra.

Fuente: Sr. Leonidas Espinoza

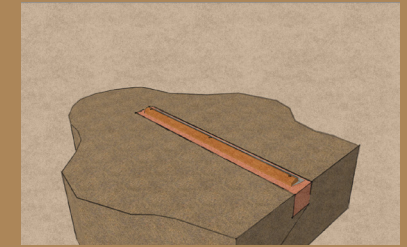


figura 150. Solera inferior*
Estructura enterrada



figura 151. Luces mayores a 1.00m*
Estructura arriostrada



figura 152. Luces menores 1.00m*
Estructura no arriostrada

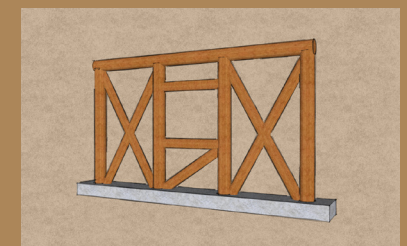


figura 153. Dintel y antepecho*
Estructura arriostrada

Uniones



figura 154. Unión clavada*
Paute - Azuay



figura 155. Unión perpendicular*
Unión clavada

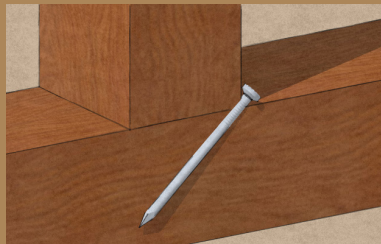


figura 156. Unión oblicua*
Unión clavada



figura 157. Unión de cabuya*
Unión amarrada

Existen diferentes formas para unir los elementos de la estructura en el sistema constructivo de bahareque. Tradicionalmente se los unía con fibras naturales como la cabuya, pero con el paso del tiempo y con la introducción de nuevos materiales, estas uniones van mejorando y cambiando.

Unión clavada

Se la hace mediante elementos de fijación puntual, que transmite los esfuerzos en la zona que actúa, por lo que es necesario ubicar estas uniones en varios puntos para que la fuerza se reparta en todo el elemento.

Los clavos lisos permiten este tipo de unión, ya que al ser un elemento metálico de sección transversal menor transmite los esfuerzos a la estructura.

El problema de estas uniones es que generan fisuras a los elementos de madera y en ocasiones quedan expuestos y se oxidan.

Su aplicación se encuentra en la unión de vigas y tabiques estructurales.

Unión amarrada

Este tipo de unión se realiza por medio de un elemento flexible con la capacidad de amarrarse a sí mismo y cuya función es atar dos elementos, mediante tensión, para mantenerlos vinculados.

Dentro de estos elementos de amarre se encuentra materiales como la cabuya, que enlaza los carrizos entre sí para conformar un solo elemento.

Los amarres deben hacerse procurando que el nudo quede bien asegurado.

La aplicación de estas uniones está en el relleno de las paredes y la cubierta.

Dentro de cada una de estas uniones existen varios tipos que son descritos a continuación.

UNIÓN CLAVADA	
Unión perpendicular	Angulo de 90° con respecto al elemento
Unión oblicua	Angulo de 45° con respecto al elemento

UNIÓN AMARRADA	
Amarre cuadrado	Unión de elementos en ángulo recto
Amarre en cruz	Unión cruzada de elementos en ángulo diferente a 90°
Amarre redondo	Unión paralela de dos elementos
Amarre diagonal	Unión de elementos en ángulo diferente a 90°

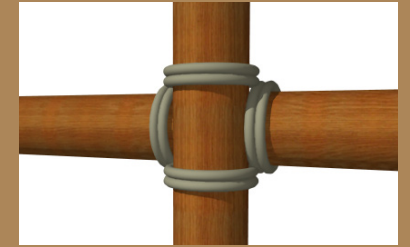


figura 158. Amarre cuadrado*
Unión amarrada



figura 159. Amarre diagonal*
Unión amarrada



figura 160. Amarre redondo*
Unión amarrada

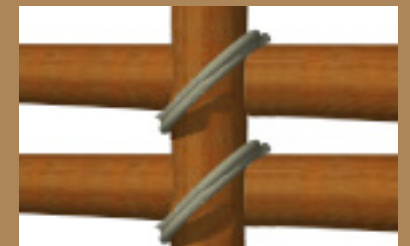


figura 161. Amarre oblicuo*
Unión amarrada

Uniones

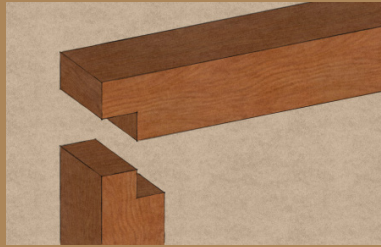


figura 162. A media madera*
Ensamblés

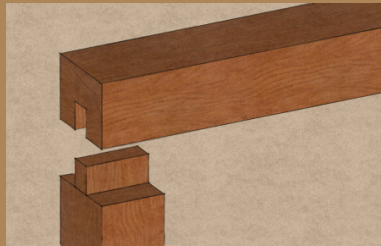


figura 163. Caja y espiga*
Ensamblés

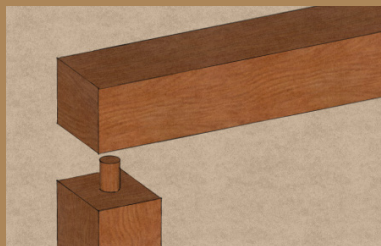


figura 164. De horquilla*
Ensamblés



figura 165. A media madera*
Empalme

El objetivo principal de las uniones estructurales en madera es asegurar la continuidad de los elementos, que mejorarán mientras más uniforme sea la transmisión de esfuerzos.

Dentro de las uniones de madera existen tres tipos diferentes que han sido usados en la construcción, preferentemente la madera aserrada, ya que esta proporciona mayor facilidad de trabajo y corte, que la madera rolliza, sin embargo algunas de estas uniones son aplicables a los dos tipos de madera, y son mencionados en la tabla.

Ensamblés

Son los tipos de unión que se realizan por el contacto en ángulo entre dos elementos con el propósito de lograr un vínculo entre elementos.

Existen varios tipos de ensamblés pero los usados en el sistema en bahareque son:

- *A media madera* (figura 162)
- *Caja y espiga* (figura 163)
- *De horquilla* (figura 164)

Empalmes

Estos tipos de unión se realizan entre dos elementos para unirlos longitudinalmente y conseguir dimensiones mayores vertical u horizontalmente.

Existen varios tipos de empalmes pero los usados en el sistema en bahareque son:

- *A media madera* (figura 165)
- *A tope* (figura 166)
- *Caja y espiga* (figura 167)
- *De horquilla*

Juntas o acoplamientos

Son la unión de dos o más elementos ya sea por sus caras o por sus cantos respectivamente, y tienen como resultado final ensanchar la madera para conseguir dimensiones imposibles de obtener una pieza única.

Existen varios tipos de juntas pero los usados en el sistema en bahareque son:

- *Junta a tope* (figura 168)
- *Junta machihembrada* (figura 169)

(Argüelles, 2007)

ENSAMBLES	
A media madera	Unión de dos elementos mediante un destaje en las dos piezas.
Caja y espiga	Unión de dos elementos mediante el corte de uno y un agujero con la misma forma en el otro.
De horquilla	Unión de dos elementos mediante un destaje en el centro de un elemento y su inverso en el otro.

EMPALMES	
A media madera	Unión de dos elementos mediante un destaje en las dos piezas.
A tope	Unión de dos elementos mediante el contacto de estas piezas.
Caja y espiga	Unión de dos elementos mediante un destaje en el centro de un elemento y su inverso en el otro.

JUNTAS	
A tope	Unión de dos elementos mediante el contacto de las dos piezas.
Machihembrada	Unión de dos elementos mediante entrantes y salientes dentadas.

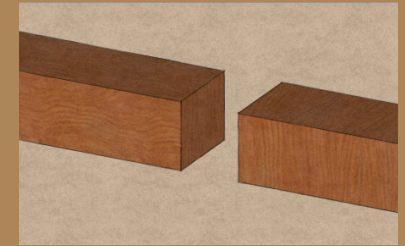


figura 166. A tope*
Empalme

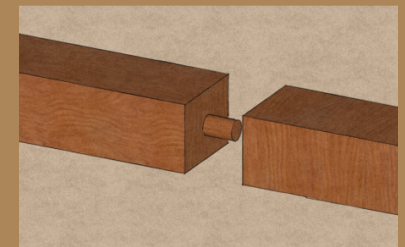


figura 167. Caja y espiga*
Empalme

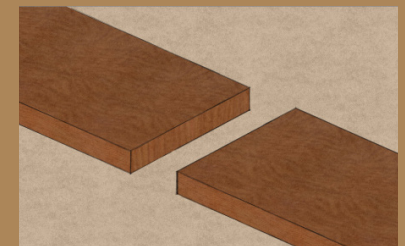


figura 168. A tope*
Junta

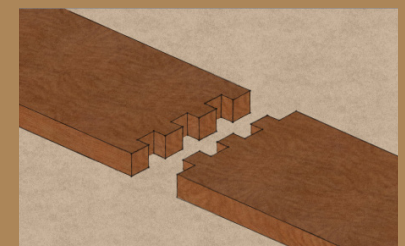


figura 169. Machihembrada*
Junta

Relleno y revestimiento

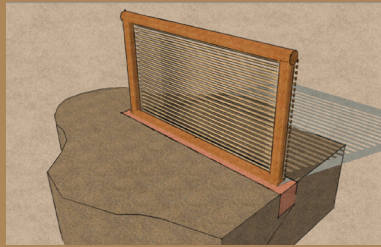


figura 170. Carrizo interior*
Relleno de estructura

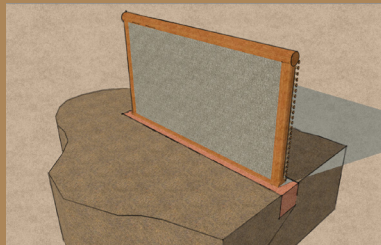


figura 171. Relleno de barro*
Relleno de estructura

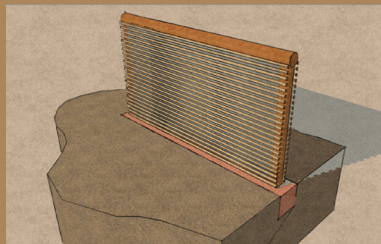


figura 172. Carrizo exterior*
Relleno de estructura

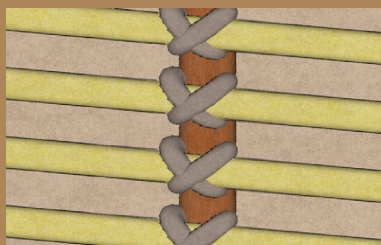


figura 173. Atado de carrizos*
Unión de cabuya

Relleno

Se coloca sobre la estructura un tejido de carrizos amarrados entre sí con cabuya, o tiras de madera clavadas, el cual se inicia desde la parte inferior hacia arriba, con una separación de 10-20cm entre estos.

Una vez culminada esta primera capa, se procede a realizar la segunda capa de carrizos formando una doble fila tejida en la cara exterior del tabique, después se repite este procedimiento por el lado interno del mismo.

Si la distancia entre pilares es demasiado grande, es decir más de 1.00m, se clava una tira de madera o una rama de forma vertical en la mitad de los pilares sobre la cual se va a colocar el carrizo para que adquiera mayor firmeza y funcione como refuerzo de las riostras colocadas anteriormente que además de la acción estructural que ejercen, también cumplen la función de sostener la capa de carrizos a los dos lados.

Antes de colocar el barro en el tabique y a la par del levantamiento de la capa de carrizos, se rellena el interior de este espacio conformado entre estas capas de carrizo con piedras, ramas pequeñas o pedazos de teja, con el propósito de facilitar el recubrimiento con barro y evitar el ingreso de animales pequeños al interior.

Otro método de relleno es únicamente con barro, para lo cual se humedece el barro con agua y se pisotea para obtener una plasticidad adecuada y poco a poco se va añadiendo paja de cerro de 10cm, se deja reposar esta mezcla por 1mes hasta que este se pudra y consiga la consistencia adecuada para aferrarse al tabique.

Incluso el recubrimiento de las paredes se puede hacer con este barro, que contiene 60% tierra arcillosa y 40% tierra orgánica aproximadamente, iniciando su colocación desde abajo hacia arriba por partes, quedando una superficie parcialmente cubierta de forma irregular.

Revestimiento

El revestimiento inicia con el pisado del barro y la paja de cerro de 10cm de largo, cuya proporción es 70% barro y 30% paja, hasta que se mezclen estos dos elementos, se deja reposar por 1mes aproximadamente para que se pudra el barro y se deja cubierta la mezcla con la misma paja de cerro a la intemperie durante este tiempo.

En otros casos se pisotea el barro mezclado con paja y se le añade excremento de caballo, en una proporción 60% barro y 40% excremento aproximadamente, para que la mezcla sea más compacta y no produzca desprendimientos posteriores, ya que la hierba y paja que consumen los caballos es menos procesada, en comparación con otros animales.

Esta mezcla se impacta con fuerza con la mano contra pared para que penetre en las grietas formadas por el carrizo, para luego emparejar manualmente con una llana o un codal, con el fin de dejar una

textura de acabado fino, finalmente se deja reposar por 15días como máximo para que pierda toda el agua adquirida.

Enlucido y pintura

La mezcla se prepara con anticipación y se aplica sobre el revestimiento seco, y consiste en previamente mezclar la cal y arena en una proporción 1:2, se deja reposar 1mes al igual que la mezcla anterior.

Se combinan los materiales y se pasan por un colador para ser aplicadas mediante una brocha sobre la pared desde arriba hacia abajo en dirección vertical y se cubre el área de las paredes hasta alcanzar 1cm de espesor, procurando que quede una superficie lisa lista para recibir la pintura si se requiere.

Son pocas las muestras de bahareque de color pero sobre este acabado se puede agregar pintura.

Fuente: Sr. Leonidas Espinoza

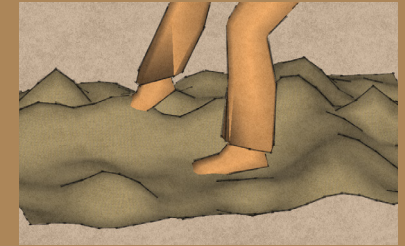


figura 174. Pisado de la mezcla*
Revestimiento de pared

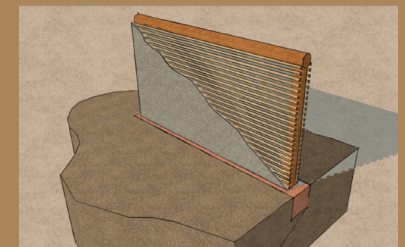


figura 175. Embarrado*
Revestimiento de pared

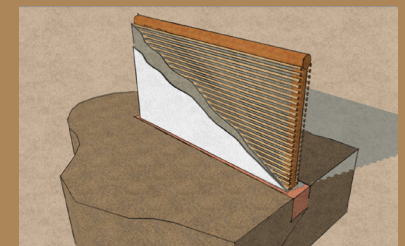


figura 176. Enlucido*
Revestimiento de pared

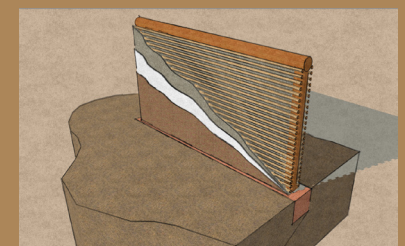


figura 177. Pintura*
Revestimiento de pared

Cubierta

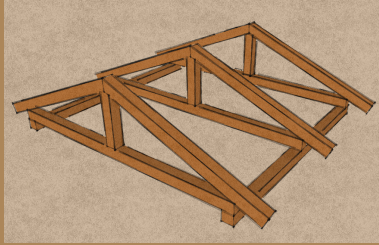


figura 178. Viguetas y vigas*
Cubierta

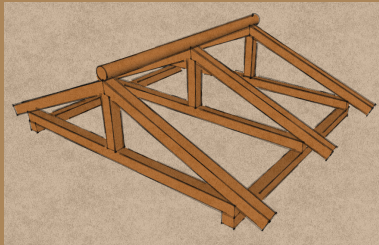


figura 179. Cumbrero*
Cubierta

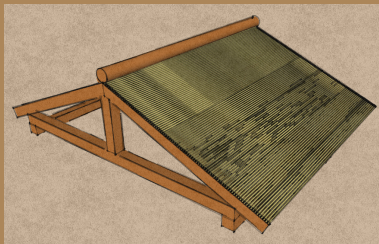


figura 180. Cama de carrizo*
Cubierta

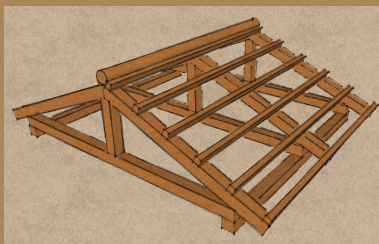


figura 181. Colocación de tiras*
Cubierta

Una vez culminada la estructura de madera, sobre las vigas superiores se asientan viguetas en la menor luz sobre cada pilar colocado, y sobre cada vigueta de madera se asienta en la parte central un tocho de madera, de 40cm de altura, el cual va a soportar las vigas de la cubierta.

Esta unión entre el tocho y la viga superior se hace a tope, de forma perpendicular y solamente en las soleras superiores de borde para conformar la culata.

Se cruza de tocho a tocho y de forma horizontal, una viga que tendrá la función de cumbrero en el cual se van a asentar las vigas que van a conformar la pendiente de la cubierta.

Se coloca una viga de madera de 12 x 14m de forma inclinada que va desde el cumbrero a la vigueta que está asentada sobre la solera superior, en cuya unión se hace un destaje con la forma de la viga en la que se asienta con el fin de asegurar estos elementos.

Esta inclinación de la viga debe considerarse haciendo que la pendiente esté en un rango del 30-60°, en el caso de las cubiertas de teja, para facilitar la evacuación del agua.

Al colocar esta vigueta de la cubierta se considera, dejar un alero que varía de 60-90cm por lo que la vigueta sobresale esta distancia de la estructura de las paredes al igual que la solera superior como ya se menciona anteriormente.

Sobre las vigas de cubierta se clavan tiras de madera con una separación de 40-80cm de forma horizontal a lo largo de toda la estructura conformada iniciando desde el borde inferior que queda expuesto.

Se teje un entramado de varas de carrizos disponiendo cada vara de forma corrida, es decir sin dejar espacios entre cada una, sobre las tiras colocadas y se amarran con cabuya entre sí, conformando una cama de carrizos.

En algunos casos en la construcción de la cubierta se omite la colocación de las tiras, clavando directamente las varas de carrizo sobre las vigas de cubierta sin dejar juntas y se atan unas a otras con cabuya para conformar una capa firme y sin grietas.

Sobre esta cama de carrizos se coloca barro podrido con el mismo tratamiento que se le da para el barro utilizado en las paredes, es decir, en una proporción 70% barro y 30% paja.

Manualmente se le impregna la mezcla de barro y paja reposada sobre los carrizos de tal manera que se cubra toda la superficie de la cubierta.

Ya sea sobre el barro o sobre la cama de carrizos se procede a asentar las tejas para conformar la cubierta.

El armado de las tejas se lo realiza formando hileras de teja, con teja canal (concavidad hacia arriba) y teja cobija (concavidad hacia

abajo) alternadamente de manera que las teja canal sirva de soporte a la teja cobija. Cada una de ellas, que forman una hilera en sentido vertical para permitir la evacuación del agua.

Para unir las tejas de cada hilera se amarraban con cabuya por los orificios que cada teja posee y esta hilera se fija a tiras de madera o carrizos de apoyo.

Este armado con cabuya se lo realiza desde abajo hacia arriba, para una teja quede sobre otra.

En la parte superior de la cubierta, para cubrir el cumbre se colocan tejas (teja cobija), de forma horizontal una sobre otra.

La culata formada por el levantamiento de la estructura de la cubierta se cubre por una capa de carrizos atados entre sí con cabuya y se reviste con barro podrido de la misma manera que se lo hace en las paredes.

Fuente: Sr. Leonidas Espinoza

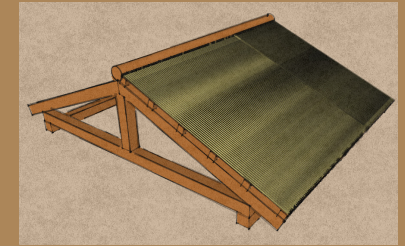


figura 182. Carrizo sobre tiras*
Cubierta

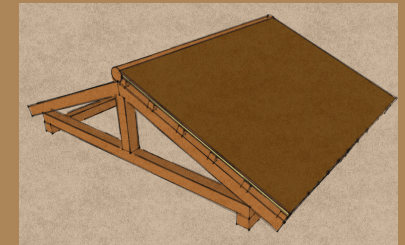


figura 183. Recubrimiento de barro*
Cubierta

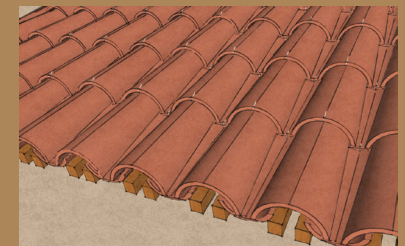


figura 184. Colocación de tejas*
Cubierta

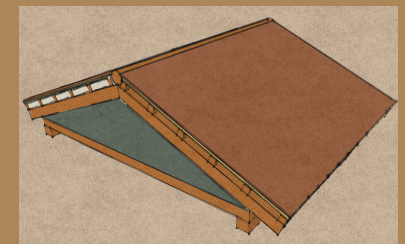


figura 185. Recubrimiento de culata*
Cubierta

**PRUEBAS DE
LABORATORIO
PARA LA
TIERRA**

Pruebas de laboratorio para la tierra



figura 186. Compresión muestra*
Selección de las tierras



figura 187. Viviendas aledañas*
Gualaceo - Azuay



figura 188. Suelo de Paccha*
Cuenca - Azuay



figura 189. Suelo de El Valle*
Cuenca - Azuay

El objetivo de realizar estas pruebas, es determinar las características que posee cada muestra tomada y elegir la más adecuada para ser aplicada en este sistema; para lo cual se ha delimitado el área de análisis a la provincia del Azuay como un referente cercano a nuestra realidad.

De los sitios descritos a continuación se han escogido 6 muestras de suelos, seleccionadas por el método de compresión manual de la muestra, escogidas por la cantidad de las viviendas de bahareque construidas en la zona y la cercanía de estos tipos de suelos a las mismas.

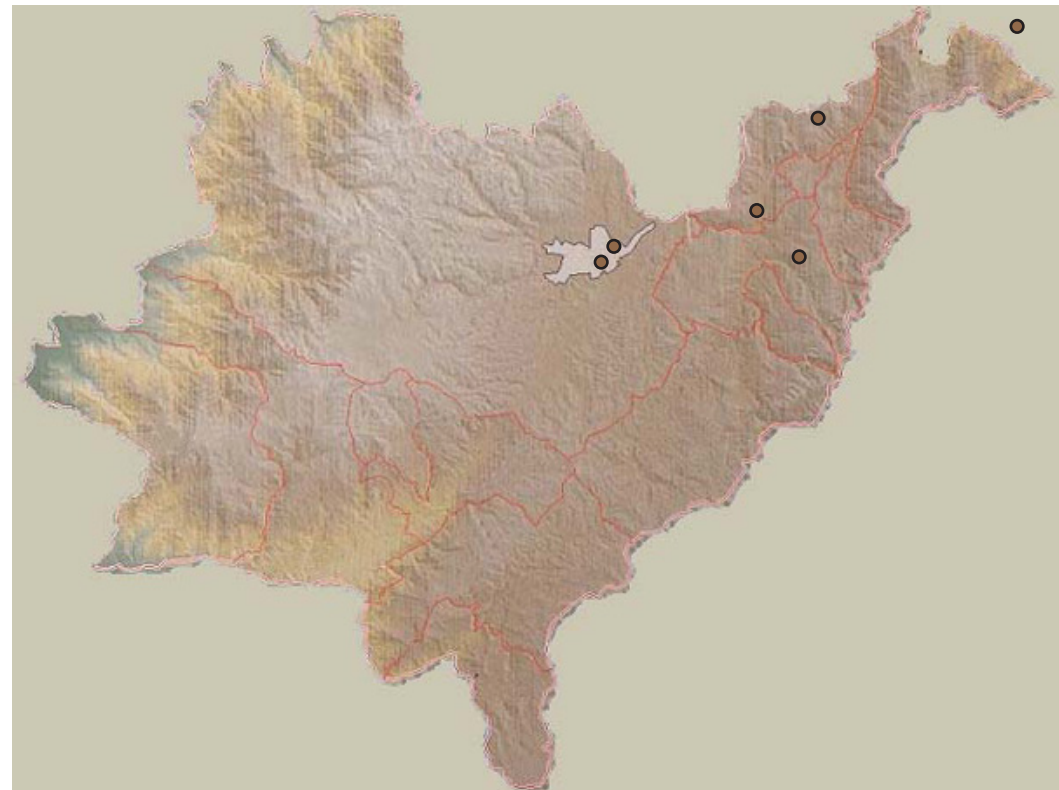


figura 190. Ubicación de las muestras tomadas*
Mapa del Azuay

MUESTRA	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA
01	Azuay	Cuenca	Paccha
02	Azuay	Cuenca	El Valle
03	Azuay	Gualaceo	Bullcay
04	Azuay	Paute	Chicán
05	Azuay	Paute	El Cabo
06	Cañar	Azogues	Azogues

LUGAR	UBICACION	DESCRIPCION
Paccha	Noreste - Cuenca	Zona destinada a la extracción de tierra para Cuenca
El Valle	Sureste - Cuenca	Zona conocida por la presencia de tierra arcillosa
Bullcay	Noroeste - Gualaceo	Zona frecuentemente usada para la extracción de la tierra
Chicán	Suroeste - Paute	Zona considerada para la extracción de tierra para construir
El Cabo	Suroeste - Paute	Zona conocida por la gran cantidad de viviendas de tierra
Javier Loyola	Sur - Azogues	Zona con la presencia de varias viviendas de tierra cruda



figura 191. Suelo de Bullcay*
Gualaceo - Azuay



figura 192. Suelo de Chicán*
Paute - Azuay



figura 193. Suelo de El Cabo*
Paute - Azuay



figura 194. Suelo de J. Loyola*
Azogues - Cañar

Pruebas de laboratorio para la tierra



figura 195. Muestra oprimida*
P. compresión de la muestra



figura 196. Muestra compacta*
P. compresión de la muestra



figura 197. Muestra medida*
P. de sedimentación



figura 198. Capas formadas*
P. de sedimentación

Compresión manual de la muestra (Tabla A)

Secar la muestra al aire libre por 24 horas.

Tomar un puñado y humedecer un poco hasta que se compacte, sin que se pegue en la mano.

Oprimir con fuerza con la mano y abrir. (figura 195 y 196)

Si la muestra mantiene la forma dada, contiene la arcilla necesaria para la construcción.

Si la muestra no mantiene la forma dada, contiene demasiada arena.

Sedimentación (Tabla B)

Secar la muestra al aire libre por 24 horas.

Colocar dentro de una probeta de 1000ml, la cantidad de suelo que llegue a la marca de 5ml. (figura 197)

Llenar la probeta completamente con agua. (figura 197)

Agitar la probeta y dejar reposar por una hora.

Se forman tres capas: arcilla, limo y arena. (figura 198)

Medir la altura de las capas formadas y sacar un porcentaje aproximado de cada una.

Prueba de la textura por el método de Bouyoucos (Tabla C)

Secar la muestra al aire libre por 24 horas, pesar 50gr de suelo molido y colocar en vasos. (figura 199)

Añadir 40ml de floculante y dejar reposar 24 horas, licuar la muestra durante 10 minutos y trasvasar la muestra a una probeta de 1000ml y aforar. (figura 200 y 201)

Agitar por 20 segundos y colocar el densímetro en la probeta, hacer la primera lectura a los 40 segundos. Dejar reposar por 2 horas para tomar la segunda lectura con densímetro sin agitación. (figura 202)

Sacar los porcentajes de arena arcilla y limo y graficarlos en el triángulo de Feret e identificar cada textura. (Anexo-página 162)

$$\% \text{ arena} = 100 - (1 \text{ lect} * 2)$$

$$\% \text{ arcilla} = 2 \text{ lect} * 2$$

$$\% \text{ limo} = 100 - (\% \text{ arena} + \% \text{ arcilla})$$

INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Mecánica de suelos-Límites de consistencia-Determinación del límite líquido-NCh1517/1.Of79. Santiago de Chile, 1999.

A	ARCILLOSO	ARENOSO
01	x	
02	x	
03	x	
04	x	
05	x	
06	x	

B	ARENA	ARCILLA	LIMO
01	32%	24%	44%
02	25%	42%	33%
03	20%	32%	48%
04	33%	42%	25%
05	24%	51%	25%
06	15%	70%	15%

C	1LEC	2LEC	ARENA	ARCILLA	LIMO	TEXTURA
01	37.0	14.0	26%	28%	46%	FRANCO ARCILLOSO
02	39.0	24.0	22%	48%	30%	ARCILLOSO
03	35.5	14.0	24%	35%	41%	FRANCO ARCILLOSO
04	35.5	24.5	29%	49%	22%	ARCILLOSO
05	36.5	24.5	28%	47%	25%	ARCILLOSO
06	41.0	36.0	18%	72%	10%	ARCILLOSO


 figura 199. Muestra molida*
P. de textura

 figura 200. Muestra licuada*
P. de textura

 figura 201. Muestra trasvasada*
P. de textura

 figura 202. Muestra reposada*
P. de textura

Pruebas de laboratorio para la tierra



figura 203. Muestra tamizada*
P. Límite líquido



figura 204. Muestra en cápsula*
P. Límite líquido



figura 205. Muestra pesada*
P. Límite líquido



figura 206. Muestra en estufa*
P. Límite líquido

Límite líquido (Tabla D)

Tomar 100gr de suelo y tamizar por la malla 0.5, añadir agua y dejar reposar 1h. (figura 203)

Colocar en la cápsula y enrasar hasta 10mm en el centro. (figura 204)

Hacer una división con el acanalador en la mitad, dar 2vueltas/sg y contar los golpes para sellarla.

Tomar 10gr en donde se produjo la unión y colocar en un pesafiltro.

Tomar el peso de la muestra y del pesafiltro. (figura 205)

Introducir la pasta en la estufa a 105°C y pesar. (figura 206)

$$LQ = \frac{(Phumeda - Pseca) * 100}{(Pseca - Ppesafiltro)}$$

INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Mecánica de suelos-Límites de consistencia-Determinación del límite líquido-NCh1517/1.Of79. Santiago de Chile, 1999.

Límite plástico (Tabla E)

Tomar 20gr de suelo y tamizada por la malla 0.5, añadir agua en gran cantidad y dejar reposar 1h.

Amasar hasta formar una pasta de consistencia plástica. (figura 207)

Hacer un cilindro de 3mm de diámetro constante con la mano, hasta que se disgregue y no pueda ser reconstituido. (figura 208) Si el cilindro no se disgrega seguir amasando.

Colocar los pedazos del cilindro en un pesafiltro y pesarlos húmedos. (figura 209)

Colocar las muestras en la estufa a 105°C y pesar. (figura 210)

Calcular el límite plástico.

$$LP = \frac{(Phumeda - Pseca) * 100}{(Pseca - Ppesafiltro)}$$

INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Mecánica de suelos-Límites de consistencia- Determinación del límite plástico-NCh1517/2.Of79. Santiago de Chile, 1999.

Índice de plasticidad (Tabla F)

Se denomina así al valor obtenido de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LQ - LP$$

D	GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO PESAFILTRO	LÍMITE LÍQUIDO
01	24	43.15	40.54	33.33	36%
02	30	41.30	37.72	30.00	46%
03	31	42.03	39.29	32.11	38%
04	22	42.76	37.79	32.65	51%
05	30	41.98	37.48	32.16	45%
06	25	42.47	37.44	32.64	50%

E	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO PESAFILTRO	LÍMITE PLÁSTICO
01	41.64	39.80	33.33	28%
02	41.70	38.96	30.00	31%
03	38.94	37.47	32.11	27%
04	41.54	39.37	32.65	32%
05	37.51	36.45	32.16	25%
06	43.05	40.88	32.64	26%

F	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLASTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
01	36	28	8
02	46	31	15
03	38	27	11
04	51	32	19
05	45	25	20
06	50	26	24

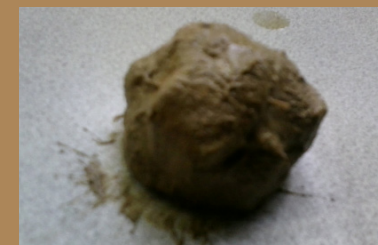


figura 207. Muestra húmeda*
P. límite plástico



figura 208. Muestra en cilindros*
P. límite plástico



figura 209. Muestra pesada*
P. límite plástico



figura 210. Muestra en estufa*
P. límite plástico

Pruebas de laboratorio para la madera



figura 211. Probeta húmeda*
P. de densidad



figura 212. Probeta en la estufa*
P. de densidad

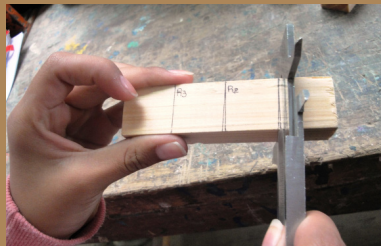


figura 213. Probeta medida*
P. de densidad



figura 214. Probeta pesada*
P. de densidad

Densidad

Cortar probetas prismáticas de sección cuadrada de 25mm y longitud en la dirección de la fibra de 100mm con anillos de crecimiento paralelos a dos caras. (figura 211)

Densidad anhidra (Tabla G)

Secar las probetas gradualmente hasta masa constante evitando su deformación. (figura 212)

Determinar la masa y el volumen una vez enfriadas a temperatura ambiente. (figura 213 y 214)

$$D_{anhidra} = \frac{M_{anhidra}}{V_{anhidra}}$$

Densidad básica (Tabla H)

Determinar el volumen de la madera al estado verde (lo más cercano posible al contenido de humedad). Secar las probetas hasta masa constante y pesar.

$$D_{básica} = \frac{M_{básica}}{V_{básica}}$$

INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Madera: Determinación de la densidad-NCh176/2.Of84. Santiago de Chile, 1999.

Jéssica Pinos S.
Teresa Baculima

Contenido de humedad por el método de la estufa (Tabla I)

Cortar probetas prismáticas de sección cuadrada de 25mm y longitud en la dirección de la fibra de 100mm con anillos de crecimiento paralelos a dos caras. (figura 215)

Pesar la probeta en estado húmedo con una precisión de 0,5% de su masa. (figura 216)

Secar la probeta hasta obtener una masa constante a 103°C. (figura 217)

Enfriar la probeta hasta temperatura ambiente y pesar rápidamente para evitar variaciones mayores a 0,1%. (figura 218)

Calcular el contenido de humedad.

$$H = \frac{M_{húmeda} - M_{seca} * 100}{M_{seca}}$$

Calcular el promedio de los resultados para las probetas individuales para determinar el valor promedio del contenido de humedad.

INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Madera: Determinación de humedad-NCh176/1.Of84. Santiago de Chile, 1999.

G	PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
PINO SECO	36.26	62.94	0.57
PINO HUMEDO	41.98	65.97	0.63
EUCALIPTO SECO	45.74	61.41	0.74
EUCALIPTO HUMEDO	51.41	65.07	0.79

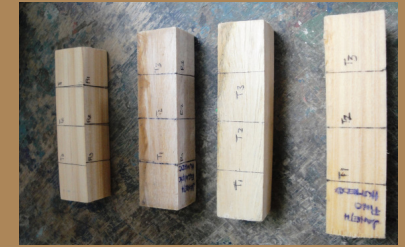


figura 215. Probeta húmeda*
P. contenido de humedad

H	PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
PINO SECO	30.90	59.95	0.51
PINO HUMEDO	27.91	60.83	0.45
EUCALIPTO SECO	34.15	55.03	0.62
EUCALIPTO HUMEDO	36.01	58.33	0.61

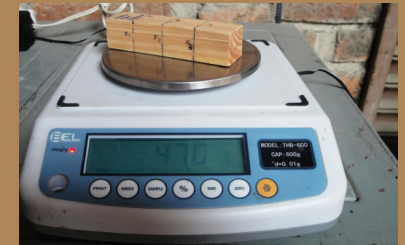


figura 216. Probeta pesada*
P. contenido de humedad



figura 217. Probeta seca*
P. contenido de humedad

I	MASA HUMEDA	MASA SECA	CONTENIDO DE HUMEDAD
PINO SECO	36.26	30.90	17%
PINO HUMEDO	41.98	27.91	50%
EUCALIPTO SECO	45.74	34.15	34%
EUCALIPTO HUMEDO	51.41	36.01	43%



figura 218. Probeta seca pesada*
P. contenido de humedad

Pruebas de laboratorio para la madera

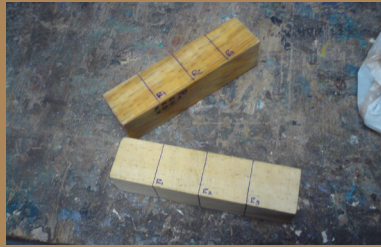


figura 219. Probeta húmeda*
P. de contracción



figura 220. Medida radial*
P. de contracción



figura 221. Medida tangencial*
P. de contracción



figura 222. Medida longitudinal*
P. de contracción

Contracción radial, tangencial y longitudinal (Tabla J y K)

Cortar probetas prismáticas de sección cuadrada de 25mm y longitud en la dirección de la fibra de 100mm con anillos de crecimiento paralelos a dos caras. (figura 219)

Medir en cada probeta las dimensiones radial, tangencial y longitudinal de las probetas húmedas, es decir en estado natural. (figura 220, 221 y 222)

Secar las probetas hasta obtener una masa constante en la estufa a una temperatura de 103°C.

Enfriar la probeta hasta temperatura ambiente en un desecador y pesar rápidamente para evitar variaciones mayores a 0,1% en el contenido de humedad. (figura 223)

Medir en cada probeta las dimensiones radial, tangencial y longitudinal de las probetas secadas en la estufa. (figura 224, 225 y 226)

Contracción radial (Tabla L)

Se calcula en base a la fórmula

$$CR = \frac{R1 - R2 * 100}{R1}$$

Contracción tangencial (Tabla L)

Se calcula en base a la fórmula

$$CT = \frac{T1 - T2 * 100}{T1}$$

Contracción longitudinal (Tabla L)

Se calcula en base a la fórmula

$$CL = \frac{L1 - L2 * 100}{L1}$$

Hinchamiento radial (Tabla M)

Se calcula en base a la fórmula

$$HR = \frac{Rseca1 - Rhumeda1 * 100}{Rseca1}$$

Hinchamiento tangencial (Tabla M)

Se calcula en base a la fórmula

$$HT = \frac{Tseca1 - Thumeda1 * 100}{Tseca1 * 100}$$

INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). *Madera*: Determinación de la contracción radial y tangencial-NCh176/3. Of84. Santiago de Chile, 1999.

J	RADIAL ₁	TANGENCIAL ₁	LONGITUD ₁
PINO SECO ₁	25.20	24.88	100.40
PINO HUMEDO ₁	25.53	25.48	101.50
EUCALIPTO SECO ₁	24.82	24.62	100.50
EUCALIPTO HUMEDO ₁	25.10	25.67	100.00

K	RADIAL ₂	TANGENCIAL ₂	LONGITUD ₂
PINO SECO ₂	24.83	23.93	100.90
PINO HUMEDO ₂	24.27	25.00	101.50
EUCALIPTO SECO ₂	23.68	23.08	100.70
EUCALIPTO HUMEDO ₂	23.98	24.12	100.90

L	CONTRAC. RADIAL	CONTRAC. TANGENCIAL	CONTRAC. LONGITUDINAL
PINO SECO	1%	4%	0.5%
PINO HUMEDO	5%	2%	1%
EUCALIPTO SECO	5%	6%	0.2%
EUCALIPTO HUMEDO	4%	6%	0%

M	HINCHAMIENTO RADIAL	HINCHAMIENTO TANGENCIAL
PINO ₁	1%	2%
EUCALIPTO ₁	1%	4%
PINO ₂	2%	4%
EUCALIPTO ₂	1%	5%

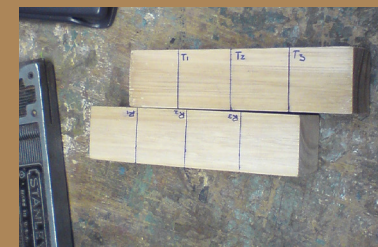
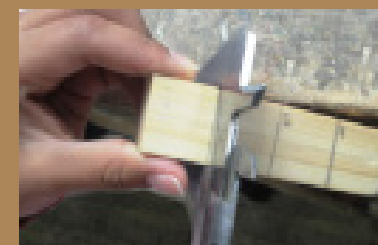

 figura 223. Probeta seca*
P. de contracción

 figura 224. Medida radial *
P. de contracción

 figura 225. Medida tangencial*
P. de contracción

 figura 226. Medida longitudinal*
P. de contracción

Resultados y conclusiones

Después de realizar las pruebas en el laboratorio de la tierra y la madera, y analizar los resultados obtenidos, se seleccionan los que se encuentren dentro de los requerimientos para cada material.

La tierra a ser utilizada debe tener las siguientes características:

- El contenido de arcilla debe ser del 65-75%, un valor elevado, debido que la arcilla tiene una gran plasticidad y adherencia, y una alta consistencia cuando está seca, factores que provocan que la tierra sea maleable y compacta.
- El límite líquido es del 40-60%, debe ser un valor intermedio ya que es el paso de la tierra de estado líquido a estado plástico, y es donde se pierde fluidez, es decir el agua que contiene, pero la tierra aún es moldeable y no genera grietas.
- El límite plástico es del 5-30%, un valor bajo debido que es el paso de la tierra de estado plástico a estado semisólido, y es donde se continúa perdiendo agua y se dificulta la deformación de la tierra produciendo que genere grietas y se desmone.

	ARENA	ARCILLA	LIMO	TEXTURA	L. L.	L. P.	I. P.
01	26-32%	24-28%	44-46%	F. ARCILLOSO	36%	28%	8%
02	22-25%	48-42%	30-33%	ARCILLOSO	46%	31%	15%
03	20-24%	32-35%	41-48%	F. ARCILLOSO	38%	27%	11%
04	29-33%	42-49%	22-25%	ARCILLOSO	51%	32%	19%
05	24-28%	47-51%	25%	ARCILLOSO	45%	25%	20%
06	15-18%	70-72%	10-15%	ARCILLOSO	50%	26%	24%



- El índice de plasticidad es del 20-50% que es un valor medio bajo, ya que es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, y es donde el cambio del contenido de humedad en la tierra es mínimo.

En cuanto a las pruebas realizadas con la tierra, podemos concluir que de las seis muestras tomadas, la tierra proveniente de la ciudad de Azogues (Muestra 06) es apta para la construcción en bahareque, ya que cumple con todas las condiciones mencionadas y son enumeradas a continuación.

En la prueba de la compresión manual de la muestra se obtuvo que la tierra es arcillosa, debido que la muestra es maleable y no se desmorona.

En la prueba de sedimentación de la tierra se determina que la muestra contiene 15% de arena, 70% de arcilla y 15% de limo, con lo cual el porcentaje de arcilla se encuentra dentro del rango requerido.

En la prueba de la textura por el método de Bouyoucos dio como resultado 18% de arena, 72% de arcilla y 10% de limo en su composición, siendo estos valores más exactos y confirman el porcentaje de arcilla obtenido en la prueba anterior.

En la prueba del límite líquido (L.L.) se obtuvo un porcentaje del 50%, lo que indica que la muestra posee un hinchamiento medio.

En la prueba del límite plástico (L. P.) se calcula un porcentaje del 26%, siendo un suelo plástico.

El índice de plasticidad (I. P.) tiene un valor de 24%, que reafirma que el suelo tiene un hinchamiento medio.

En conclusión, para obtener las características requeridas para usar la tierra como revestimiento se deben realizar las pruebas de laboratorio, de las cuales se sabe que el contenido de arcilla debe ser alto, el límite líquido medio y el límite plástico bajo.

Resultados y conclusiones

Al realizar y analizar las pruebas de la madera bajo la dirección del Arq. Felipe Quezada, se obtiene que los resultados del pino y el eucalipto son similares, presentando pequeñas variaciones que son despreciables, por lo que las dos especies de madera presentan las mismas condiciones así como requerimientos.

La madera a ser utilizada debe tener las siguientes características:

- La densidad básica debe estar entre 0.60-0.80, que determinan una madera muy dura apropiada para uso estructural en la construcción.
- El contenido de humedad debe ser del 3%, un valor bajo ya que se refiere a la relación de la cantidad de agua y el volumen, sabiendo que mientras menor agua existe dentro de la madera aumenta su resistencia.

	D. A.	D. B.	C. H.	C. R.	C. T.	C. L.
PINO SECO	0.57	0.51	17%	1%	4%	0.5%
PINO HUMEDO	0.63	0.45	50%	5%	2%	1%
EUCALIPTO SECO	0.74	0.62	34%	5%	6%	0.2%
EUCALIPTO HUMEDO	0.79	0.61	43%	4%	6%	0%

	HINCHAMIENTO RADIAL	HINCHAMIENTO TANGENCIAL
PINO ₁	1%	2%
EUCALIPTO ₁	1%	4%
PINO ₂	2%	4%
EUCALIPTO ₂	1%	5%



- La contracción admite una variación de dimensiones de 0-2%, un porcentaje bajo ya que la reducción de dimensiones debe ser mínima.
- El hinchamiento admite una variación de dimensiones de 0-2%, porque el aumento de dimensiones también debe ser el menor posible.

Pese a que se puede utilizar las dos maderas, se considera el eucalipto, ya que es una especie abundante en el Azuay y según sus resultados descritos a continuación, es apta para la construcción.

En la densidad básica (D. B.) la muestra seca es 0.62 y la húmeda 0.61, demostrando que las piezas secas son más densas y por lo tanto más resistentes.

En el contenido de humedad (C. H.) la muestra seca posee 34% y la húmeda 43%, siendo valores altos que afectan su resistencia.

En la prueba de contracción radial

(C. R.) la muestra seca tiene 5% y la húmeda 4%, demostrando que es mayor en las piezas secas.

En la prueba de contracción tangencial (C. T.) la muestra seca posee 6% y la húmeda también 6%, siendo un valor elevado, convirtiéndose en la dimensión que presenta mayor variación.

En la prueba de contracción longitudinal (C. L.) la muestra seca tiene 0.2% y la húmeda 0%, siendo la menor variación de dimensiones por la disposición de las fibras.

En la prueba del hinchamiento radial la muestra posee 1%, siendo un valor bajo en comparación al hinchamiento tangencial de 4%.

En conclusión, para obtener las características requeridas para el uso de la madera se deben realizar pruebas de laboratorio, de las cuales se sabe que la densidad debe ser alta, el contenido de humedad bajo y tanto la contracción como el hinchamiento deben ser los valores más bajos posibles.

**MATERIALES
DE
CONSTRUCCION
ACTUALES**



figura 227. Tejido aislante*
F. artificiales minerales



figura 228. Lana (Biodegradable)*
F. artificiales celulósicas



figura 229. Cerdas*
F. artificiales proteínicas



figura 230. Hilo fino*
F. artificiales algínicas

Fibras artificiales

Las fibras artificiales se obtienen a partir de transformaciones químicas entre diferentes materias naturales con sustancias artificiales, estas se clasifican en dos grupos según su procedencia:

Fibras artificiales

Son las fibras que se fabrican a partir de un proceso de transformación química de productos naturales.

Dentro de esta clasificación están las fibras minerales (oro y plata, fibra de vidrio, amianto), fibras celulósicas (rayón), fibras proteínicas (fibrolana, lanital y vícara) y fibras algínicas (rayon alginato)

Por su parte las fibras minerales se dividen a su vez en las fibras metálicas, cuyas características son gran resistencia al calor y una textura lisa, poseen gran flexibilidad y facilidad de manipulación.

Son por estas razones que hemos considerado el alambre de amarre, un material formado por fibras me

tálicas, como reemplazo de la cabuya (fibra natural) utilizada para amarrar las varas de carrizo unas a otras en la técnica del bahareque tradicional.

Esta modificación se hace con el propósito de mejorar el amarre entre estos elementos, ya que con el paso del tiempo la cabuya se deteriora y se desintegra, debido a diferentes factores, produciendo desestabilidad y el movimiento de los carrizos, causando fisuras y desprendimiento del material del revestimiento.

Fibras sintéticas

Son las fibras que se elaboran a través de la polimerización, en este grupo se encuentran las fibras minerales, de las cuales las más importantes son las fibras de vidrio, las fibras de poliadición, que a su vez se subdividen en fibras polivinílicas, polietilénicas, poliuretano y polipropilénicas; y las fibras de policondensación que pueden ser fibras poliamídicas y fibras de poliéster.

Dentro de las fibras poliamídicas se encuentra el nailon que es una fibra muy resistente, delgada, liviana, flexible e inmune al ataque de los insectos, polillas y mohos.

Su aplicación en la técnica del bahareque consiste en el amarre de las varas de carrizo entre sí como reemplazo de la cabuya.

Al igual que el alambre de amarre

mejora la uniones amarradas, otorgando mayor firmeza y resistencia.

El uso de las fibras artificiales en la técnica del bahareque va dirigido directamente al mejoramiento de los tabiques, ya que con la actualización de materiales se consigue una mayor accesibilidad a los mismos, mayor durabilidad y resistencia de las construcciones tradicionales.

VENTAJAS	
	Son resistentes y durables
	Son flexibles y livianas
	Son inmunes al ataque de insectos
	Son resistentes al desgaste
	Disminuye su fragilidad de la pared que conforma

DESVENTAJAS	
	No son materiales naturales
	Vulnerable a la exposición prolongada de la luz
	Son deformables a altas temperaturas



figura 231. Alambre de amarre*
F. sintéticas minerales



figura 232. Amarre con alambre*
Aplicación



figura 233. Hilo nylon*
F. sintéticas poliamídicas



figura 234. Amarre con nylon*
Aplicación

Aditivos



figura 235. Planta de sábila*
Resina natural



figura 236. Baba de sábila*
Resina natural

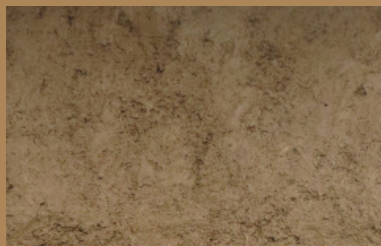


figura 237. Tierra con sábila*
Aplicación



figura 238. Cola blanca*
Resina sintética

En la búsqueda de materiales actuales que contribuyan al mejoramiento del sistema constructivo en bahareque hemos considerado la inclusión de los diferentes aditivos tanto naturales como artificiales existentes actualmente, los cuales serán aplicados en el revestimiento de barro.

Ya que los aditivos son sustancias que se agregan a una mezcla con el propósito de mejorar sus propiedades, hemos considerado las resinas como sustancias que garantizan y aumentan la adherencia del barro a la estructura sobre la que se aplica.

Las resinas se clasifican en dos grandes grupos que abarcan varios productos.

Resina natural

Es una sustancia orgánica sólida o de consistencia pastosa, insoluble en el agua, obtenida naturalmente de la secreción que fluye de varias plantas, particularmente de árboles del tipo conífera.

(Fundación Wikimedia Inc., 2013)

Como sustancia considerada como resina natural está la “baba” de sábila, que por su efecto coagulante, es decir que tiene la capacidad de semisolidificar una sustancia, funciona como un elemento que compacta el barro de las paredes e impide su desmoronamiento.

Su aplicación en el bahareque se da al momento de mezclar el barro, se añade esta “baba” de la sábila en una proporción 1:3 hasta formar una pasta espesa, obteniendo como resultado una pared que no produce desprendimientos ni fisuras.

Cabe señalar que la obtención de este producto natural se vuelve dificultoso debido a que el proceso de extracción tanto de la planta como de esta “baba” que se utiliza, se lo realiza en un tiempo prolongado, y al requerir su aplicación en un área relativamente grande, demanda una mayor cantidad de este producto para su aplicación y por lo tanto mayor tiempo de extracción.

Es por esto que a pesar de que la

sábila mejora la adherencia del barro en el tabique no se justifica su extracción en grandes cantidades ya que se invierte demasiado tiempo en esta actividad.

Resina sintética

Es una sustancia sintética de consistencia sólida o pastosa, cuyas propiedades son similares a las resinas naturales y que ha ido reemplazando prácticamente el uso de éstas.

(Fundación Wikimedia Inc., 2013)

Dentro de las resinas sintéticas podemos destacar la cola blanca que debido a su consistencia y su composición química se convierte en una excelente sustancia que mejora la adherencia de los elementos en los que se aplica.

Su aplicación en el sistema de bahareque se aplica después de impactar el barro mezclado con paja sobre el carrizo, y se lo realiza pasando una capa de cola blanca mezclada con agua y cemento en proporción 2:1:1, como acabado fi-

nal, ésta le otorga mayor compactación a la mezcla.

Por otra parte, otra resina sintética es la epóxica cuya principal propiedad es poseer una alta adhesión, lo que facilita la unión entre elementos.

En este caso el adhesivo epóxico se ocupa en el sobrecimiento, ya que una vez construido el mismo se realizan perforaciones, donde se introducirán varillas, las cuales son rellenadas con este producto como elemento pegante entre el sobrecimiento y las varillas introducidas.

De esta manera se garantiza la unión de la cimentación con la estructura del sistema constructivo colocada posteriormente.

Como se puede apreciar los usos de los aditivos, específicamente las resinas mejoran el comportamiento y eliminan los problemas que presenta esta técnica debido a la naturaleza de los materiales tradicionales usados.



figura 239. Mezcla de cola blanca*
Resina sintética



figura 240. Tierra con cola blanca*
Aplicación



figura 241. Adhesivo epóxico*
Resina sintética



figura 242. Sobrecimiento*
Aplicación

Uniones de acero

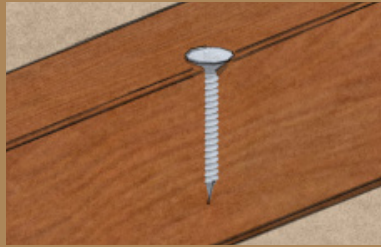


figura 243. Unión clavada*
Uniones de acero



figura 244. Unión empernada*
Uniones de acero



figura 245. Unión atornillada*
Uniones de acero



figura 246. Conectores metálicos*
Uniones de acero

Para el mejoramiento y sistematización de las uniones en la estructura de madera en el sistema en bahareque se han considerado las siguientes opciones eficientes y actuales.

Uniones clavadas

Para mejorar las uniones clavadas se propone reemplazar los clavos lisos usados tradicionalmente por clavos helicoidales que proporcionan una mayor sujeción.

Este tipo de uniones son aplicadas en la unión de vigas y tabiques estructurales.

Uniones empernadas

Son utilizadas en el anclaje de elementos debido que están diseñadas para soportar cargas pesadas y concentradas.

Estas uniones son aplicadas en el sobrecimiento como elemento de unión entre el tabique y el sobrecimiento.

Uniones atornilladas

Estas uniones son usadas como elementos de fijación entre los conectores metálicos y las piezas de

madera, ya que su sujeción es más firme y estable debido a su forma, además su anclaje se hace directamente o indirectamente mediante el uso de arandelas.

Su aplicación está en la unión de vigas y tabiques estructurales.

Conectores metálicos

Son aquellos elementos metálicos de unión que van colocados en el área de contacto de las piezas de madera. Estos elementos son introducidos parcialmente en cada cara y se fijan definitivamente por medio de pernos.

Los conectores aumentan la resistencia de las uniones estructurales y son fáciles de colocar. Son usadas en la unión entre vigas y el cimiento.

Uniones con pletinas

Son planchas metálicas lisas con perforaciones para tornillos o pernos, que son utilizados como elemento de unión entre piezas de madera.

Son usadas en la unión entre elementos estructurales.

(Cárdenas del Carpio, 1980)

UNIONES ATORNILLADAS Y EMPERNADAS	
Directamente	Insertadas directamente sobre la pieza de madera
Indirectamente	Insertadas mediante arandelas sobre la pieza de madera

CONECTORES METALICOS	
Gancho en J	Perno de acero galvanizado sujetado mediante tuercas
Gancho en 90°	Perno en L de acero galvanizado sujetado por tuercas

UNIONES CON PLETINAS	
Estribos con alas	Placas de acero galvanizado de 2mm de espesor
Pies de pilar tradicional	Platinas de acero galvanizado de 2.5mm de espesor
Placas perforadas	Placas de acero galvanizado de 2mm de espesor
Herrajes	Platinas de acero galvanizado de 2mm de espesor

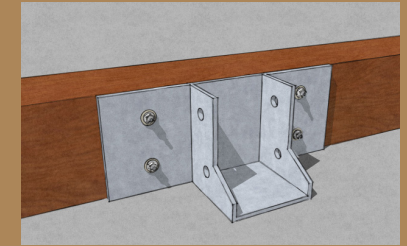


figura 247. Estribos con alas*
Uniones de acero

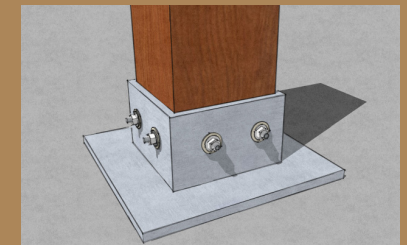


figura 248. Pies de pilar tradicional*
Uniones de acero

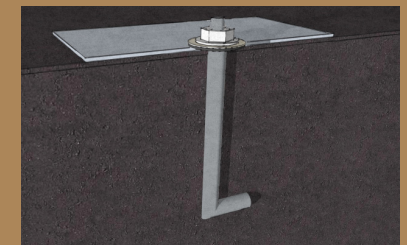


figura 249. Gancho en 90°*
Uniones de acero

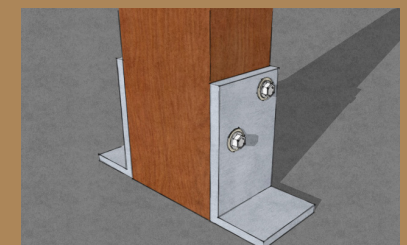


figura 250. Placas perforadas*
Uniones de acero

**PROPUESTAS
PARA EL
MEJORAMIENTO
DEL
SISTEMA
CONSTRUCTIVO**

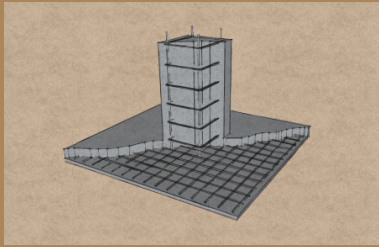


figura 251. Zapatas aisladas*
Cimentación directa

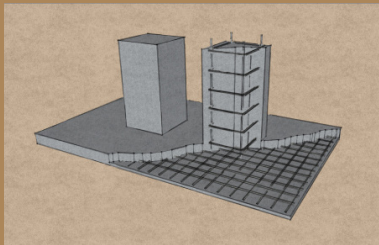


figura 252. Zapatas combinadas*
Cimentación directa

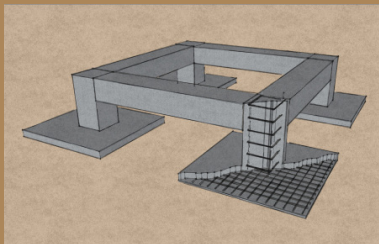


figura 253. Emparrillados*
Cimentación directa

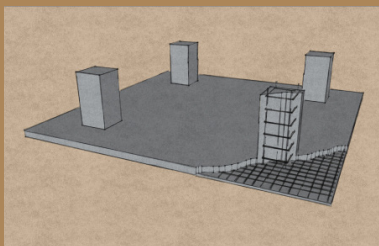


figura 254. Losas*
Cimentación directa

Antecedentes

Previo al mejoramiento de la cimentación del bahareque es necesario conocer las posibles soluciones para cada tipo de suelo.

Cimentación directa

Es una cimentación que se realiza a poca profundidad cuando el suelo tiene una resistencia alta y se clasifica en cuatro grupos:

Zapatas aisladas (figura 251)

Son piezas de hormigón armado de planta cuadrada o rectangular. Se utilizan cuando el terreno es firme, con presiones medias-altas.

Zapatas combinadas (figura 252)

Este tipo de cimentación se usa

cuando las zapatas aisladas están cerca una de la otra.

Emparrillados (figura 253)

Están formados por varias zapatas corridas entrecruzadas en malla ortogonal. Al quedar reunidos todos los apoyos de la estructura en una sola cimentación se podrá conseguir una considerable rigidización.

Losas (figura 254)

Las losas se emplean cuando la superficie de las zapatas cubren la superficie total, conformando un solo elemento.

Cimentación en pozo (figura 259)

Es una cimentación está entre las

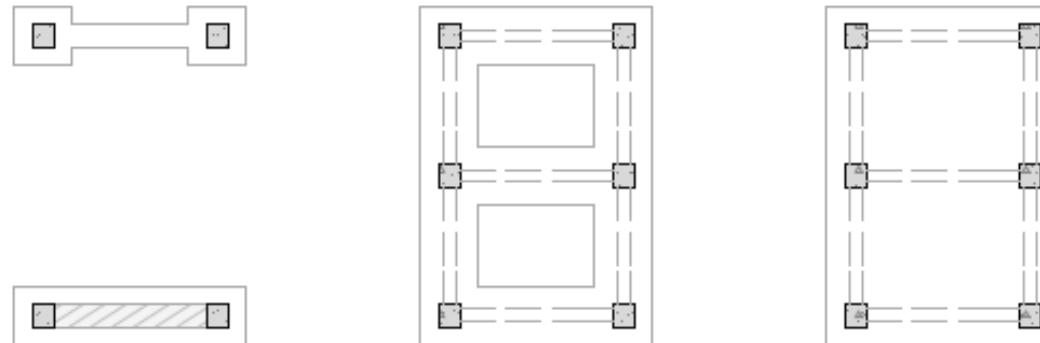


figura 255. Cimentación directa*
Tipos de cimentación

cimentaciones profundas y las superficiales. Se usa cuando la resistencia del suelo no es alta, requiriendo una cimentación a una profundidad media.

Cimentación profunda (figura 260)

Este tipo de cimentación se emplea en suelos cuyas capas superiores poseen baja resistencia, por lo que es necesario penetrar hasta alcanzar suelo estable. Se considera cimentación profunda cuando la altura del cimientto es ocho veces su ancho.

Pantallas (figura 261)

Este tipo de cimentación se usa

para contener la tierra cuando se necesita hacer excavaciones verticales. Estos elementos soportan estructuras que son inestables.

Muros (figura 262)

Se usan para contener la tierra cuando se necesita soportar el cambio de niveles del terreno, recibiendo las cargas laterales de la tierra que está conteniendo.

Anclajes

Son elementos estructurales de apoyo que colaboran a la estabilidad y resistencia tanto de pantallas como de muros.

(Tenorio, 2006)

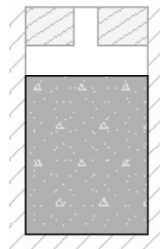


figura 256. Cimentación en pozo*
Tipos de cimentación

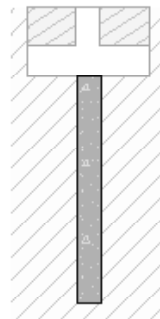


figura 257. Cimentación profunda*
Tipos de cimentación

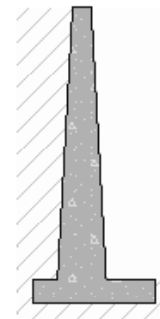


figura 258. Pantallas*
Tipos de cimentación

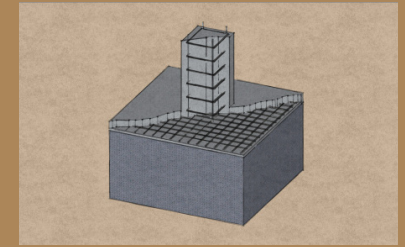


figura 259. Cimentación en pozo*
Tipos de cimentación

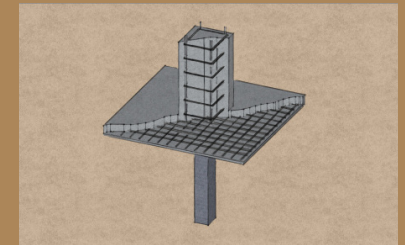


figura 260. Cimentación profunda*
Tipos de cimentación

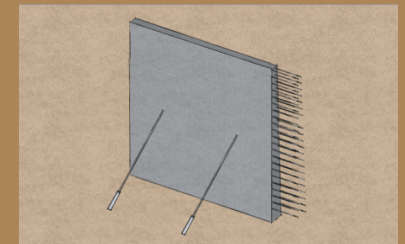


figura 261. Pantalla*
Tipos de cimentación

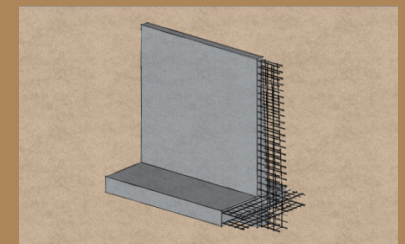


figura 262. Muro*
Tipos de cimentación

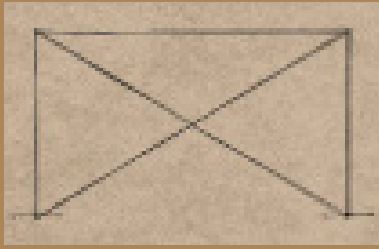


figura 263. Pórtico concéntrico en cruz*
Tipos de pórticos arriostrados



figura 264. P. concéntrico en diagonal*
Tipos de pórticos arriostrados

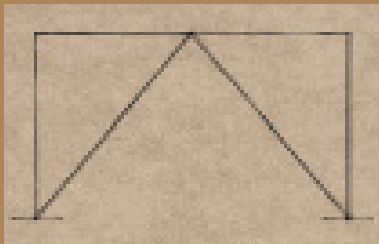


figura 265. P. concéntrico V invertida*
Tipos de pórticos arriostrados

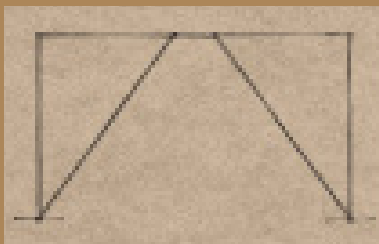


figura 266. Pórtico excéntrico 1*
Tipos de pórticos arriostrados

Antecedentes

Para el mejoramiento de la estructura de madera en este sistema en bahareque se debe realizar previamente un análisis de su comportamiento ante las fuerzas externas y la deformación que produce.

Los pórticos son estructuras entramadas planas que combinan elementos verticales (pilares) y elementos horizontales (vigas) unidos mediante nudos rígidos.

Una unión rígida produce la flexión conjunta de ambos elementos (pilares y vigas) frente a cargas gravitatorias y horizontales, incrementando la rigidez y reduciendo la deformación.

Vigas

Las vigas son elementos estructurales lineales que trabajan principalmente a flexión, salvando un vano. Transfieren las cargas de los elementos que apoyan en ellas (forjados, apoyos puntuales) a los soportes. El tipo de unión de la viga y el soporte condiciona su comportamiento (momentos positivos o

negativos).

Pilares

Los pilares son elementos estructurales lineales que trabajan principalmente a compresión. Recogen las cargas de las vigas o losas y las transfieren a la cimentación. La excentricidad de las cargas (desplazadas respecto al eje mecánico) y el tipo de unión (empotramientos) producen esfuerzos de flexión (y de cortante).

Nudos

La transferencia de carga de las vigas a los pilares se realiza en el nudo (encuentro entre ambos elementos). Requiere de un desarrollo espacial que permita el paso de la carga (una parte del pilar y de la viga). El comportamiento de las vigas depende del grado de empotramiento en el nudo, y éste del tipo de unión con los pilares (apoyo, articulado o rígido). En las estructuras de nudos rígidos (pórticos) pilares y vigas trabajan conjuntamente (giro de los nudos).

(Barluenga, 2013)

La primera solución para estas estructuras es rigidizar las uniones en las esquinas mediante elementos metálicos que transmiten los esfuerzos uniformemente a la viga y al pilar, para equilibrar los nudos.

La segunda es colocar diagonales de la esquina superior a la inferior, en los dos sentidos, para evitar la deformación, creando fuerzas diagonales que se oponen a las verticales y horizontales. (fig 263)

Los pórticos con arriostramientos concéntricos deben ser diseñados usando la capacidad de resistencia a carga axial y el detallado de los

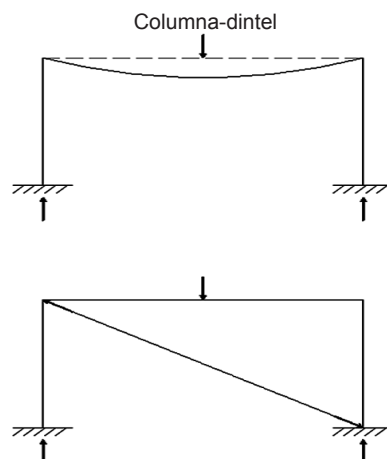


figura 267. Estructura sometida a esfuerzos*
Esquema de comportamiento

miembros para permitir la formación de articulaciones plásticas en los extremos de los arriostramientos cuando éste pandea fuera de su plano.

Los pórticos con arriostramientos excéntricos poseen las ventajas de los pórticos con conexiones de momento y la de los pórticos con arriostramientos concéntricos. Pueden absorber más energía sísmica que un pórtico arriostrado a la vez que son más rígidos que los pórticos con conexiones de momento y por lo tanto menos desplazables lateralmente.

(Docentes de la ULA. 2011)

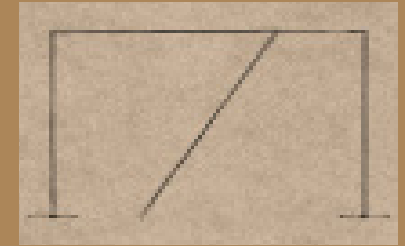
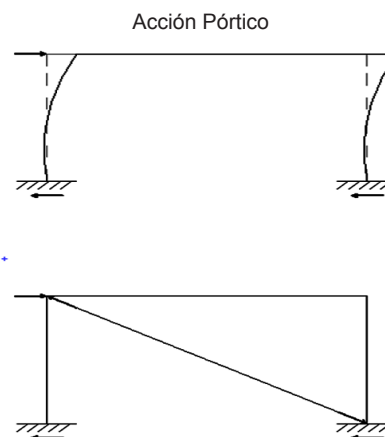


figura 268. Pórtico excéntrico 2*
Tipos de pórticos arriostrados

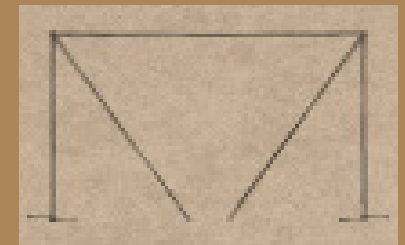


figura 269. Pórtico excéntrico 3*
Tipos de pórticos arriostrados



figura 270. Pórtico excéntrico 4*
Tipos de pórticos arriostrados

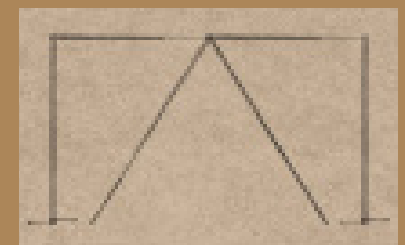


figura 271. Pórtico excéntrico 5*
Tipos de pórticos arriostrados

Cimentación

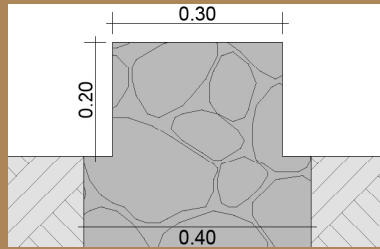


figura 272. Sobrecimiento*
Propuesta 1

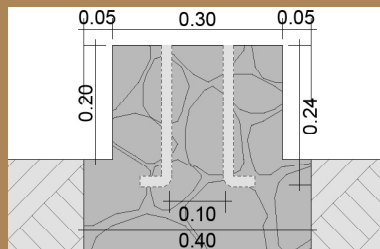


figura 273. Perforaciones*
Propuesta 1

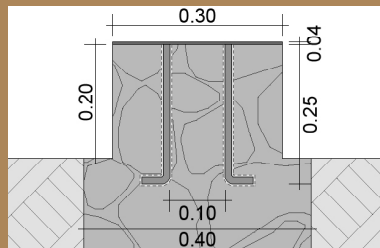


figura 274. Placa metálica*
Propuesta 1

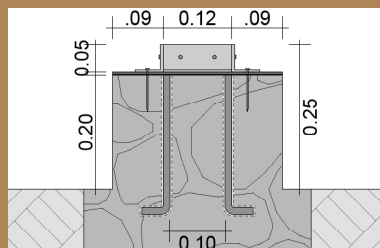


figura 275. Perfiles L*
Propuesta 1

Propuesta 1

Se realiza una excavación de la zanja para el cimiento de 40 x 70cm.

Se construye un replantillo de piedra de 40 x 40cm y cuyo espesor es de 10cm y se encofra el cimiento en la zanja de 40 x 60cm.

Se introduce en la zanja piedras de diámetro variable entre 20-30cm y se vierte el hormigón ciclópeo con 1 parte de cemento, 2 arena y 3 grava.

Se encofra el sobrecimiento de 20 x 30cm, se introducen y fijan las cuatro varillas de diámetro 12mm, longitud 25cm y 5cm de gancho y se vierte el hormigón ciclópeo 1:2:3.

Se coloca una pintura asfáltica en un área de 30 x 30cm.

Se asienta una placa metálica de 30 x 30cm y 4mm de espesor.

Se suelda la placa metálica a cada varilla y se colocan cuatro perfiles L de 5 x 5cm, formando un cuadrado de 12cm de lado.

Se introducen dos clavos de cabeza plana de 11/2" (3.81cm) en cada perfil con una interdistancia de 10cm.

Se coloca pintura asfáltica en el extremo del pilar de eucalipto de 12 x 12cm y 2.40m de longitud.

Se introduce este extremo en la caja formada por perfiles.

Se insertan dos clavos desde el perfil hacia el pilar con una interdistancia de 10cm.

Se apisona y nivela la tierra formando una capa de 10cm.

Se funde una losa de hormigón de 10cm y se añade pigmentos a la superficie.

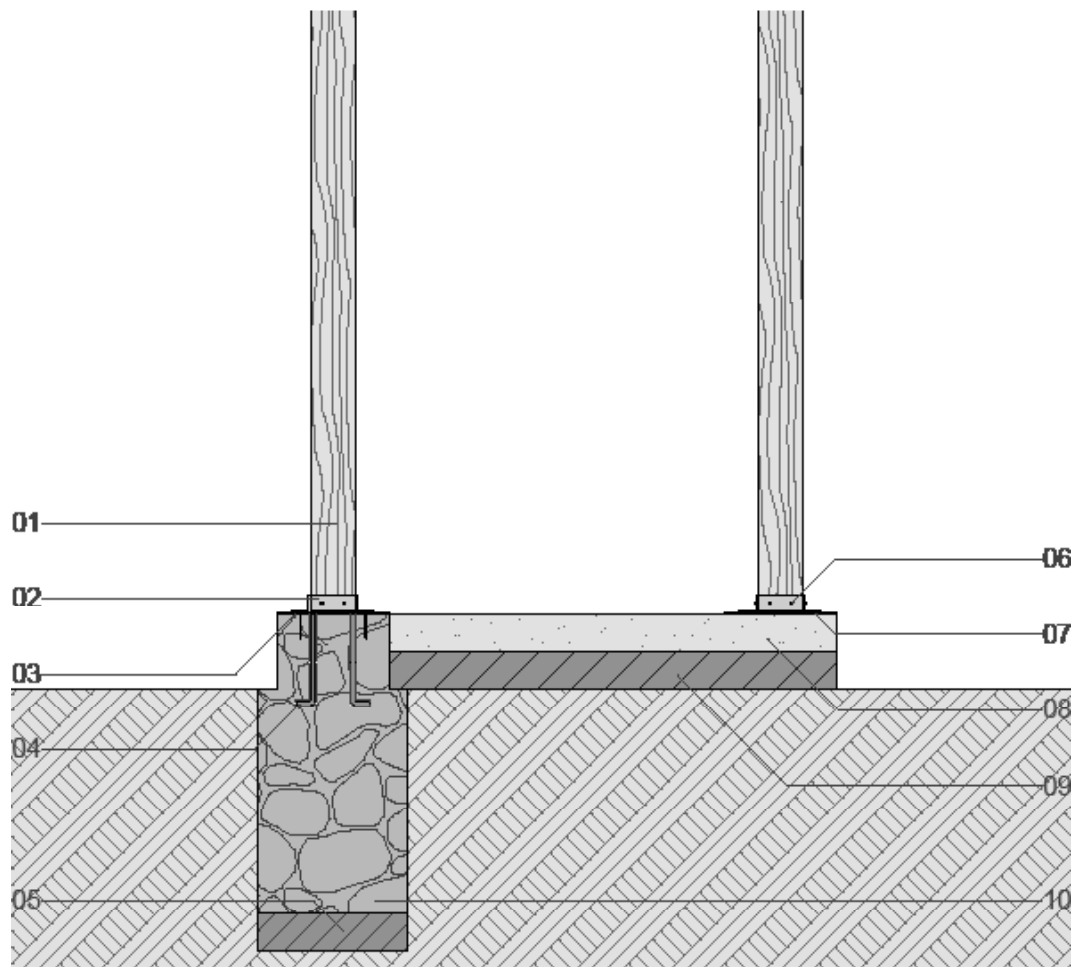
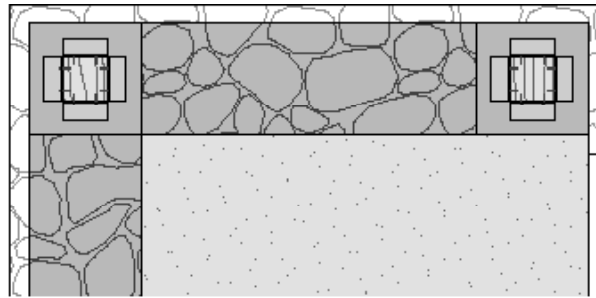


Figura 277. Detalle 01*
Propuesta 1

L E Y E N D A

- 01 pilar de madera 12 x 12cm l = 2.40m
- 02 perfil metálico L 5 x 5cm e = 5mm
- 03 placa metálica 30 x 30cm e = 5mm
- 04 varilla corrugada $\varnothing = 12\text{mm}$ con relleno epóxico
- 05 replantillo de piedra 40 x 40cm e = 10cm
- 06 clavo de cabeza plana 1 1/2" (3.81cm)
- 07 capa impermeabilizante de pintura asfáltica
- 08 replantillo de hormigón con ácidos e = 10cm
- 09 tierra apisonada y nivelada e = 10cm
- 10 cimiento de hormigón ciclópeo 40 x 60cm

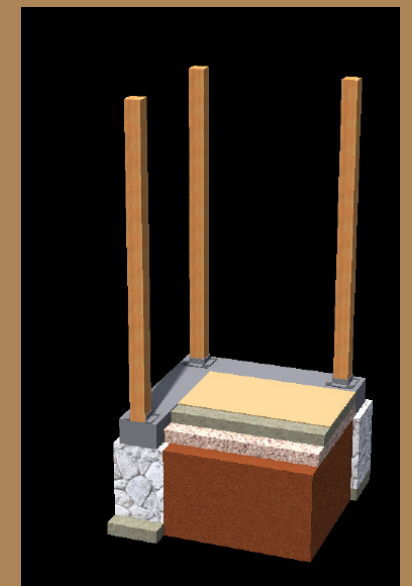


figura 278. Perspectiva 01*
Propuesta 1

Cimentación

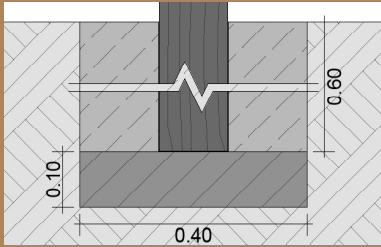


figura 279. Replanto de piedra*
Propuesta 2

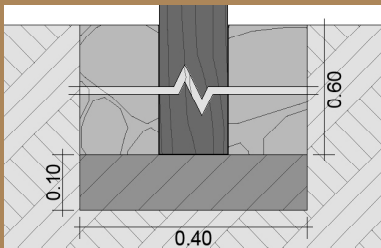


figura 280. Pilar impermeabilizado*
Propuesta 2

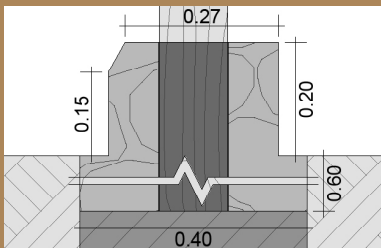


figura 281. Sobrecimiento*
Propuesta 2

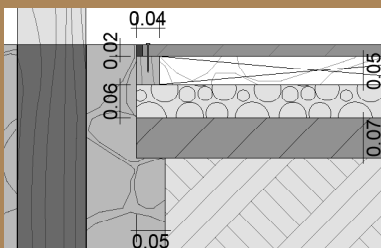


figura 282. Piso de madera*
Propuesta 2

Propuesta 2

Se realiza una excavación de la zanja para el cimiento de 40 x 70cm.

Se construye un replanto de piedra de 40 x 40cm y cuyo espesor es de 10cm.

Se encofra el cimiento en la zanja de 40 x 60cm.

Se coloca pintura asfáltica en el extremo inferior del pilar de madera de eucalipto de 12 x 12cm y 3.00m de longitud.

Se introduce en la zanja piedras de diámetro variable entre 20-30cm como base para asentar el pilar.

Se coloca 40cm del pilar de madera impermeabilizado en el interior del cimiento.

Se introduce en la zanja piedras de diámetro variable entre 20-30cm y se vierte el hormigón ciclópeo con 1 parte de cemento, 2 arena y 3 grava.

Se encofra el sobrecimiento de 20 x 30cm, formando un destaje en la esquina superior externa, a una distancia de 3cm con un ángulo de 60° y se vierte el hormigón ciclópeo 1:2:3.

Se apisona y nivela la tierra formando una capa de 10cm.

Se construye un replanto de piedra de 7cm.

Se empernan las tiras de madera de 4 x 5cm y 2.40m de longitud con una interdistancia de 60cm al replanto cada 60cm a lo largo de la tira.

Se clavan las planchas de OSB de 1.20 x 2.40m y 1cm de espesor sobre las tiras.

Se coloca un impermeabilizante en las planchas de OSB y resina en las juntas dejadas.

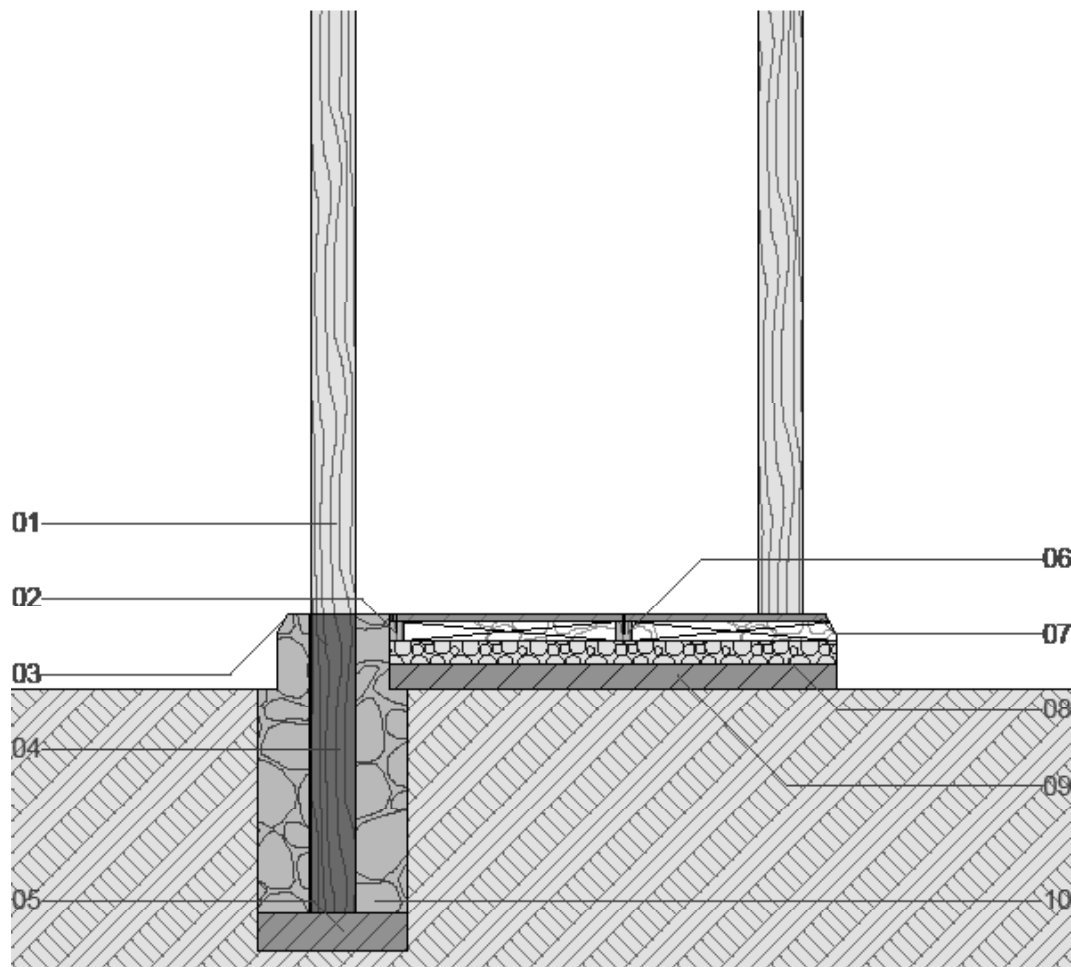
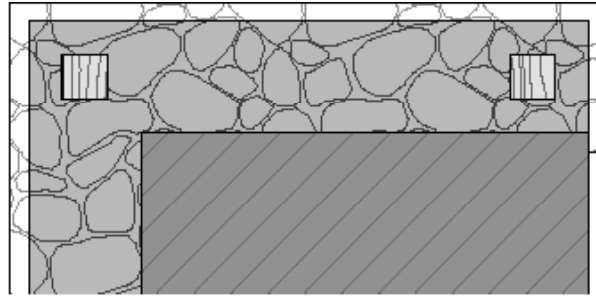


Figura 284. Detalle 02*
Propuesta 2

L E Y E N D A

- 01 pilar de madera 12 x 12cm l = 3.00m
- 02 clavo de cabeza plana 2" (5.08cm)
- 03 sobrecimiento con destaje a 60°
- 04 capa impermeabilizante de pintura asfáltica
- 05 replantillo de piedra 40 x 40cm e = 10cm
- 06 tira de madera 4 x 5cm l = 2.40m
- 07 piso machihembrado e = 1cm
- 08 replantillo de hormigón e = 7cm
- 09 tierra apisonada y nivelada e = 10cm
- 10 cimiento de hormigón ciclópeo 40 x 60cm

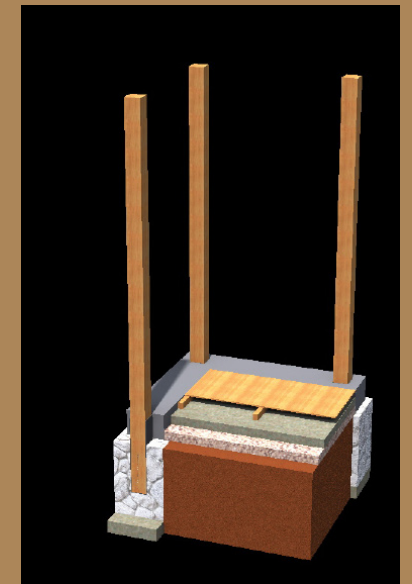


figura 285. Perspectiva 02*
Propuesta 2

Cimentación

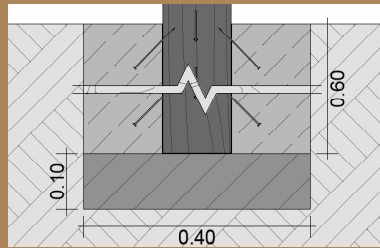


figura 286. Replanteo de piedra*
Propuesta 3

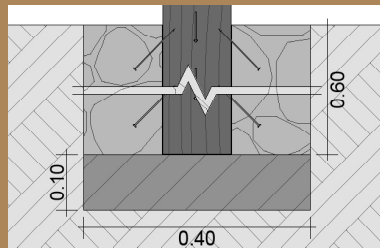


figura 287. Pilar con clavos*
Propuesta 3

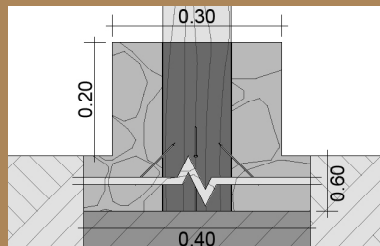


figura 288. Sobrecimiento*
Propuesta 3



figura 289. Piso de piedra*
Propuesta 3

Propuesta 3

Se realiza una excavación de la zanja para el cimiento de 40 x 70cm.

Se construye un replanteo de piedra de 40 x 40cm y cuyo espesor es de 10cm.

Se encofra el cimiento en la zanja de 40 x 60cm.

Se coloca pintura asfáltica en el extremo inferior del pilar de madera de eucalipto de 12 x 12cm y 3.00m de longitud.

Se introducen clavos de cabeza plana de 3" (7.62cm) cada 10cm a 45° en las cuatro caras del pilar.

Se introduce en la zanja piedras de diámetro variable entre 20-30cm como base para asentar el pilar.

Se coloca 40cm del pilar de madera impermeabilizado en el interior del cimiento.

Se introduce en la zanja piedras de diámetro variable entre 20-30cm y se vierte el hormigón ciclópeo con 1 parte de cemento, 2 arena y 3 grava.

Se encofra el sobrecimiento de 20 x 30cm y se vierte el hormigón ciclópeo 1:2:3.

Se apisona y nivela la tierra formando una capa de 10cm.

Se construye un replanteo de piedra de 7cm.

Se coloca una capa de mortero 1:2 sobre el replanteo y se asientan las piedras niveladas con respecto al sobrecimiento, con una junta de 1cm.

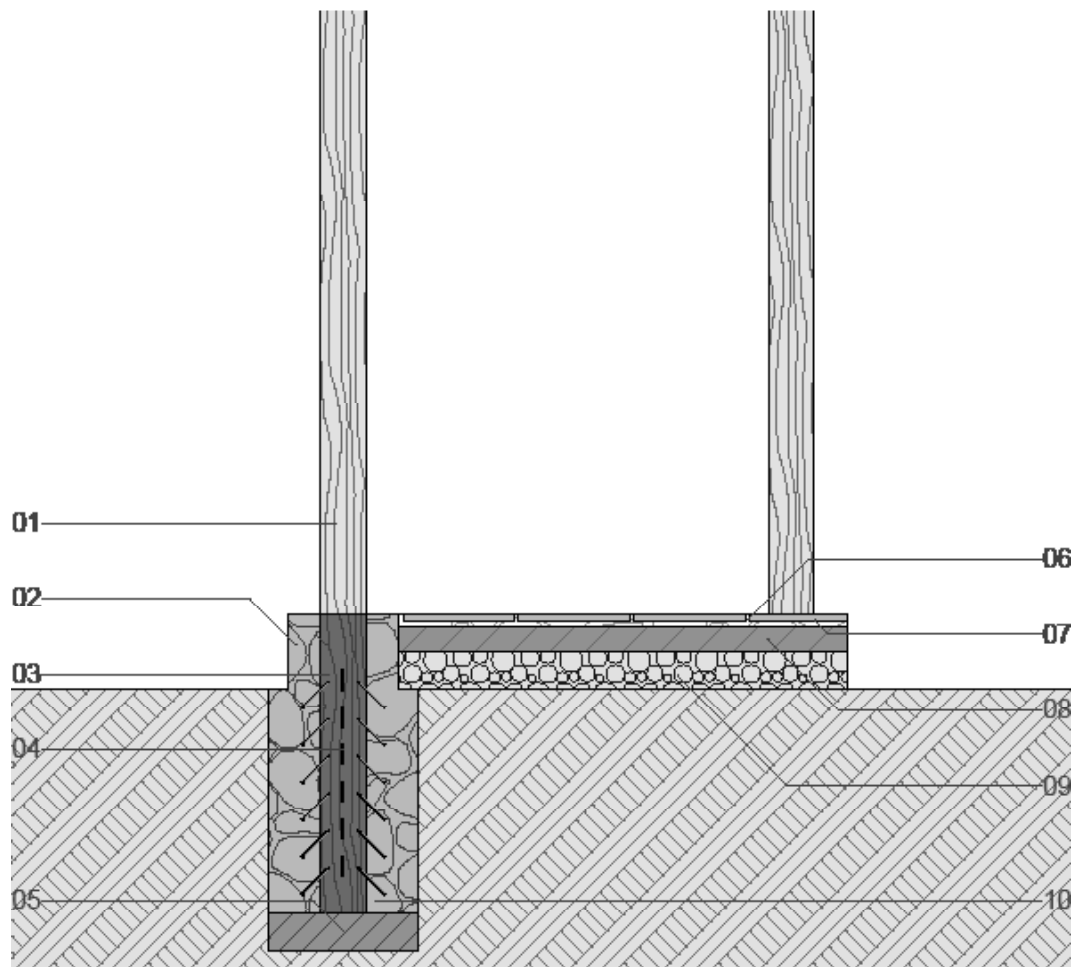
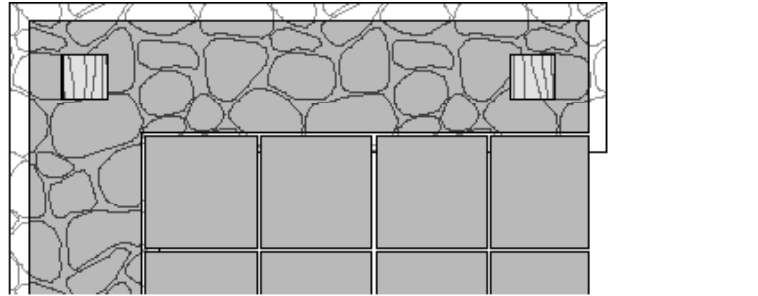


Figura 291. Detalle 03*
Propuesta 3

L E Y E N D A

- 01 pilar de madera 12 x 12cm l = 3.00m
- 02 sobrecimiento de hormigón 20 x 30cm
- 03 capa impermeabilizante de pintura asfáltica
- 04 clavo de cabeza plana 3" (7.62cm) a 45°
- 05 replantillo de piedra 40 x 40cm e = 10cm
- 06 mortero cemento:arena proporción 1:2
- 07 recubrimiento de piedra e = 2cm
- 08 replantillo de hormigón e = 7cm
- 09 tierra apisonada y nivelada e = 10cm
- 10 cimiento de hormigón ciclópeo 40 x 60cm

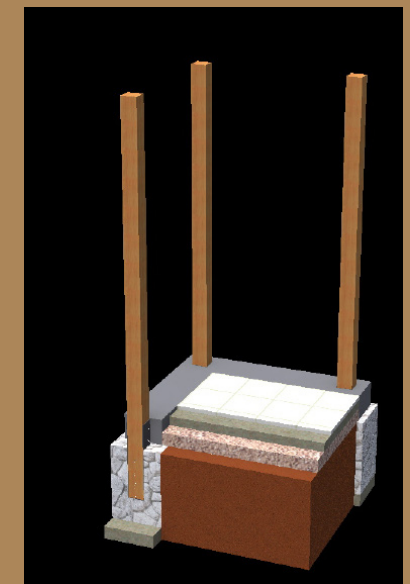


figura 292. Perspectiva 03*
Propuesta 3

Estructura

Propuesta 1

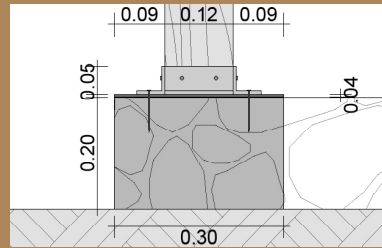


figura 293. Pilar de madera*
Propuesta 1

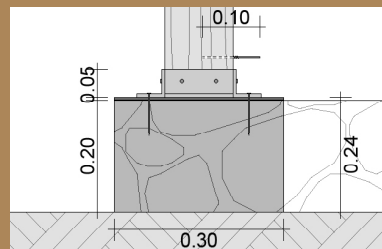


figura 294. Perno de ojo*
Propuesta 1

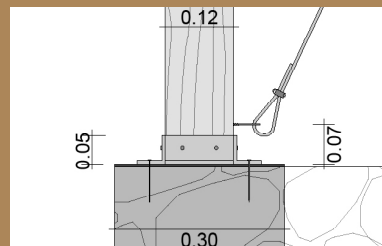


figura 295. Cable de acero*
Propuesta 1

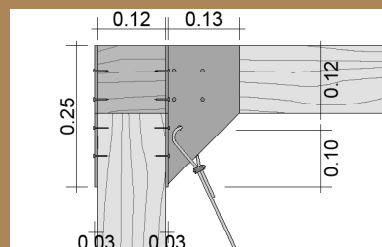


figura 296. Placas superiores*
Propuesta 1

Se coloca la solera superior de 12 x 12cm y 2.40m de longitud sobre los pilares.

Se clavan placas metálicas de 20 x 20cm y 3mm de espesor en las esquinas.

Se clava cada 4cm formando dos hileras con clavos de cabeza plana de 1" (2.54cm).

Se coloca esta placa en las esquinas de unión entre pilar y solera a cada lado de las mismas.

Se realiza una perforación en la parte inferior de la placa con un diámetro de 8mm.

Se inserta el cable de 8mm de diámetro en el agujero de la placa.

Se coloca en la parte interna del cable un guardacabos y se forma una argolla con la agarradera.

Se inserta un perno de ojo de 4" (10.16cm) a 5cm de la parte inferior del pilar.

Se tensa el cable y se asegura en el perno de ojo con una abrazadera.

Se repite el proceso de manera que se forme un cruce entre los cables tensados.

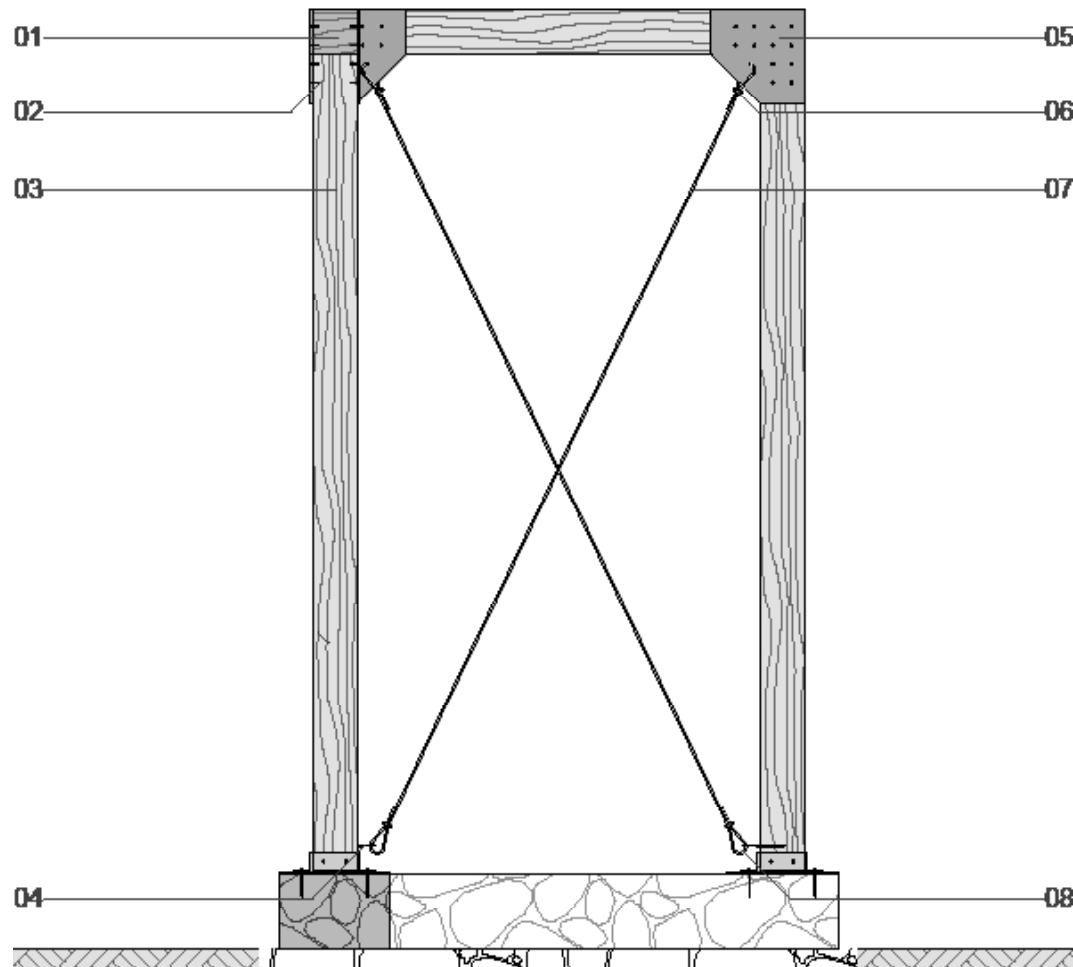
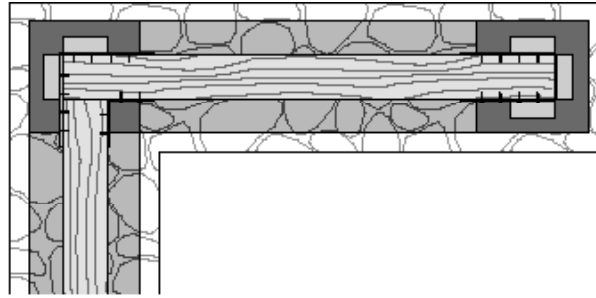


Figura 298. Detalle 04*
Propuesta 1

L E Y E N D A

- 01 viga de madera 12 x 14cm l = 2.40m
- 02 clavo de cabeza plana 2" (5.08cm)
- 03 pilar de madera 12 x 12cm l = 2.40m
- 04 perno de ojo de acero 5" (12.07cm)
- 05 placa metálica 25 x 25cm e = 5mm
- 06 abrazadera metálica para cable
- 07 cable de acero $\varnothing = 8\text{mm}$ l = 2.50m
- 08 guardacabo de la argolla $\varnothing = 2\text{cm}$

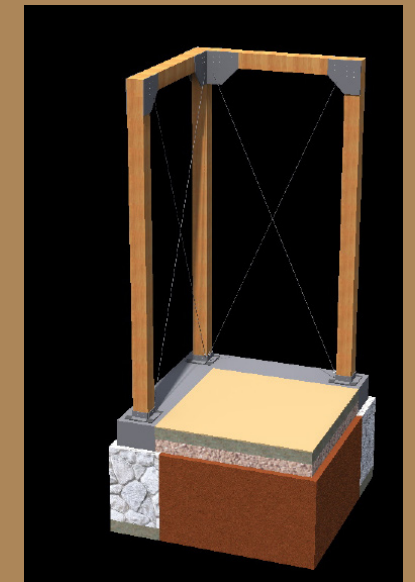


Figura 299. Perspectiva 04*
Propuesta 1

Estructura

Propuesta 2

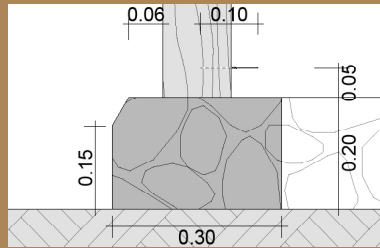


figura 300. Columna embutida*
Propuesta 2

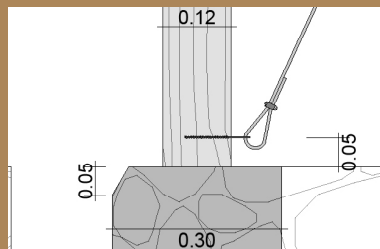


figura 301. Perno de ojo*
Propuesta 2

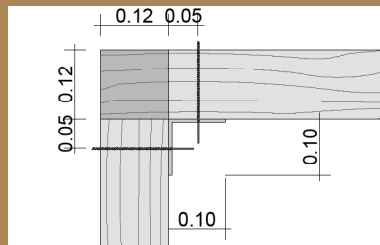


figura 302. Perfil superior*
Propuesta 2

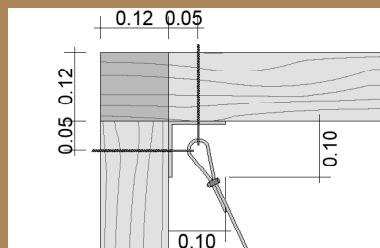


figura 303. Cable tensado*
Propuesta 2

Se coloca la solera superior de 12 x 12cm y 2.40m de longitud sobre los pilares.

Se empernan los perfiles metálicos L de 10 x 10cm y 3mm de espesor al interior de las esquinas.

Se insertan pernos de ojo de 4" (10.16cm) en cada pata del perfil L.

Se inserta el cable de 8mm de diámetro en el agujero de la placa.

Se coloca en la parte interna del cable un guardacabos y se forma una argolla con la agarradera.

Se inserta un perno de ojo de 4" (10.16cm) a 5cm de la parte inferior del pilar.

Se tensa el cable y se asegura en el perno de ojo con una abrazadera.

Se repite el proceso de manera que se forme un cruce entre los cables tensados.

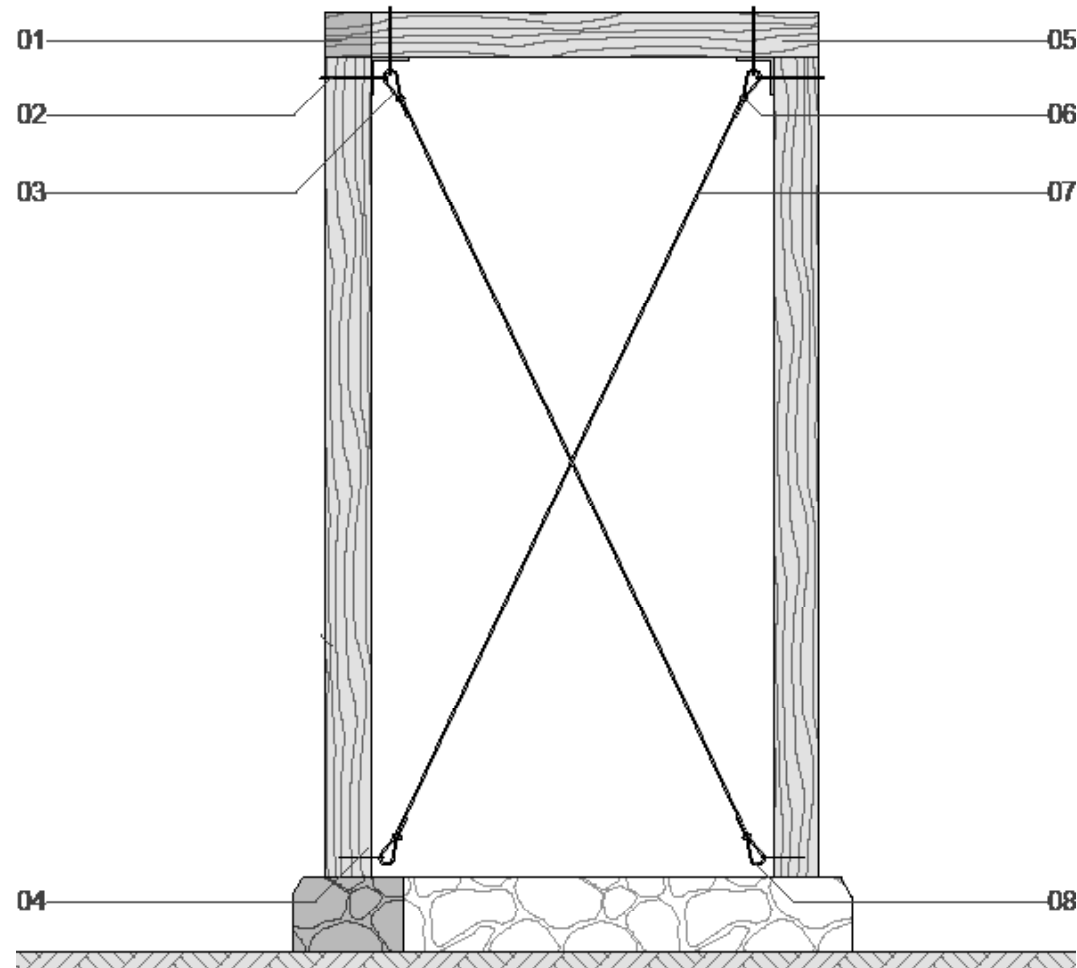
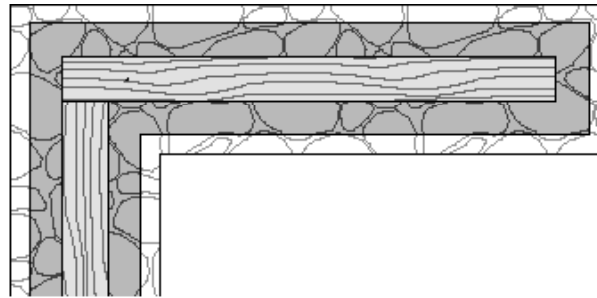


Figura 305. Detalle 05*
Propuesta 2

L E Y E N D A

- 01 viga de madera 12 x 14cm l = 2.40m
- 02 perno de ojo de acero 5" (12.07cm)
- 03 argolla del cable de acero $\varnothing = 2\text{cm}$
- 04 pilar de madera 12 x 12cm l = 3.00m
- 05 perfil L de acero 5 x 5cm e = 5mm
- 06 abrazadera metálica para cable
- 07 cable de acero $\varnothing = 8\text{mm}$ l = 2.50m
- 08 guardacabo de la argolla $\varnothing = 2\text{cm}$

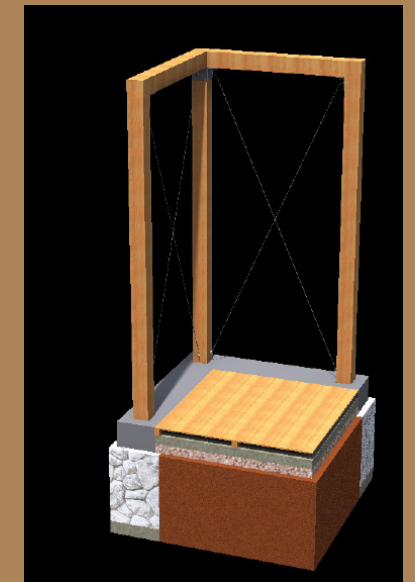


Figura 306. Perspectiva 05*
Propuesta 2

Estructura

Propuesta 3

Se hace un destaje a media madera tanto del pilar como de la solera.

Se coloca la solera superior de 12 x 12cm y 2.40m de longitud sobre los pilares.

Se clavan las uniones a media madera con dos clavos de 3" (7.62cm).

Se clava una tira de zinc de 10cm de ancho en forma diagonal en la estructura.

Se colocan dos clavos de 1" (2.54cm) en cada extremo de la tira de zinc.

Se repite el proceso de manera que se forme un cruce entre las tiras de zinc.

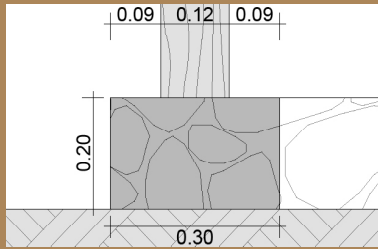


figura 307. Columna embutida*
Propuesta 3



figura 308. Perno de ojo*
Propuesta 3

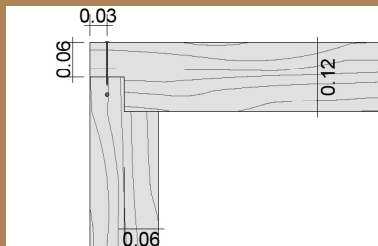


figura 309. Unión a media madera*
Propuesta 3

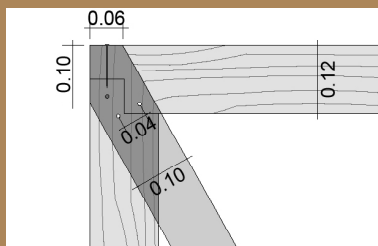


figura 310. Planchas de zinc*
Propuesta 3

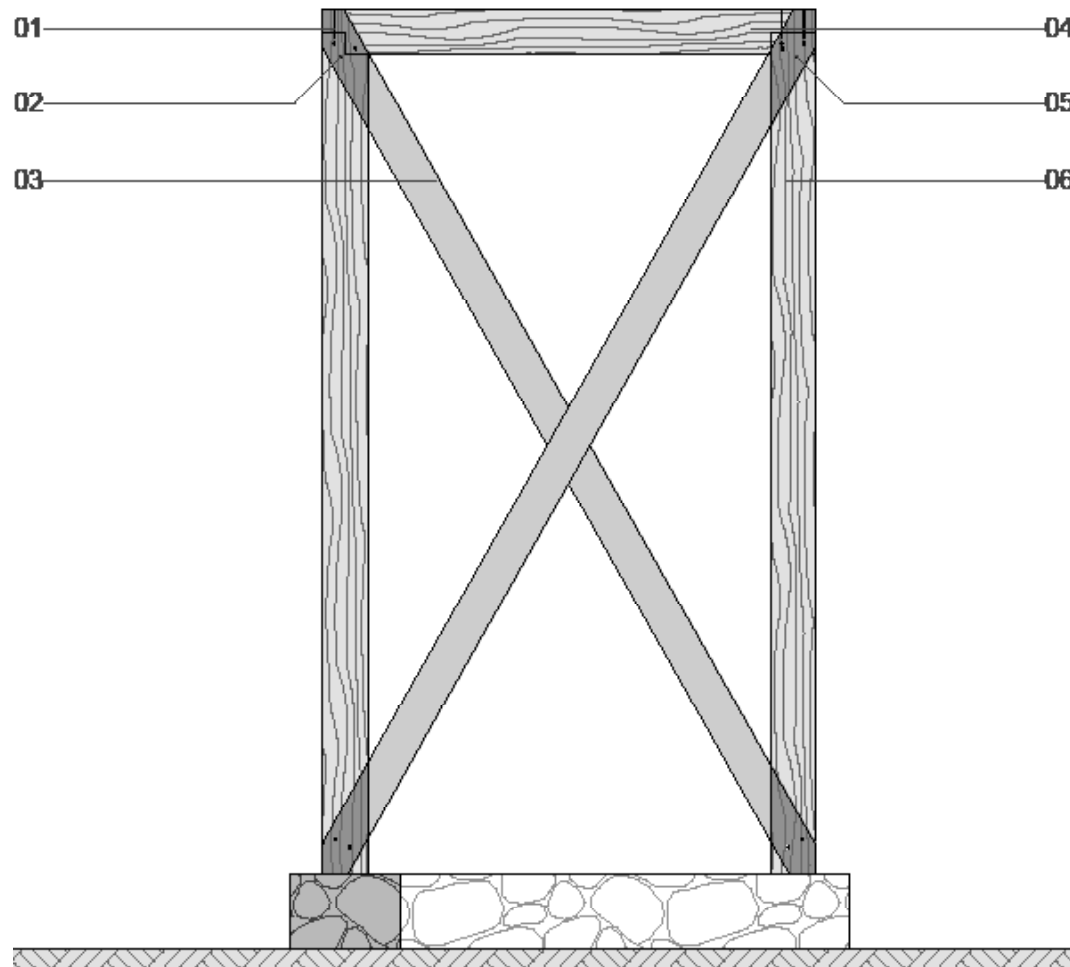
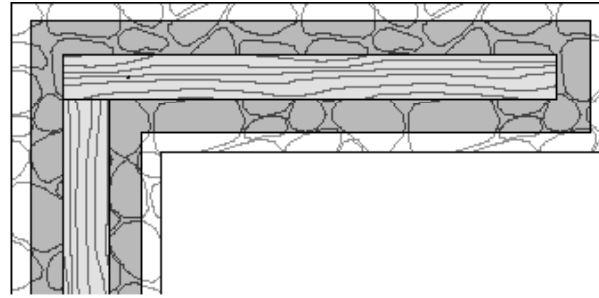


Figura 312. Detalle 06*
Propuesta 3

L E Y E N D A

- 01 clavo de cabeza plana 2" (5.08cm)
- 02 caucho aislante 2 x 2cm e = 5mm
- 03 tira de zinc de 10cm l = 2.50cm
- 04 viga de madera 12 x 14cm l = 2.40m
- 05 clavo de cabeza plana 1" (2.54cm)
- 06 pilar de madera 12 x 12cm l = 3.00m



Figura 313. Perspectiva 06*
Propuesta 3

Revestimiento exterior

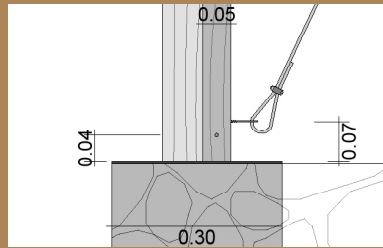


figura 314. Estructura*
Propuesta 1

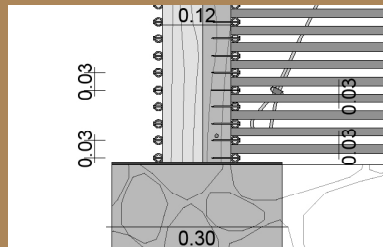


figura 315. Carrizo clavado*
Propuesta 1

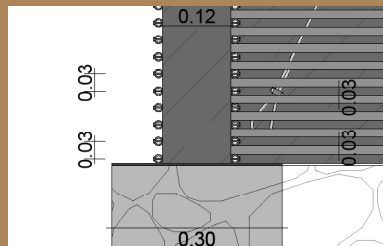


figura 316. Relleno de escombros*
Propuesta 1

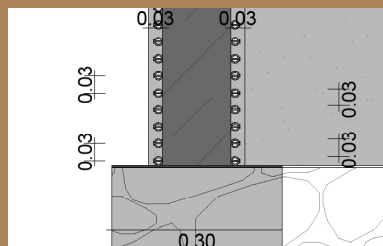


figura 317. Revestimiento*
Propuesta 1

Propuesta 1

Se clavan varas de carrizo de 1.20m de longitud cada 3cm, de forma horizontal.

Se clava una tira de madera de 2.40m de longitud al pilar para sujetar los carrizos.

Se colocan clavos de 1" (2.54cm) en los extremos de las varas de carrizo hasta una altura de 1.20m.

Se repite el proceso del otro lado del pilar, conformando una cámara de carrizos.

Se rellena el interior de la cámara con escombros de construcciones.

Se continúa con el entramado de carrizos hasta completar la altura del tabique.

Se realiza una mezcla de barro con 60% de arcilla y tiras de plástico de 10cm de longitud, en proporción 1:3.

Se reviste el carrizo con esta mezcla de formando una capa de 1cm de espesor.

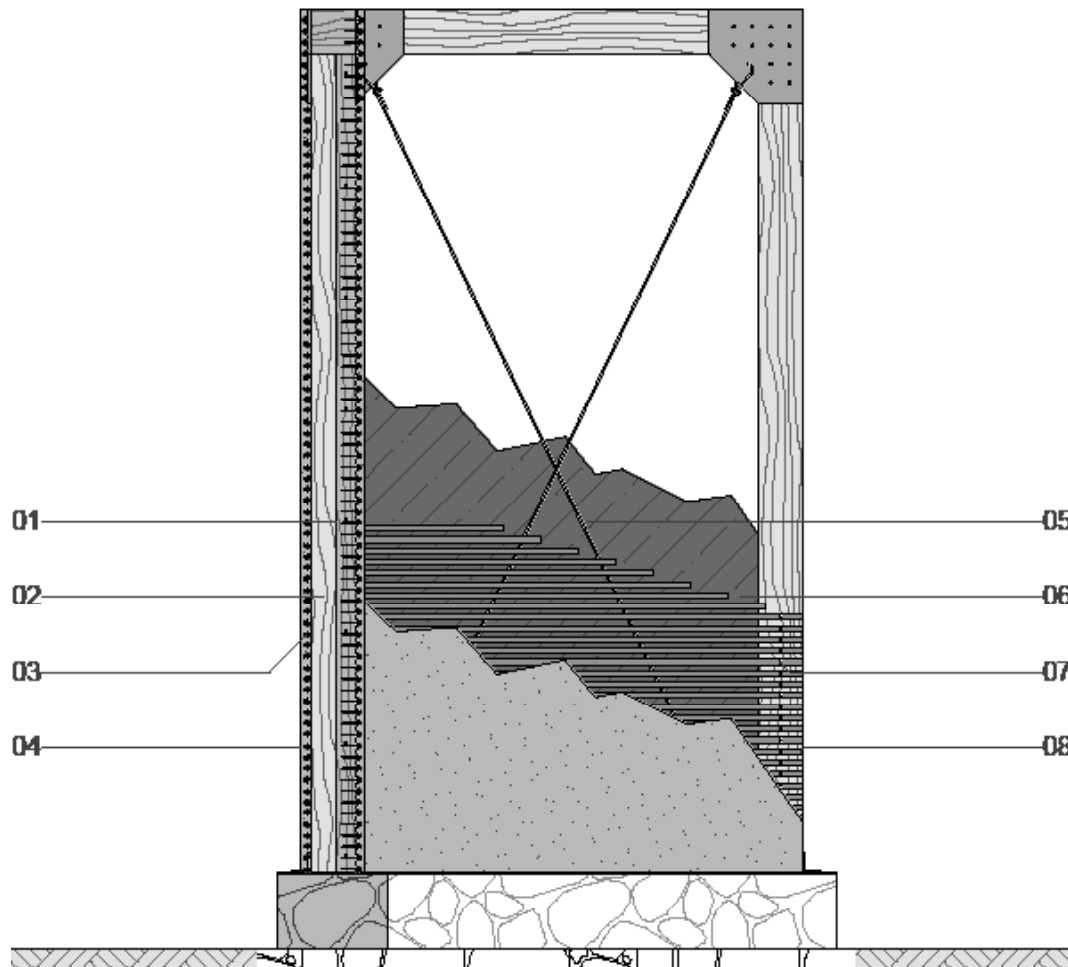
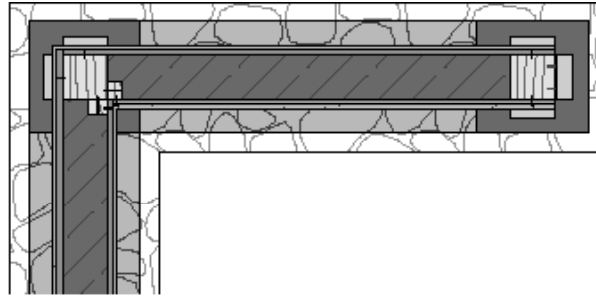


Figura 319. Detalle 07*
Propuesta 1

L E Y E N D A

- 01 tira de madera 4 x 5cm
l = 2.40m
- 02 pilar de madera 12 x 12cm l
= 2.40m
- 03 clavo de cabeza plana 2"
(5.08cm)
- 04 revestimiento de barro y ti-
ras de plástico (1:3)
- 05 cable de acero $\varnothing = 8\text{mm}$
l = 2.50m
- 06 relleno interior de escombros
e = 12cm
clavo de cabeza plana 1"
(2.54cm)
vara de carrizo cada 3cm l =
2.40m

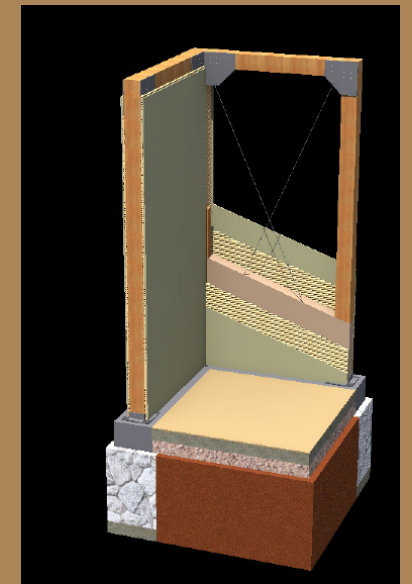


Figura 320. Perspectiva 07*
Propuesta 1

Revestimiento exterior

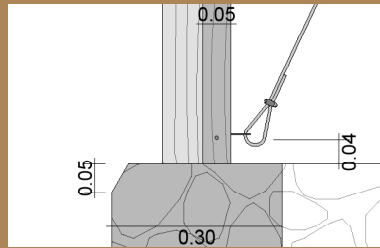


figura 321. Estructura*
Propuesta 2

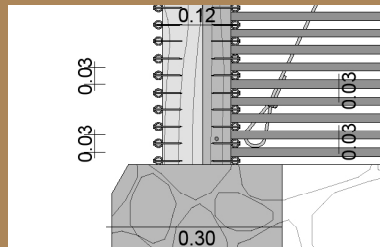


figura 322. Carrizo clavado*
Propuesta 2

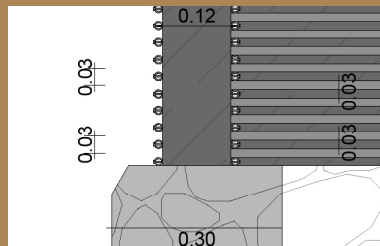


figura 323. Relleno de escombros*
Propuesta 2

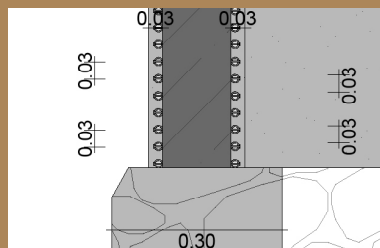


figura 324. Revestimiento*
Propuesta 2

Propuesta 2

Se clavan varas de carrizo de 1.20m de longitud cada 3cm, de forma horizontal.

Se clava una tira de madera de 2.40m de longitud al pilar para sujetar los carrizos.

Se colocan clavos de 1" (2.54cm) en los extremos de las varas de carrizo hasta una altura de 1.20m.

Se repite el proceso del otro lado del pilar, conformando una cámara de carrizos.

Se rellena el interior de la cámara con escombros de construcciones.

Se continúa con el entramado de carrizos hasta completar la altura del tabique.

Se realiza una mezcla de barro con 60% de arcilla y la "baba" de la sá-bila, en proporción 1:5.

Se reviste el carrizo con esta mezcla de formando una capa de 1cm de espesor.

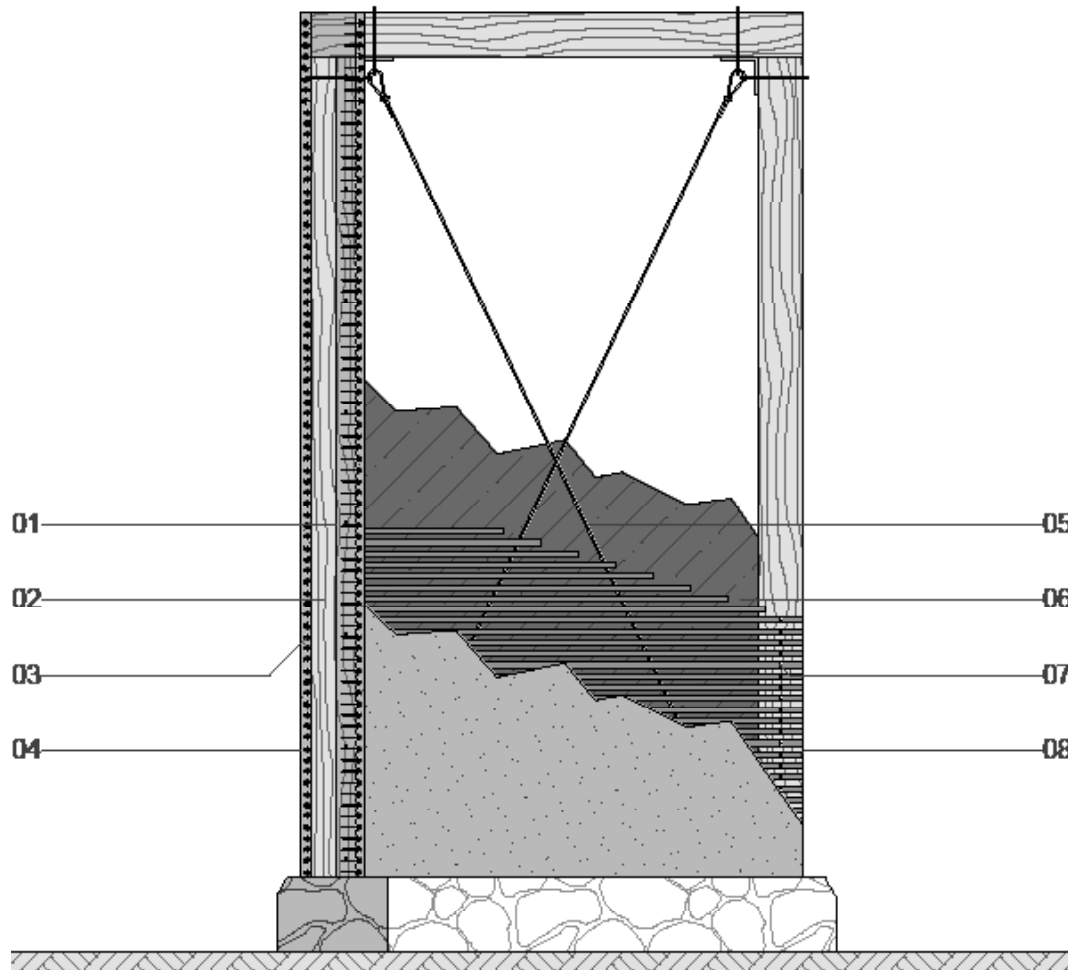
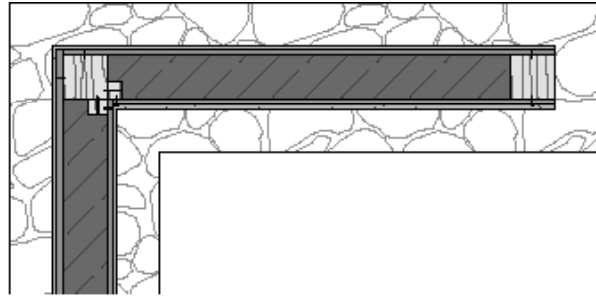


Figura 326. Detalle 08*
Propuesta 2

L E Y E N D A

- 01 tira de madera 4 x 5cm
l = 2.40m
- 02 pilar de madera 12 x 12cm l
= 2.40m
- 03 clavo de cabeza plana 2"
(5.08cm)
- 04 revestimiento de barro y sá-
bila (1:5)
- 05 cable de acero $\varnothing = 8$ mm
l = 2.50m
- 06 relleno interior de escombros
e = 12cm
- 07 clavo de cabeza plana 1"
(2.54cm)
- 08 vara de carrizo cada 3cm l =
2.40m

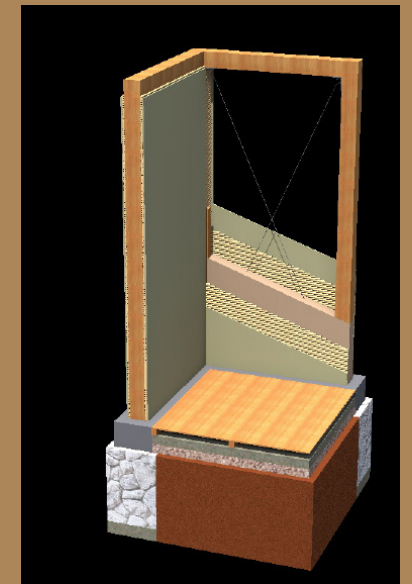


Figura 327. Perspectiva 08*
Propuesta 2

Revestimiento exterior

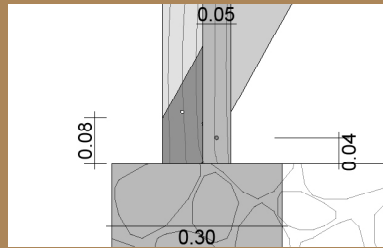


figura 328. Estructura*
Propuesta 3

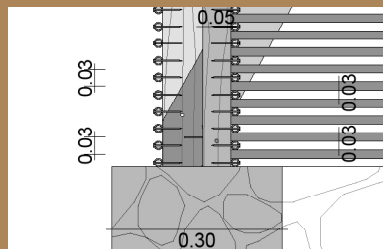


figura 329. Carrizo clavado*
Propuesta 3

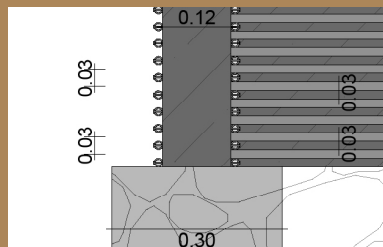


figura 330. Relleno de escombros*
Propuesta 3

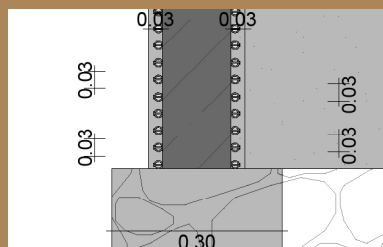


figura 331. Revestimiento*
Propuesta 3

Propuesta 3

Se clavan varas de carrizo de 1.20m de longitud cada 3cm, de forma horizontal.

Se clava una tira de madera de 2.40m de longitud al pilar para sujetar los carrizos.

Se colocan clavos de 1" (2.54cm) en los extremos de las varas de carrizo hasta una altura de 1.20m.

Se repite el proceso del otro lado del pilar, conformando una cámara de carrizos.

Se rellena el interior de la cámara con escombros de construcciones.

Se continúa con el entramado de carrizos hasta completar la altura del tabique.

Se realiza una mezcla de barro con 60% de arcilla, paja de 10cm de longitud y cola en proporción 1:4:1.

Se reviste el carrizo con esta mezcla de formando una capa de 1cm de espesor.

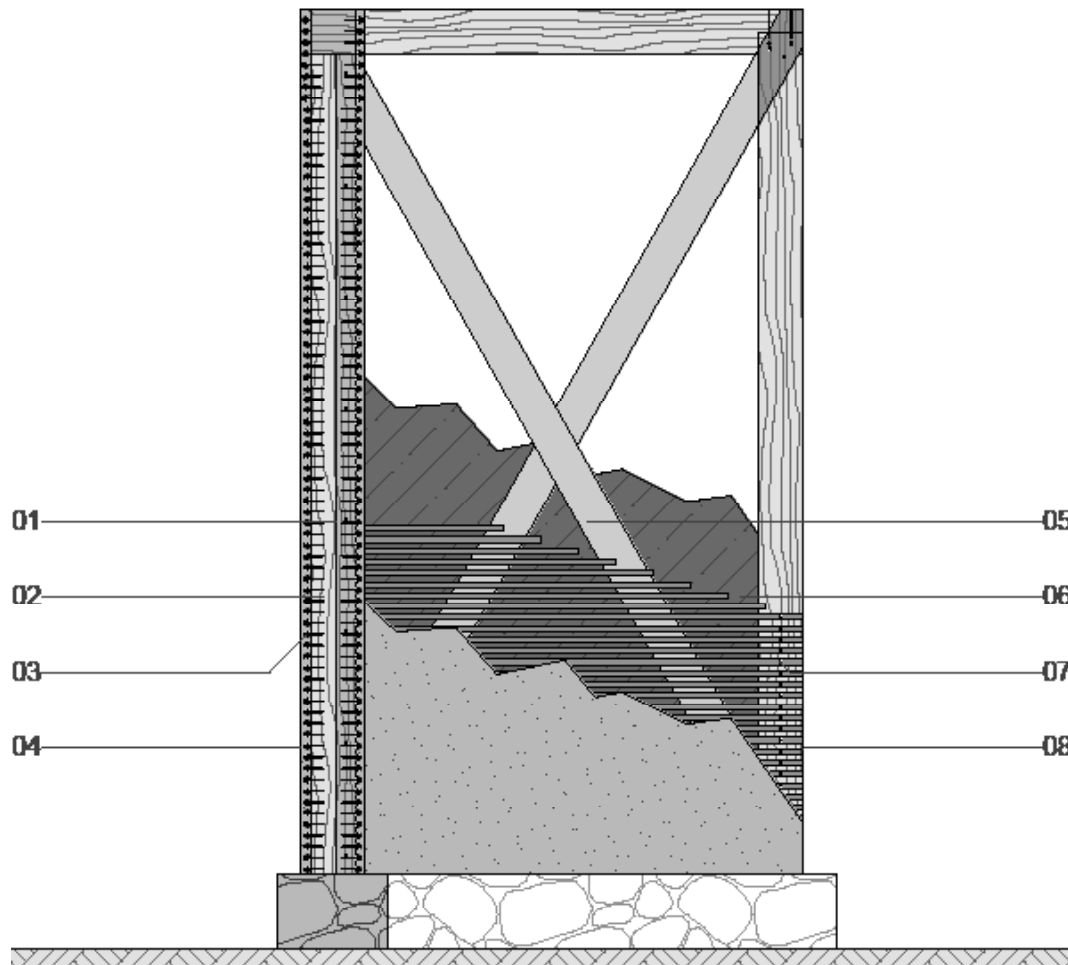
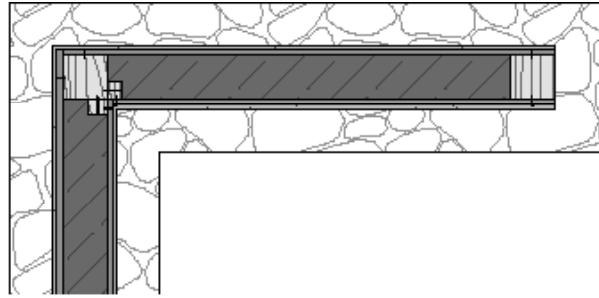


Figura 333. Detalle 09*
Propuesta 3

L E Y E N D A

- 01 tira de madera 4 x 5cm
l = 2.40m
- 02 pilar de madera 12 x 12cm l
= 2.40m
- 03 clavo de cabeza plana 2"
(5.08cm)
- 04 revestimiento de barro y
paja de cerro (1:5) y cola
- 05 cable de acero $\varnothing = 8\text{mm}$
l = 2.50m
- 06 relleno interior de escombros
e = 12cm
- 07 clavo de cabeza plana 1"
(2.54cm)
- 08 vara de carrizo cada 3cm l =
2.40m

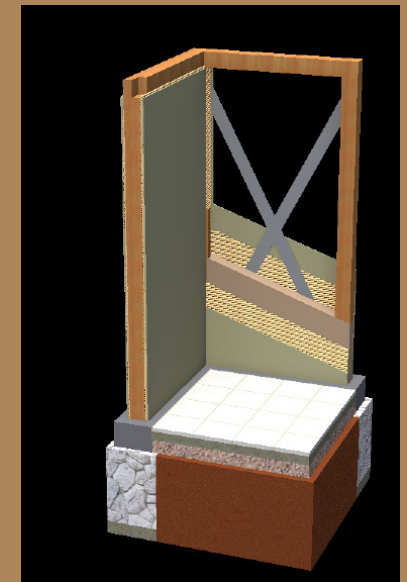


Figura 334. Perspectiva 09*
Propuesta 3

Revestimiento interior

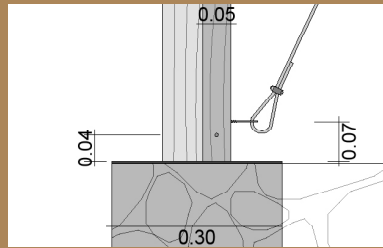


figura 335. Estructura*
Propuesta 1

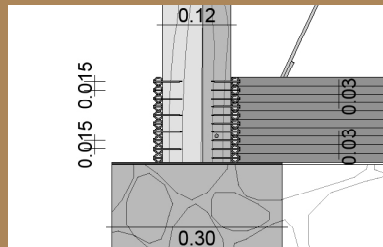


figura 336. Carrizo clavado*
Propuesta 1

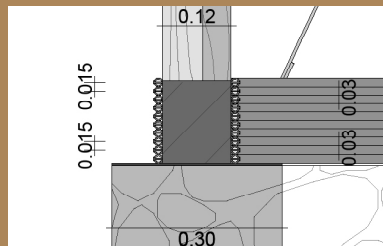


figura 337. Relleno*
Propuesta 1

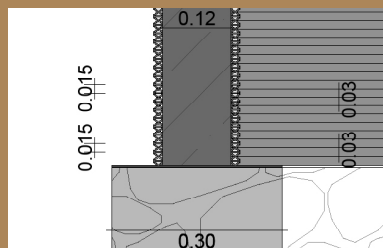


figura 338. Revestimiento*
Propuesta 1

Propuesta 1

Se clavan varas de carrizo de 1.20m de longitud cada 3cm, de forma horizontal.

Se clava una tira de madera de 2.40m de longitud al pilar para sujetar los carrizos.

Se colocan clavos de 1" (2.54cm) en los extremos de las varas de carrizo hasta una altura de 1.20m.

Se repite el proceso del otro lado del pilar, conformando una cámara de carrizos.

Se rellena el interior de la cámara con escombros de construcciones.

Se continúa con el entramado de carrizos hasta completar la altura del tabique.

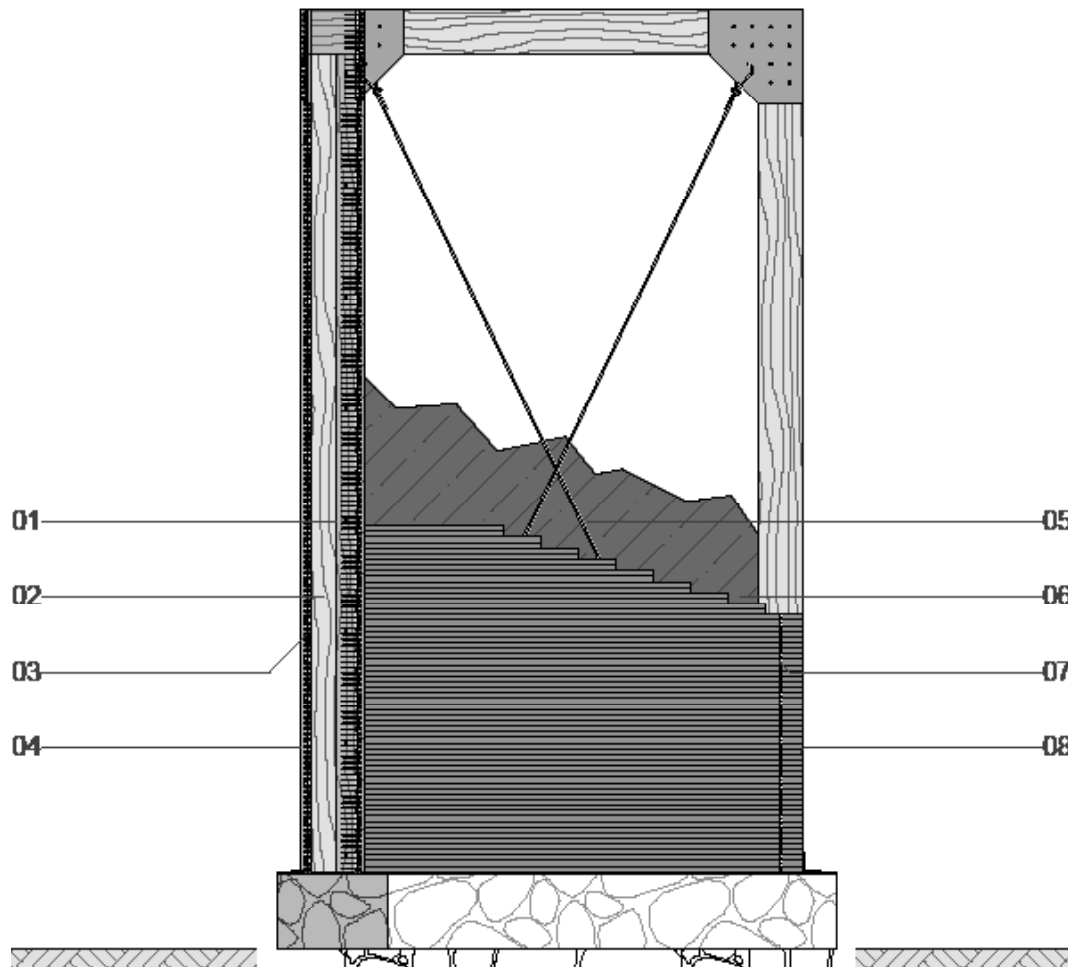
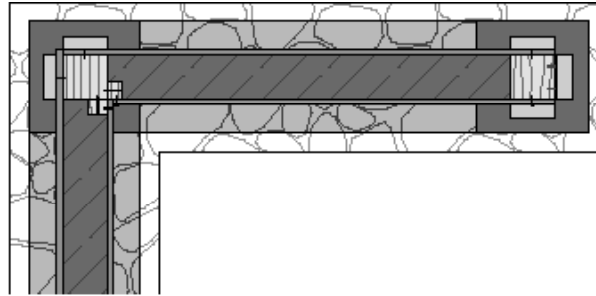


Figura 340. Detalle 10*
Propuesta 1

L E Y E N D A

- 01 tira de madera 4 x 5cm
l = 2.40m
- 02 pilar de madera 12 x 12cm l
= 2.40m
- 03 clavo de cabeza plana 2"
(5.08cm)
- 04 junta entre carrizos 1.5 - 2cm
cable de acero $\varnothing = 8$ mm
- 05 l = 2.50m
relleno interior de escombros
- 06 e = 12cm
clavo de cabeza plana 1"
(2.54cm)
- 07 (2.54cm)
vara de carrizo cada 3cm l =
- 08 2.40m

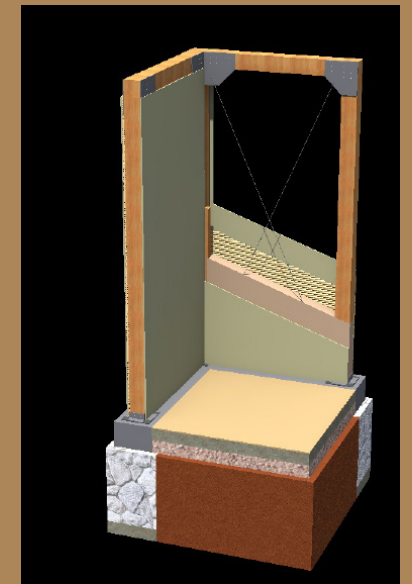


Figura 341. Perspectiva 10*
Propuesta 1

Revestimiento interior

Propuesta 2

Se clava una tira de madera de 2.40m de longitud al pilar para sujetar las planchas de gypsum.

Se colocan clavos de 1" (2.54cm) en las esquinas de las planchas hasta una altura de 1.20m.

Se repite el proceso del otro lado del pilar, conformando una cámara de planchas.

Se rellena el interior de la cámara con escombros de construcciones.

Se continua con el revestimiento hasta completar la altura del tabique con las planchas de gypsum verde de 1.20 x 2.40m.

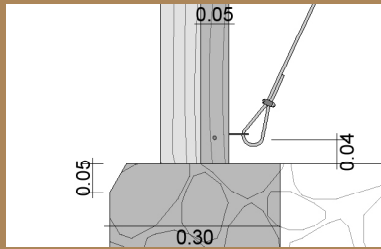


figura 342. Estructura*
Propuesta 2

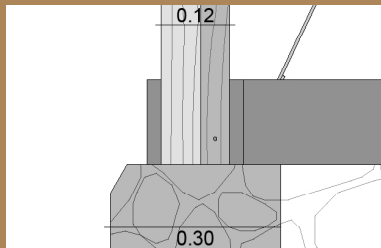


figura 343. Planchas clavadas*
Propuesta 2

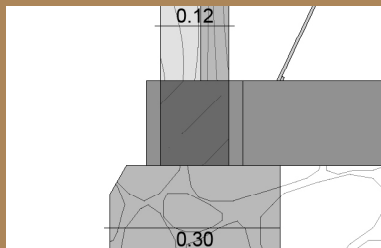


figura 344. Relleno*
Propuesta 2

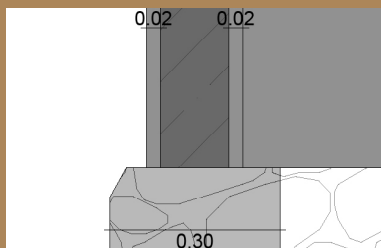


figura 345. Revestimiento*
Propuesta 2

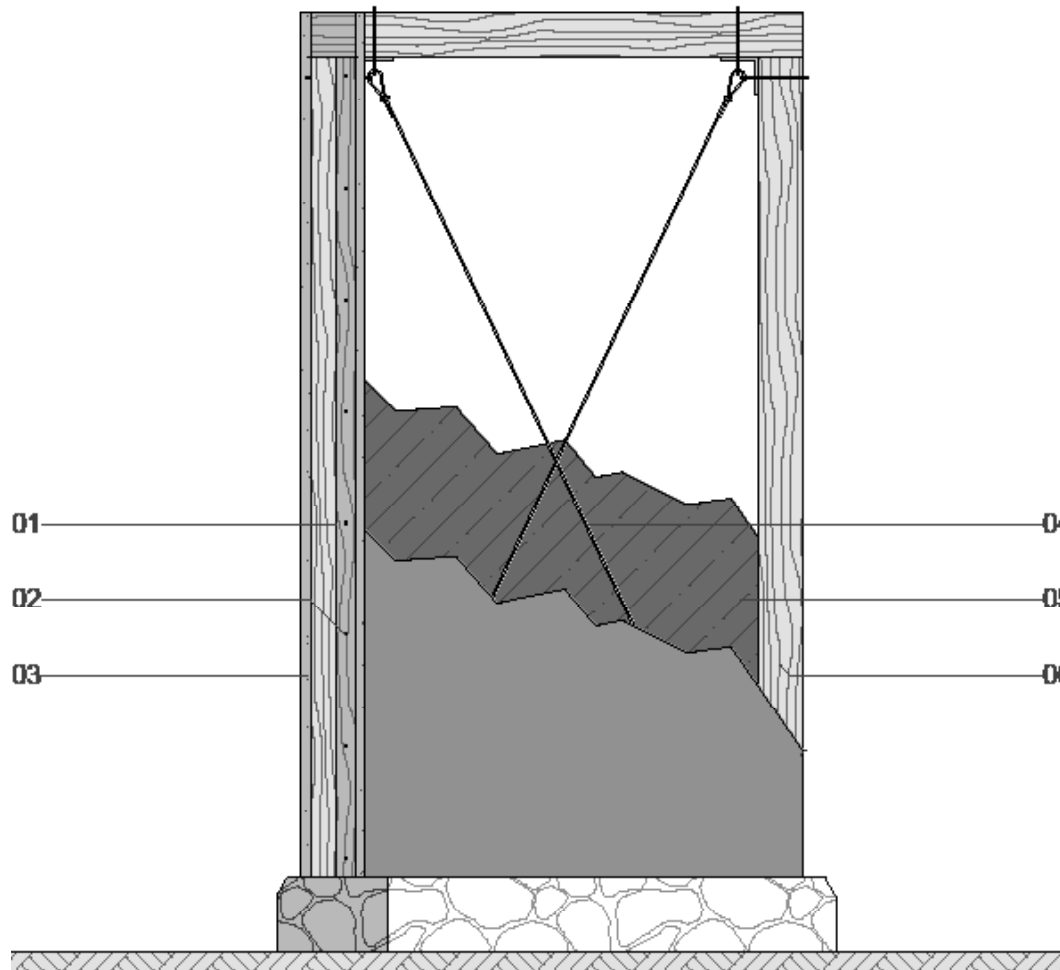
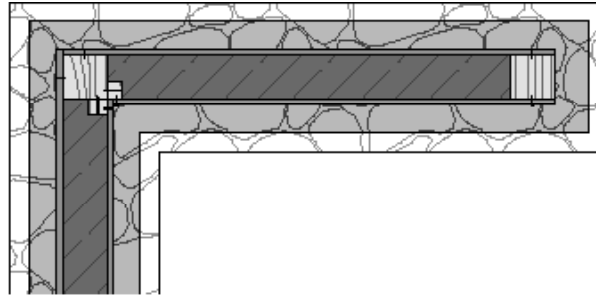


Figura 347. Detalle 11*
Propuesta 2

L E Y E N D A

- 01 tira de madera 4 x 5cm
l = 2.40m
- 02 clavo de cabeza plana 2"
(5.08cm)
- 03 planchas de gypsum verde
1.20 x 2.40m e = 1cm
- 04 cable de acero $\varnothing = 8\text{mm}$
l = 2.50m
- 05 relleno interior de escombros
e = 12cm
- 06 pilar de madera 12 x 12cm l
= 2.40m

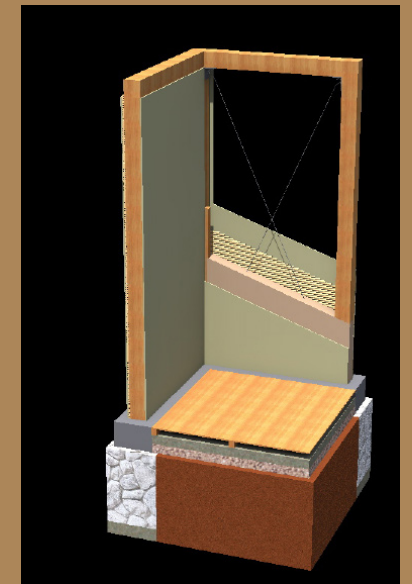


Figura 348. Perspectiva 11*
Propuesta 2

Revestimiento interior

Propuesta 3

Se clava una tira de madera de 2.40m de longitud al pilar para sujetar las planchas de OSB.

Se colocan clavos de 1" (2.54cm) en las esquinas de las planchas hasta una altura de 1.20m.

Se repite el proceso del otro lado del pilar, conformando una cámara de planchas.

Se rellena el interior de la cámara con escombros de construcciones.

Se continua con el revestimiento hasta completar la altura del tabique con las planchas de OSB de 1.20 x 2.40m.

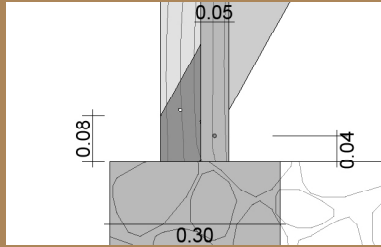


figura 349. Estructura*
Propuesta 3



figura 350. Planchas clavadas*
Propuesta 3



figura 351. Relleno*
Propuesta 3

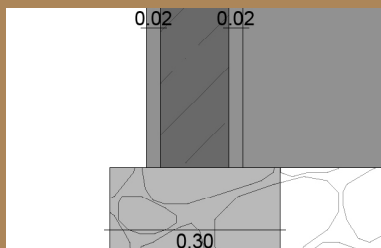


figura 352. Revestimiento*
Propuesta 3

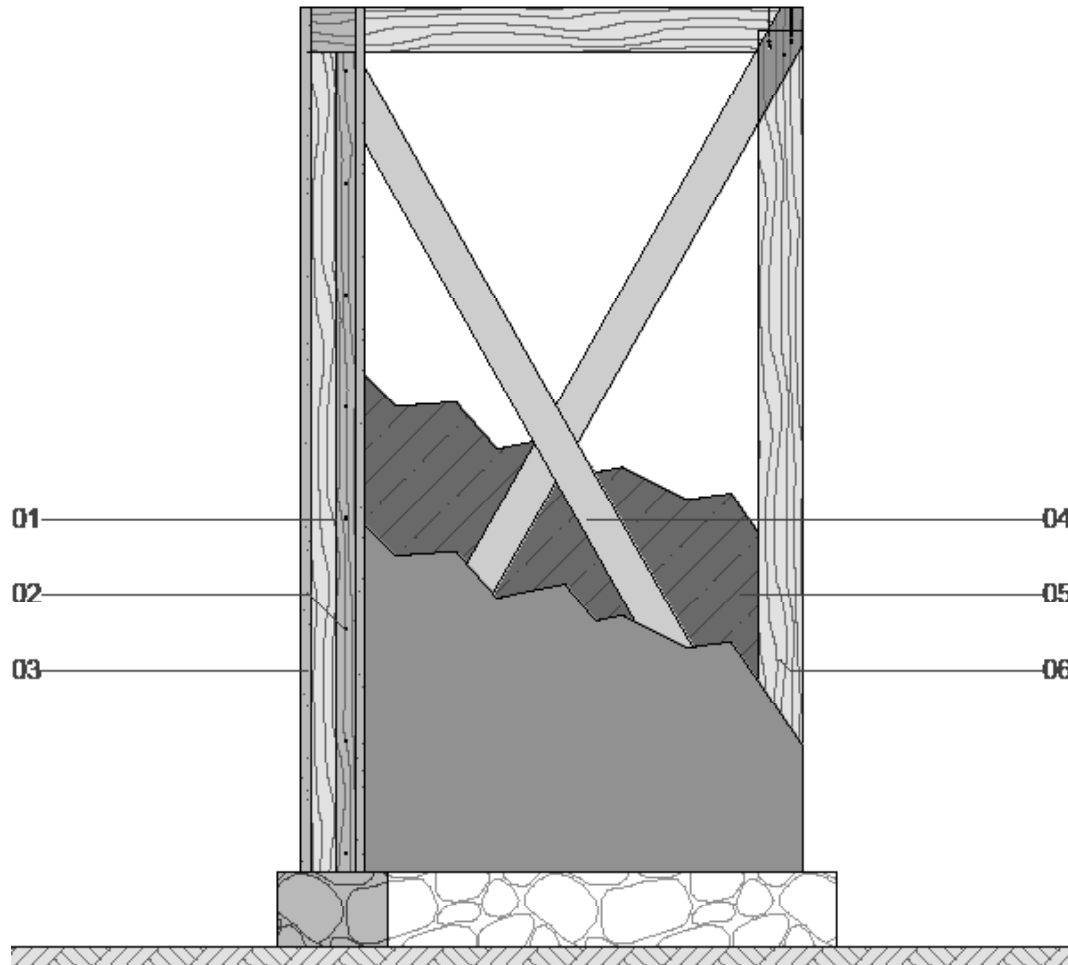
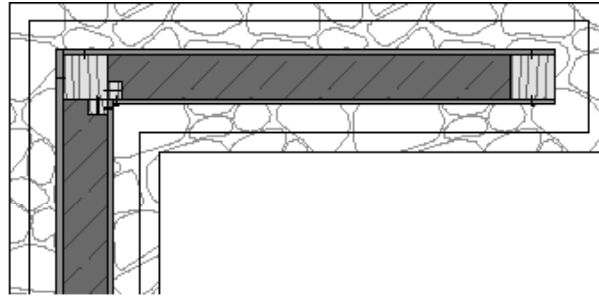


Figura 354. Detalle 12*
Propuesta 3

L E Y E N D A

- 01 tira de madera 4 x 5cm
l = 2.40m
- 02 clavo de cabeza plana 2"
(5.08cm)
- 03 planchas de OSB 1.20 x
2.40m e = 1cm
- 04 cable de acero $\varnothing = 8\text{mm}$
l = 2.50m
- 05 relleno interior de escombros
e = 12cm
- 06 pilar de madera 12 x 12cm l
= 2.40m

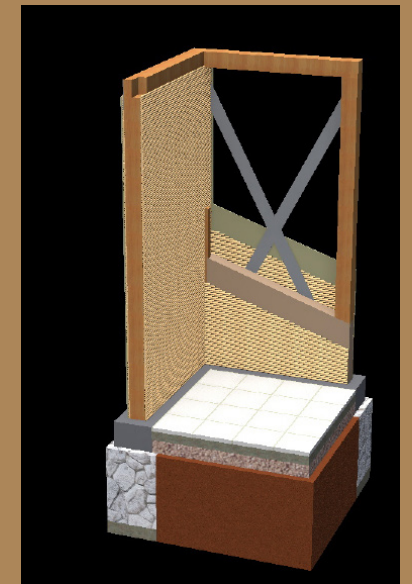


Figura 355. Perspectiva 12*
Propuesta 3

Cielo raso

Propuesta 1

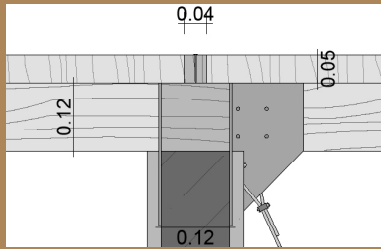


figura 356. Tiras sobre solera*
Propuesta 1

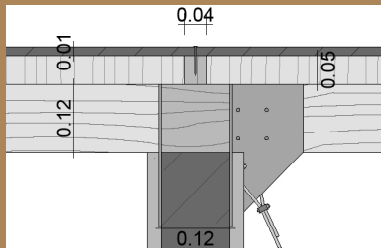


figura 357. Capa de carrizos*
Propuesta 1

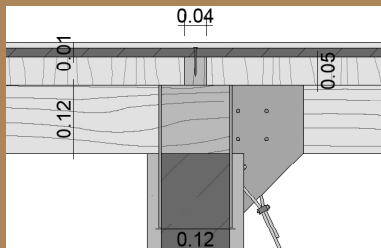


figura 358. Capa de yeso*
Propuesta 1

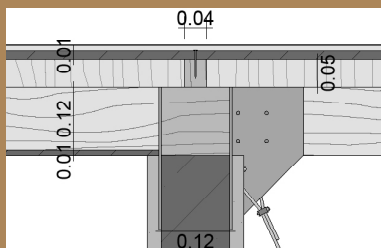


figura 359. Impermeabilizante*
Propuesta 1

Se clavan tiras de madera de 4 x 5cm y 2.40m de longitud sobre la solera cada 60cm en los dos sentidos.

Se clavan las varas de carrizo de 1.20m de longitud sin dejar junta.

Se clava el canal metálico a la tira de madera.

Se coloca una capa de yeso sobre el carrizo con espesor de 2cm.

Se cuelga el cielo raso de gypsum de las tiras de madera dejando una altura de 2.40m libres, para conformar una cámara.

Se clava una tabla de 2 x 18cm y 2.40m de longitud a cielo raso cubriendo el canal colocado.

Se clava un perfil metálico de 10 x 10cm y 5mm de espesor en el borde inferior de la tabla.

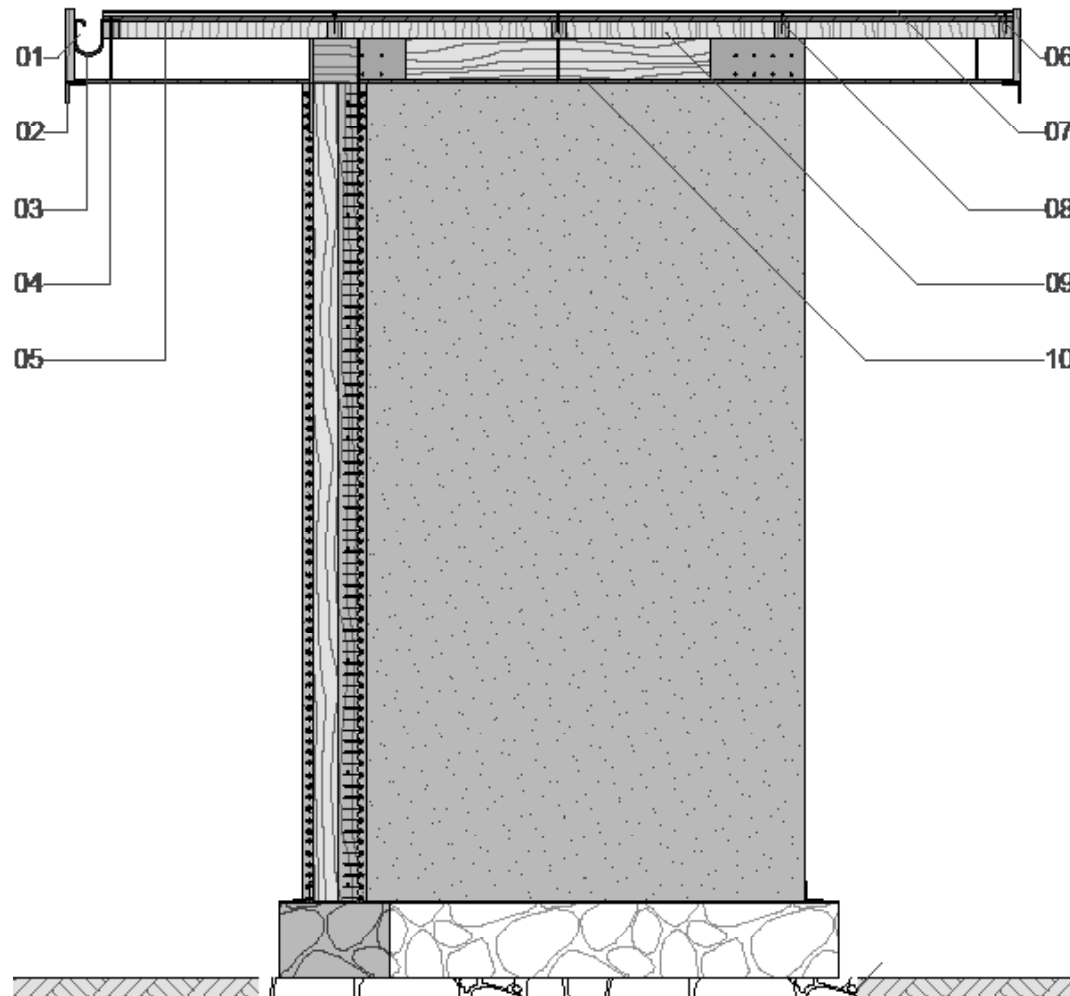
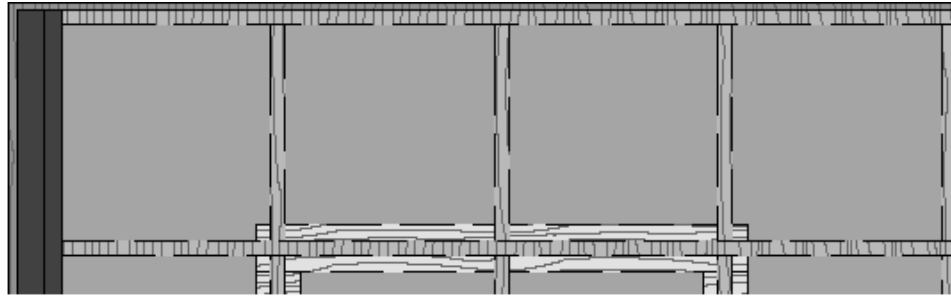


Figura 361. Detalle 13*
Propuesta 1

L E Y E N D A

- 01 tabla de madera 2 x 18cm l = 2.40m
- 02 perfil metálico L 5 x 5cm e = 5mm
- 03 canal metálico 10 x 10cm e = 5mm
- 04 alambre galvanizado de sujeción
- 05 capa de chova impermeabilizante
- 06 recubrimiento de yeso e = 1mm
- 07 vara de carrizo cada 15cm l = 2.40m
- 08 tira de madera 4 x 5cm l = 2.40m
- 09 clavo de cabeza plana 2" (5.08cm)
- 10 cielo raso de gypsum 120 x 240cm e = 2cm

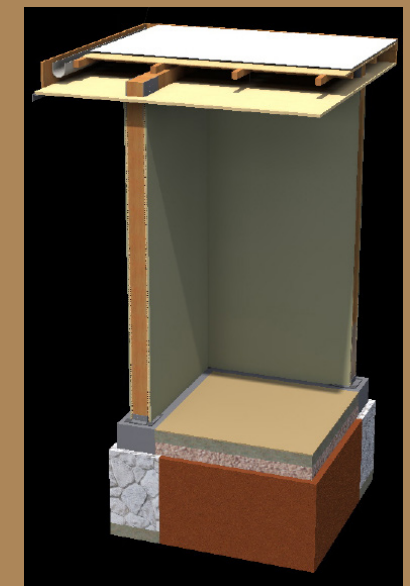


Figura 362. Perspectiva 13*
Propuesta 1

Cielo raso

Propuesta 2

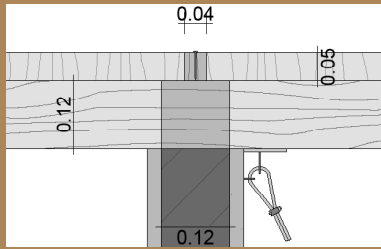


figura 363. Tiras sobre solera*
Propuesta 2

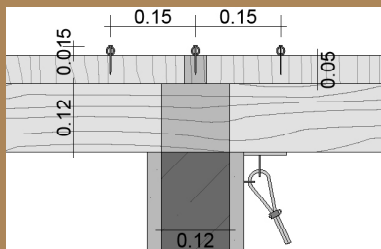


figura 364. Carrizo clavado*
Propuesta 2

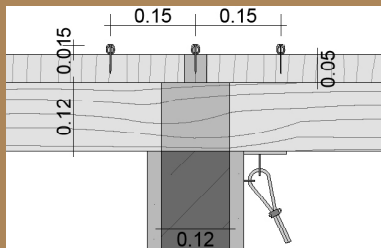


figura 365. Silicón frío*
Propuesta 2

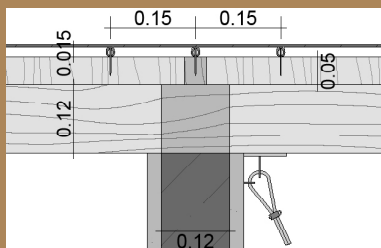


figura 366. Plancha de vidrio*
Propuesta 2

Se clavan tiras de madera de 4 x 5cm y 2.40m de longitud sobre la solera cada 60cm en los dos sentidos.

Se clavan las varas de carrizo de 1.20m de longitud cada 30cm.

Se clava el canal metálico a la tira de madera.

Se coloca el policarbonato sobre el carrizo de 1.20 x 2.40m y 4mm de espesor.

Se cuelga el cielo raso de gypsum de las tiras de madera dejando una altura de 2.40m libres, para conformar una cámara.

Se clava una tabla de 2 x 18cm y 2.40m de longitud a cielo raso cubriendo el canal colocado.

Se clava un perfil metálico de 10 x 10cm y 5mm de espesor en el borde inferior de la tabla.

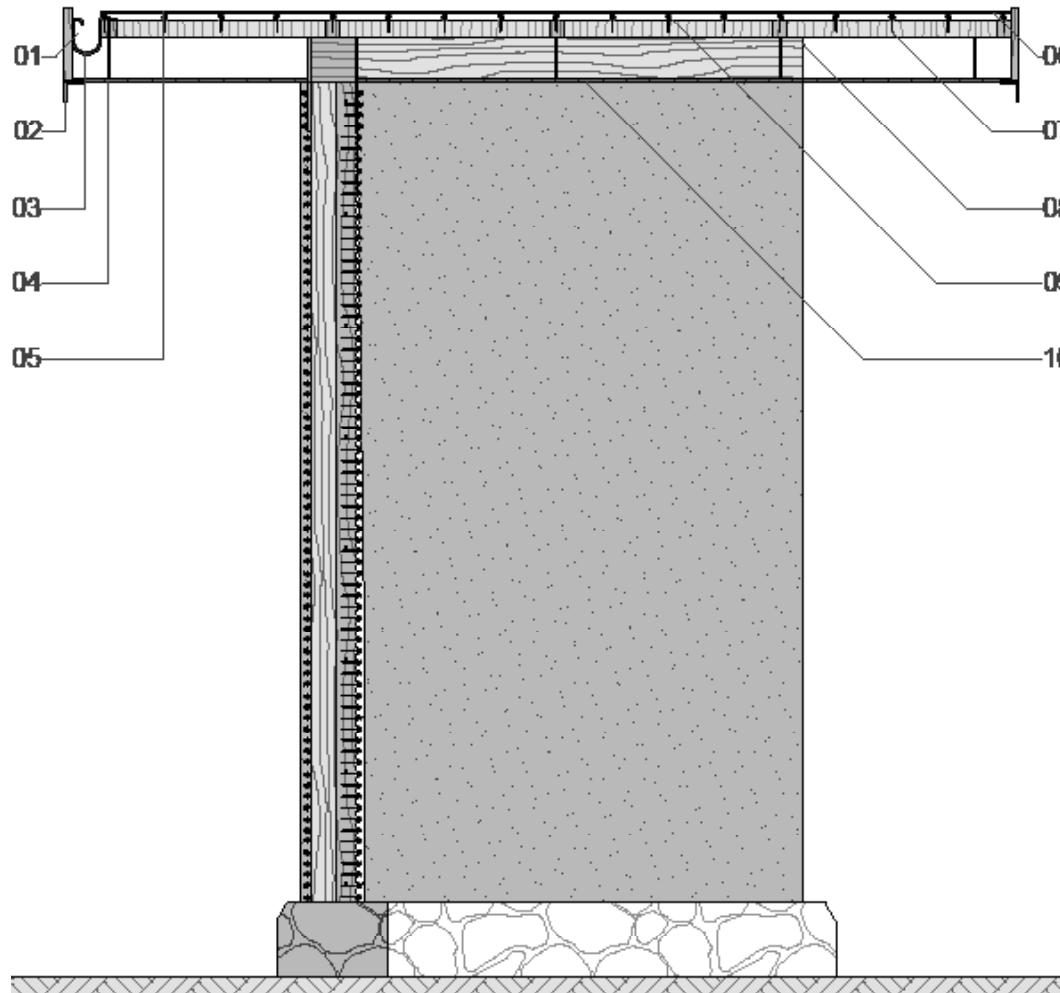
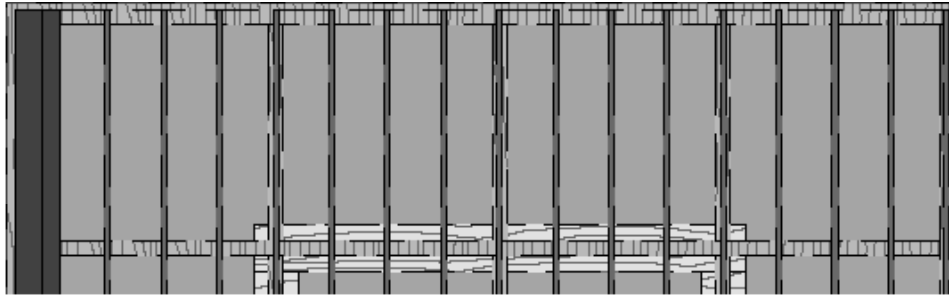


Figura 368. Detalle 14*
Propuesta 2

L E Y E N D A

- 01 tabla de madera 2 x 18cm l = 2.40m
- 02 perfil metálico L 5 x 5cm e = 5mm
- 03 canal metálico 10 x 10cm e = 5mm
- 04 alambre galvanizado de sujeción
- 05 capa de chova impermeabilizante
- 06 plancha de policarbonato e = 4mm
- 07 clavo de cabeza plana 2" (5.08cm)
- 08 tira de madera 4 x 5cm l = 2.40m
- 09 vara de carrizo cada 15cm l = 2.40m
- 10 cielo raso de gypsum 120 x 240cm e = 2cm

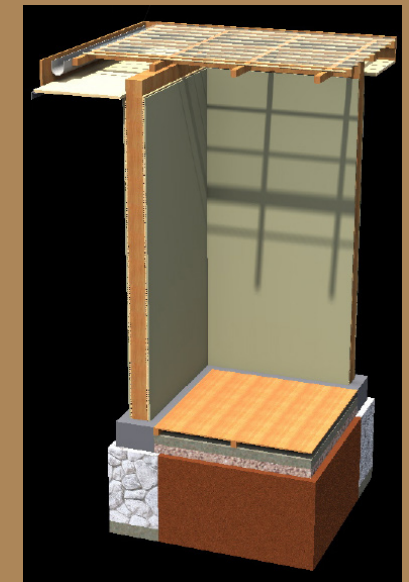


Figura 369. Perspectiva 14*
Propuesta 2

Cielo raso

Propuesta 3

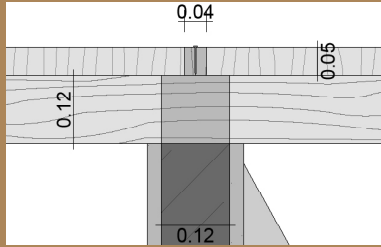


figura 370. Tiras sobre solera*
Propuesta 3

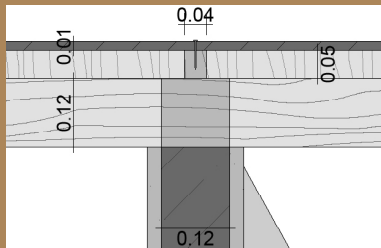


figura 371. Planchas de OSB*
Propuesta 3

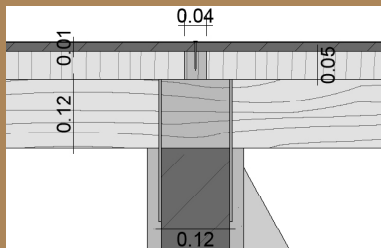


figura 372. Impermeabilizante*
Propuesta 3

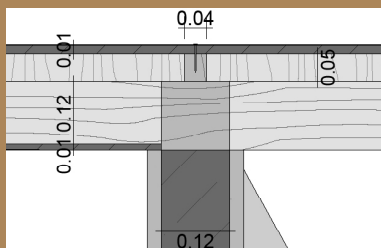


figura 373. Cielo raso*
Propuesta 3

Se clavan tiras de madera de 4 x 5cm y 2.40m de longitud sobre la solera cada 60cm en los dos sentidos.

Se clavan las planchas de OSB de 1.20 x 2.40m y 11mm de espesor sin dejar junta.

Se clava el canal metálico a la tira de madera.

Se coloca el impermeabilizante traslapado cubriendo las juntas de las planchas.

Se cuelga el cielo raso de gypsum de las tiras de madera dejando una altura de 2.40m libres, para conformar una cámara.

Se clava una tabla de 2 x 18cm y 2.40m de longitud a cielo raso cubriendo el canal colocado.

Se clava un perfil metálico de 10 x 10cm y 5mm de espesor en el borde inferior de la tabla.

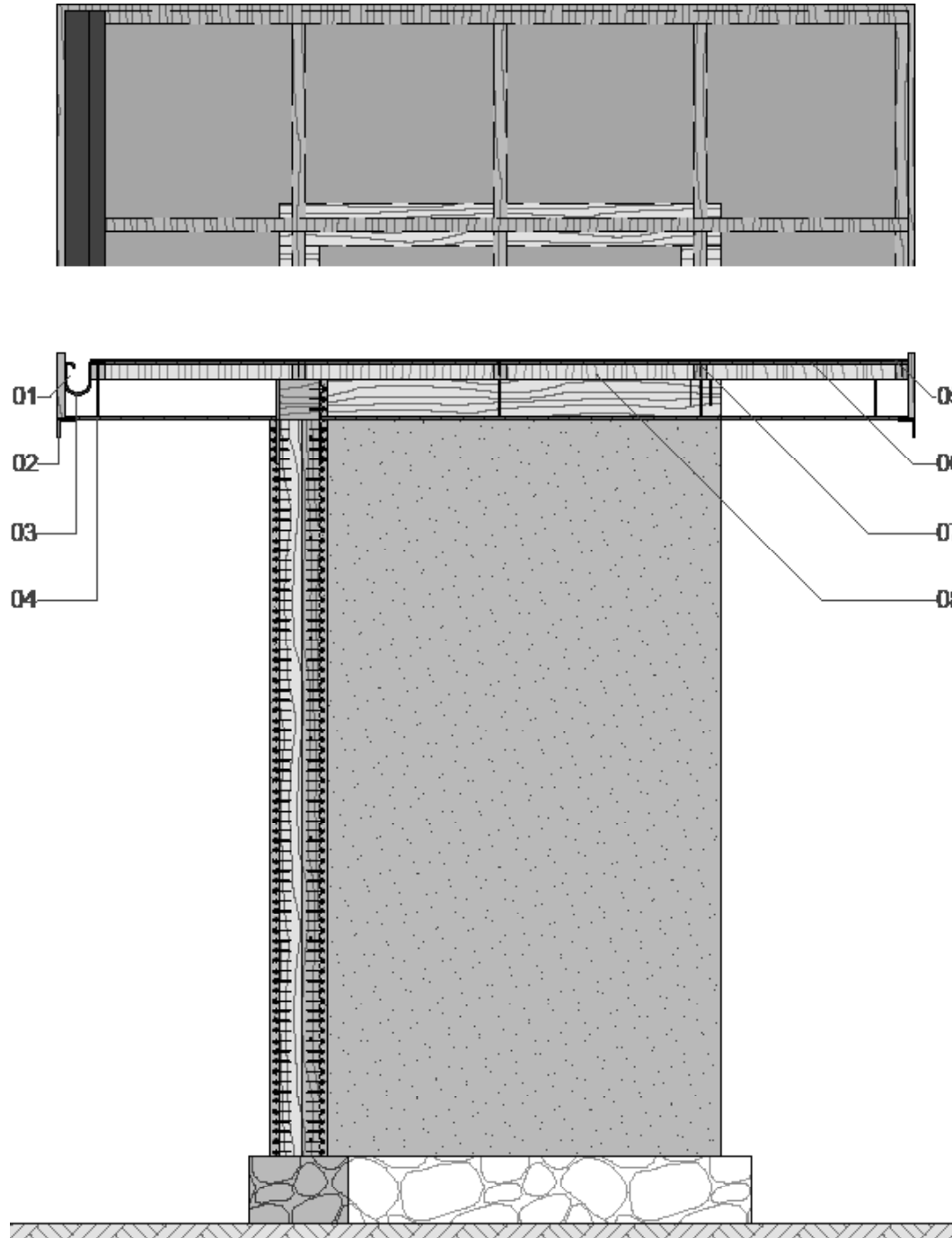


Figura 375. Detalle 15*
Propuesta 3

L E Y E N D A

- 01 tabla de madera 2 x 18cm l = 2.40m
- 02 perfil metálico L 5 x 5cm e = 5mm
- 03 canal metálico 10 x 10cm e = 5mm
- 04 alambre galvanizado de sujeción
- 05 capa de chova impermeabilizante
- 06 planchas de OSB 120 x 240cm e = 1.5mm
- 07 clavo de cabeza plana 2" (5.08cm)
- 08 tira de madera 4 x 5cm l = 2.40m



Figura 376. Perspectiva 15*
Propuesta 3

**CONSTRUCCIÓN
DEL MODELO
DEMOSTRATIVO**

Actividades preliminares

Análisis del proyecto

Luego de culminar las etapas de investigación, vistas de campo y propuestas constructivas, se realiza la construcción de un módulo experimental de 3,60 x 3,60m, en el cual aplicamos los conocimientos adquiridos anteriormente, escogiendo el sistema constructivo más eficiente.

Considerando que el terreno está ubicado en el barrio “Los Geranios”, se tiene un suelo bueno, por lo cual la cimentación no necesita ser profunda y basta con una cimentación de hormigón ciclópeo para el modelo demostrativo. (Anexos-página 164)

Además se analiza la ubicación del módulo en el terreno, y conociendo que la dirección de los vientos en la ciudad de Cuenca está en sentido noreste-suroeste, se coloca el ingreso en dirección noroeste-sureste, oponiéndose a la corriente de los vientos, para evitar que el interior sea más frío.

Por otra parte, tomando en cuenta el clima frío de la zona, se coloca una pequeña ventana para conformar un espacio cerrado con el mínimo de aberturas, que aisle el ambiente exterior del interior, ya que este sistema constructivo crea un microclima y de esta manera se evita las fugas del calor por las ventanas.

Esta ventana se ubica al noreste, con el fin de permitir el ingreso de sol en la mañana al interior, y otra de las razones por las que se coloca este elemento en este lugar es por la vista paisajística que posee.

Después de realizar este análisis del proyecto, se procede a realizar el diseño de las plantas del modelo demostrativo, así como de las fachadas moduladas y las respectivas perspectivas.

Dentro de las actividades preliminares también están incluidos la elaboración del presupuesto y el cronograma de actividades a realizarse.

Jéssica Pinos S.
Teresa Baculima

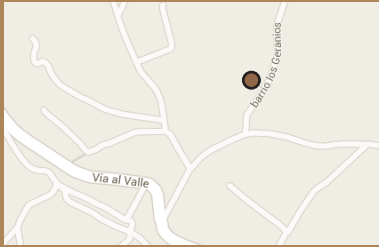


figura 377. Ubicación*
Barrio “Los Geranios”



figura 378. Terreno*
Tipo de suelo bueno

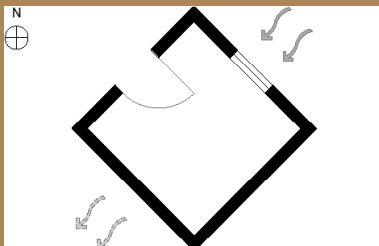


figura 379. Dirección de vientos*
Noreste - Suroeste

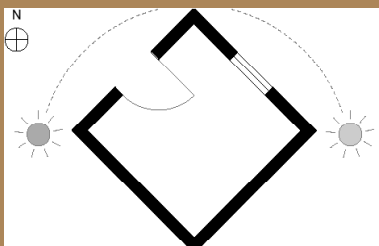


figura 380. Soleamiento*
Este - Oeste

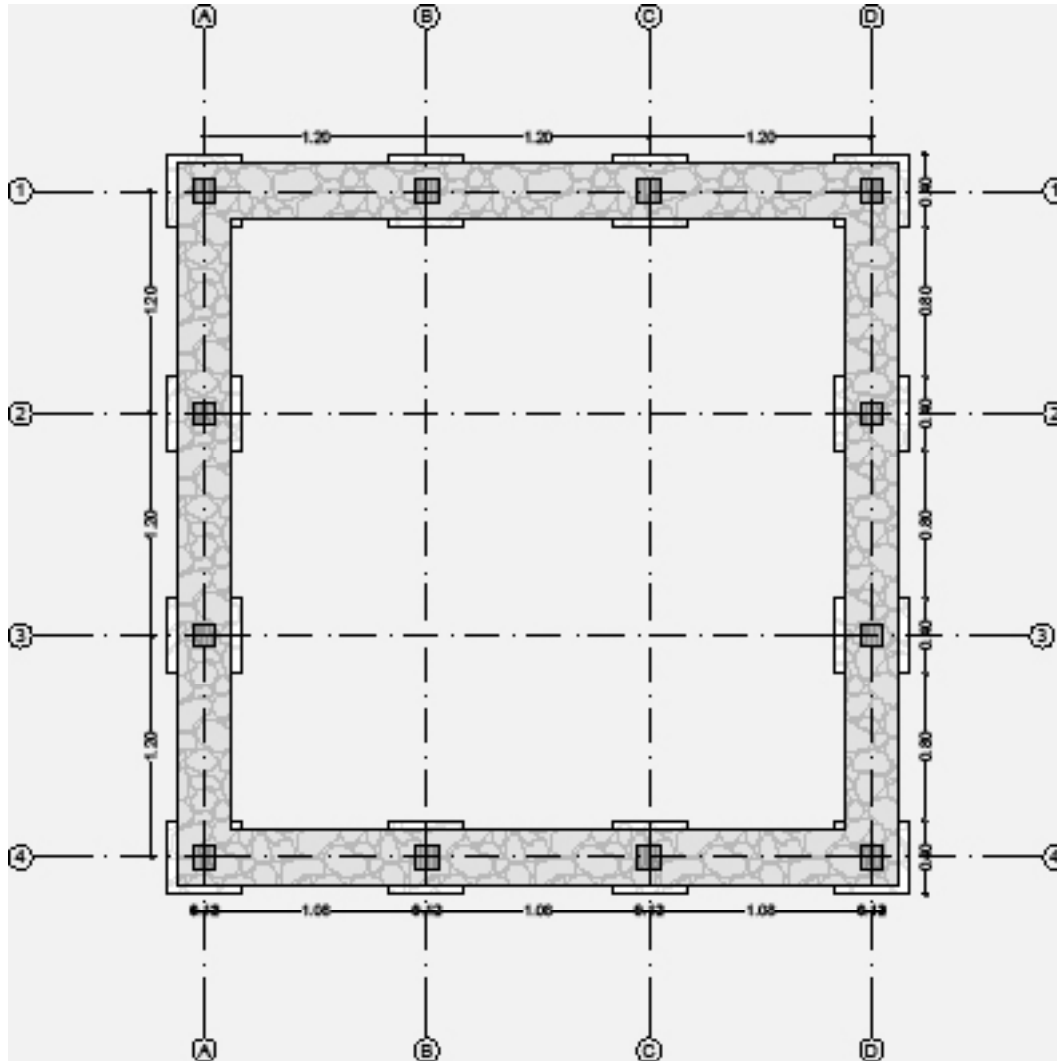


Figura 381. Planta de cimentación*
n = -0.60

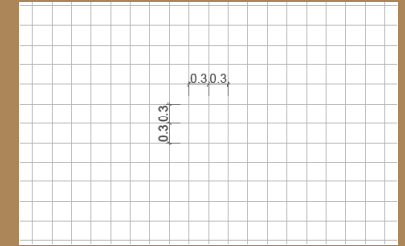


figura 382. Malla base*
30x30cm

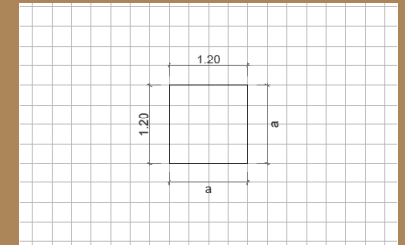


figura 383. Módulo a*
1.20x1.20m

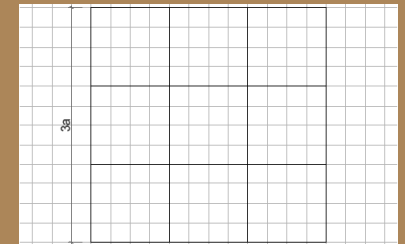


figura 384. Planta modular*
3.60x3.60m

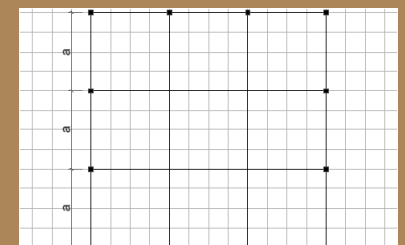


figura 385. Modulación estructural*
Cada 1.20m

Actividades preliminares

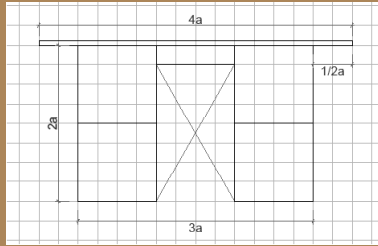


Figura 386. Elevación frontal*
Módulo a=1.20m

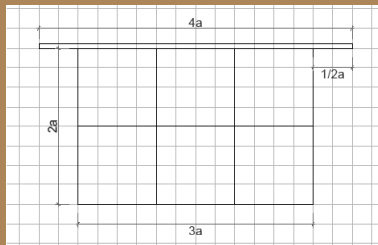


Figura 387. Elevación lateral derecha*
Módulo a=1.20m

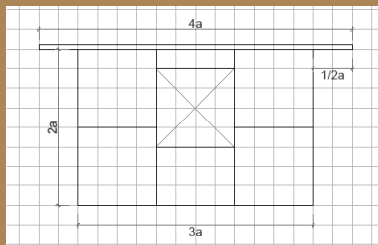


Figura 388. Elevación posterior*
Módulo a=1.20m

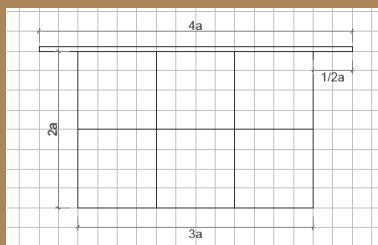


Figura 389. Elevación lateral izquierda*
Módulo a=1.20m

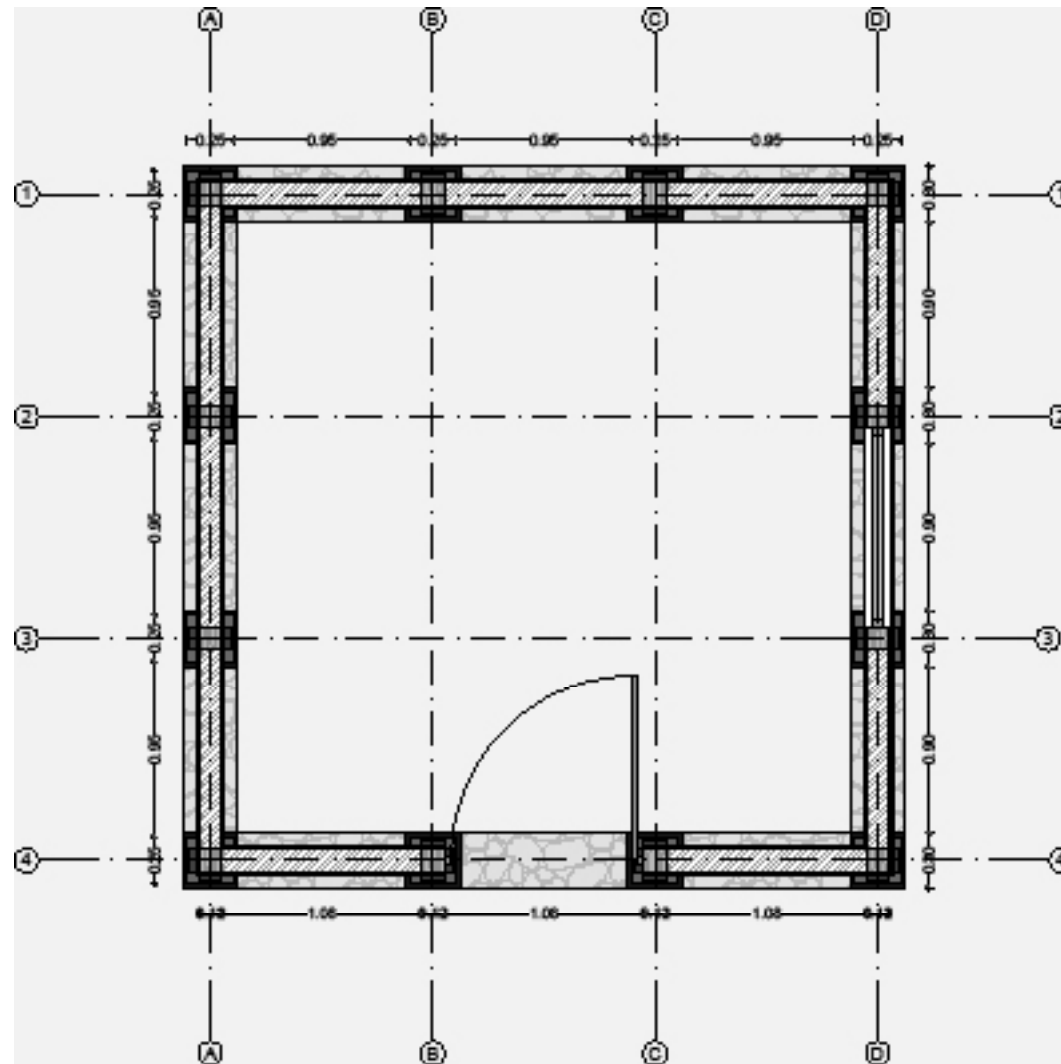


Figura 390. Planta única*
n = ± 0.00

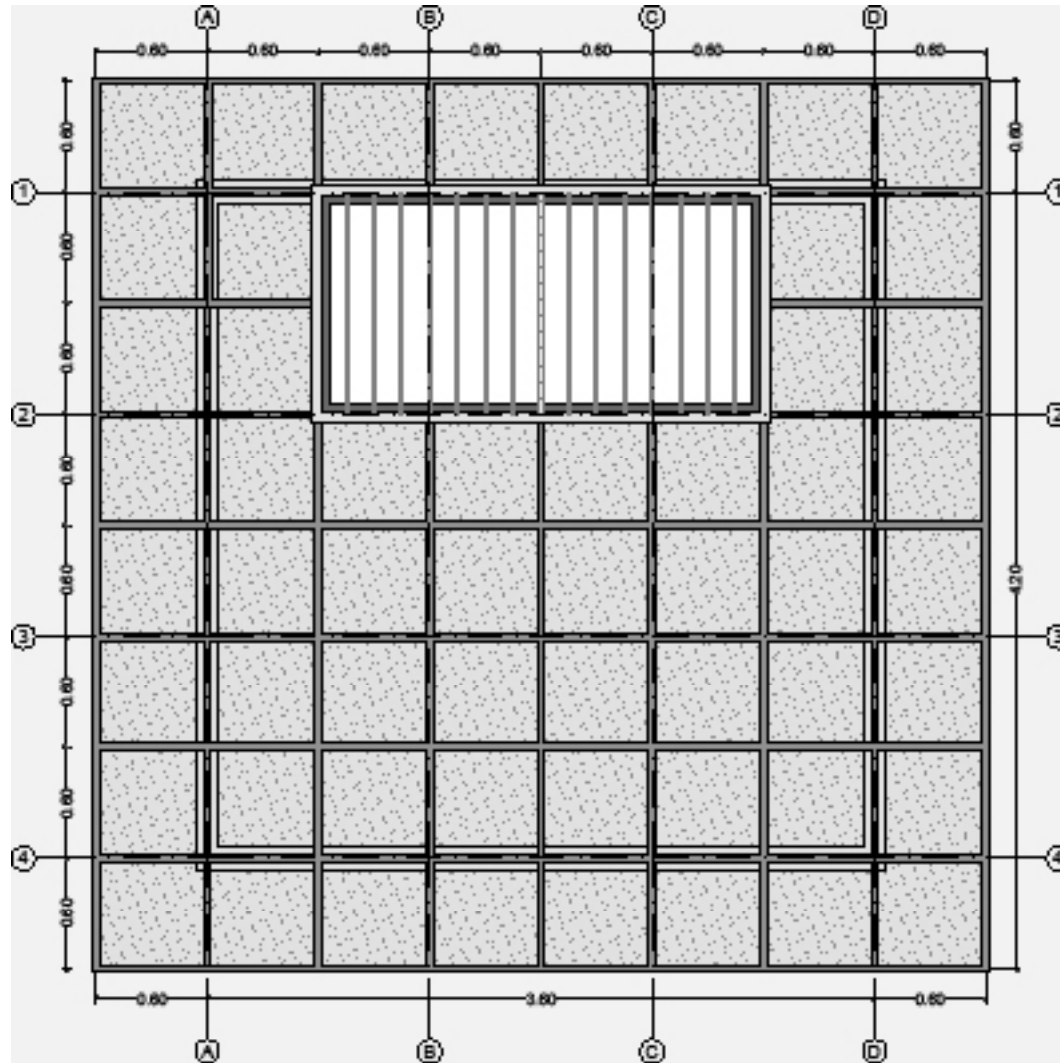


Figura 391. Planta de cubierta*
 $n=+2.40$



Figura 392. Perspectiva A*
Representación



Figura 393. Perspectiva B*
Representación



Figura 394. Perspectiva C*
Representación



Figura 395. Perspectiva D*
Representación

Actividades preliminares

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
Piedra de río	m ³	1.00	20.00	20.00
Cemento	sacos	7.00	7.27	50.89
Arena	m ³	2.00	20.00	40.00
Grava	m ³	1.50	20.00	30.00
Tablas de encofrar l=3m	u	12.00	3.00	36.00
Albalux	lb	1.00	1.00	1.00
Cadena v5 l=3m	u	2.00	20.85	41.70
Varilla corrugada 12mm l=6m	u	1.00	12.00	12.00
Malla electrosoldada R84 3x3m	u	1.00	4.60	4.60
Tiras 4 x 5cm l=3m	u	25.00	1.00	25.00
Pintura asfáltica	gl	1.00	11.91	11.91
Material epóxico	gl	1.00	3.40	3.40
Viguetas 12 x 12cm	u	8.00	9.00	72.00
Placas 30 x 30cm e=2mm	u	12.00	3.00	36.00
Ángulos 12 x 5cm e=3mm	u	2.00	34.00	68.00
Guardacabos 3/16	u	32.00	0.66	21.12
Grilletes 3/16	u	32.00	0.75	24.00
Cable de acero 3/16	m	46.40	0.44	20.42
Sellador y catalizador	gl	1.00	48.44	48.44



DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
Paja de cerro	atados	8.00	1.50	12.00
Banda Impermeabilizante 10cm	rollo	1.00	35.00	35.00
Preservante de madera	gl	1.00	27.00	27.00
Tornillos 1 ½"	u	65.00	0.30	19.50
Placas Eternit liso 1.20 x2.40cm	u	8.00	11.50	92.00
Alambre de amarre #8	rollo	1.00	2.50	2.50
Cola	gl	1.00	5.42	5.42
Carrizo 1.20m	atados	16.00	3.25	52.00
Vidrios 6 líneas 1.40 x 1.3cm	u	2.00	16.50	33.00
Silicón	u	1.00	1.80	1.80
Perno de ojo 5"	u	32.00	1.62	51.84
Clavos 1 ½"	kg	4.00	1.06	4.24
Clavos 2"	kg	2.00	1.13	2.26
Clavos 2 ½"	kg	2.00	1.20	2.40
Clavos 4"	kg	2.00	1.41	2.82
Broca para madera	u	5.00	1.25	6.25
Aceite	u	1.00	0.60	0.60
Mano de obra	semana	3.00	195.00	585.00
TOTAL			1502.11	

Actividades preliminares

DESCRIPCIÓN	1 SEMANA	2 SEMANA	3 SEMANA
Desbroce y limpieza	■		
Replanteo y nivelación		■	
Excavación y desalojo		■	
Relleno de cimentación		■	
Encofrado de sobrecimiento		■	
Relleno de sobrecimiento		■	
Armado de contrapiso		■	
Anclaje de placas		■	
Levantamiento de estructura		■	
Tensado de cables		■	
Impermeabilización estructural		■	
Armado de cubierta		■	
Colocación de planchas eternit		■	
Colocación de vidrio		■	
Impermeabilización de cubierta		■	
Tejido del carrizo			■
Mezcla y reposo del barro		■	■
Colocación del barro			■
Impermeabilización del barro			■

Recomendaciones

Previo a la construcción del módulo debemos tomar en cuenta algunos requerimientos previos sobre los materiales que van a ser usados.

Por otra parte, para que se convierta en una construcción prefabricada, es necesario preparar los materiales previamente, es decir, cortar las piezas de madera y carrizo según medidas necesarias, y así mismo los ángulos y las placas metálicas deben estar cortadas y tener las perforaciones requeridas; y de esta manera tener los materiales listos para su montaje en obra.

Madera rolliza

Debe estar completamente seca, es decir con un contenido de humedad del 19% como máximo, no debe presentar defectos como deformaciones, ni rajaduras, y sus dimensiones admiten una tolerancia de $\pm 3\text{mm}$. Para evitar la deformación de las piezas de madera por la humedad, estas deben estar almacenadas en un lugar cubierto y con ventilación hasta su montaje.

Carrizo

Este material debe estar seco y maduro, no debe presentar curvaturas muy pronunciadas, no debe contener ramas ni hojas, y debe poseer un diámetro de 2cm aproximadamente.

Barro

La tierra escogida para la preparación del barro debe tener un porcentaje aproximado del 60% de arcilla. La mezcla de la tierra con la paja debe reposar dos semanas, ganando mayor resistencia mientras más tiempo de reposo tenga.



Figura 396. Madera rolliza*
Materiales usados



Figura 397. Carrizo*
Materiales usados



Figura 398. Tierra*
Materiales usados



Figura 399. Paja*
Materiales usados

Seguimiento de la Construcción del Módulo



Figura 400. Desbroce*
Cimentación



Figura 401. Nivelación*
Cimentación



Figura 402. Trabillas*
Cimentación



Figura 403. Trazado*
Cimentación

Cimentación

Herramientas

Pala
Pico
Barreta
Escuadra
Nivel
Flexómetro
SERRUCHO
Martillo
Carretilla

Materiales

Cal
Arena gruesa
Ripio
Cemento
Piedra de río
Tablas
Clavos de 2"
Tiras

Procedimiento

1. Se señaló el área en la que se ejecutará la construcción del modelo demostrativo y se realizó el desbroce y la nivelación del terreno.

2. Se mide la dimensión total del cimiento donde se colocó elementos guías que permiten delimitar la zona a ser nivelada.

3. Se removió el terreno quitando el exceso de tierra generado hasta que se niveló completamente obteniendo una superficie uniforme y plana apta para la construcción.

4. Posteriormente, se armó y se colocaron las trabillas de madera, en el espacio dejado anteriormente, alrededor del lugar destinado para la cimentación, donde se introducen clavos guías para realizar el replanteo.

5. Tomando como referencia un punto, se templó la piola, se escuadró y midió la dimensión total de los cimientos según las especificaciones de los planos, formando el contorno de los cimientos con la piola.

6. Finalmente, se marcó la dimensión del cimiento en cada lado, se templó una piola, que se escuadra y traza con cal sobre el terreno

Se debe considerar que la cimentación depende de la resistencia del suelo, la cual va a variar según cada caso, debido a la naturaleza buena del terreno, ya que el asentamiento que se produce es reducido, y que las cargas que va a soportar son bajas debido a lo liviano de la construcción, no se requiere una cimentación profunda, por lo que se procede a excavar las zanjas de 40 x 40cm y 60cm de profundidad.

7. Para proporcionarle un mayor soporte y estabilidad al cimiento en la base de cada uno se realizó un replantillo de piedra cuyas dimensiones serán 40 x 40cm y 10cm de espesor.

8. Se fundió los cimientos de 40 x 40cm y 50cm de profundidad, de hormigón ciclópeo, con 60% piedra de río y 40% hormigón en una proporción es 1 parte de cemento, 3 de arena y 3 de grava.



Figura 404. Cimientos*
Cimentación



Figura 405. Excavación*
Cimentación



Figura 406. Relleno con piedra*
Cimentación



Figura 407. Relleno con hormigón*
Cimentación



Figura 408. Cimiento fundido*
Cimentación

Seguimiento de la Construcción del Módulo



Figura 409. Trazado*
Sobrecimiento



Figura 410. Encofrado*
Sobrecimiento



Figura 411. Apuntalamiento*
Sobrecimiento



Figura 412. Apoyo horizontal*
Sobrecimiento

Sobrecimiento

Herramientas

Pala
Escuadra
Nivel
Flexómetro
SERRUCHO
Martillo
Carretilla
Soldadora

Materiales

Cal
Arena gruesa
Ripio
Cemento
Tablas de encofrar
Clavos de 2"
Tiras
Varillas 12mm
Placa metálica
Pintura asfáltica
Material epóxico

Procedimiento

Una vez fundidos los cimientos se procede a realizar el sobrecimiento de 30cm de ancho y 20cm

de altura para evitar el contacto directo del módulo con la humedad del suelo.

1. Primero se trazó las dimensiones necesarias para la colocación del encofrado.

2. Se midió y cortó las tablas de encofrar, uniéndolas entre sí para alcanzar la longitud de 3.90m mediante tiras de madera clavadas a las tablas.

3. Se colocó las tablas de encofrar sobre el trazado y se apuntaló para mantener su verticalidad con tiras enterradas y clavadas en el otro extremo, conformando el encofrado exterior.

4. Para el interior se repitió el mismo procedimiento pero sin el apuntalamiento, y en su lugar se clavan tiras horizontalmente cada 60cm a lo largo del encofrado.

5. Se cortó la viga v5, la cual fue colocada en el sobrecimiento considerando 5cm menos a cada lado para el recubrimiento.

6. Se vertió al interior del encofrado el hormigón con la misma dosificación del cemento cuya proporción es 1 parte de cemento, 3 de arena y 3 de grava, mezclando con una varilla.

7. Se soldó cuatro varillas de 12mm de diámetro, conformando un cuadrado de 12cm de lado en el centro de la placa, y una longitud de 25cm a una placa metálica de 30 x 30cm y 3mm de espesor.

8. Se perforó en el sobrecimiento cuatro agujeros de 12mm de diámetro con un taladro, conformando un cuadrado de 12cm de lado, y una profundidad de 25cm.

9. Finalmente se colocó una capa de pintura asfáltica cubriendo un área de 30 x 30cm, en donde se va a colocar la placa.

10. Se rellenó los cuatro agujeros realizados con material epóxico.

11. Se insertó las varillas soldadas a la placa metálica en los agujeros.

Losa de cimentación

Herramientas

Pala
Nivel
Carretilla
Codal
Flexómetro

Materiales

Arena gruesa
Ripio
Cemento

Procedimiento

1. Se colocó y niveló con material de relleno apisonado hasta una altura de 10cm.

2. Se realizó una replantillo de piedra de 5cm.

3. Se colocó una malla electrosoldada r84 de 3.30 x 3.30m.

4. Se vertió 5cm de hormigón con una dosificación 1:2:3, hasta lograr la misma altura del sobrecimiento.



Figura 413. Encofrado*
Sobrecimiento



Figura 414. Perforación*
Sobrecimiento



Figura 415. Colocación de placas*
Sobrecimiento



Figura 416. Material de relleno*
Sobrecimiento

Seguimiento de la Construcción del Módulo



Figura 417. Angulos soldados*
Estructura



Figura 418. Perforación de ángulos*
Estructura



Figura 419. Colocación de taco fisher*
Estructura



Figura 420. Colocación de tornillo*
Estructura

Estructura

Materiales

Viguetas 12 x 12cm
Placas 30 x 30cm e=2mm
Ángulos 12 x 5cm e=3mm
Perno de ojo 5"
Grilletes 3/16
Cable de acero 3/16
Taco Fisher 2 ½"
Tornillos 2"
Clavos 4"

Herramientas

Taladro
Martillo
Flexómetro
Soldadora
Nivel
Serrucho
Segueta
Playo
Hacha

Procedimiento

1. Se ubicó las placas de 30 x 30cm de acero en el sobrecimiento cada 1.20m entre ejes, alrededor del sobrecimiento fraguado.

2. Sobre cada placa se soldó 4 ángulos metálicos de 5 x 5cm y 3mm de espesor, creando un espacio cuadrado de 12 x 12cm en el centro de la placa, dentro del cual se colocarán las viguetas de madera impermeabilizadas.

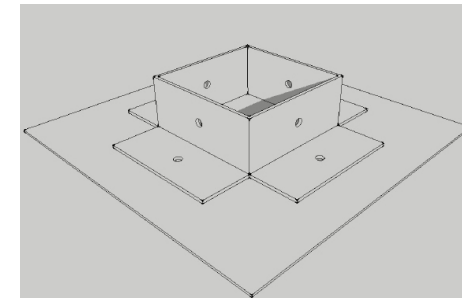


Figura 421. Perfiles base*
Estructura

3. Se realizó perforaciones en los ángulos y en las placas metálicas, dejando un agujero en el centro de cada cara superior e inferior del ángulo.

4. Se realizó una perforación en el sobrecimiento tomando como referencia el agujero realizado en la cara inferior.

5. Se colocó un taco fisher en cada agujero.

6. Se colocó un tornillo en cada taco fisher para unir los ángulos y la placa a la cimentación.

7. Una vez atornilladas las placas al sobrecimiento, se impermeabilizó la parte inferior de la vigueta.

8. Se introdujo la vigueta en la caja formada por los ángulos que formaron el espacio cuadrado de 12 x 12cm.

9. Se perforó las viguetas tomando como referencia el agujero dejado en el ángulo y se unió a los ángulos con tornillos.

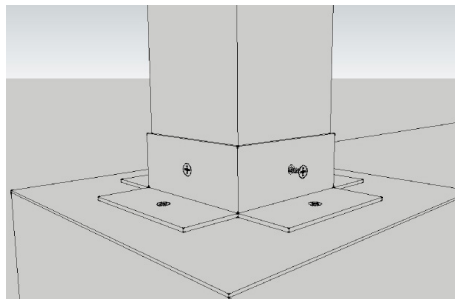


Figura 422. Placa y ángulos metálicos*
Estructura

10. Para el amarre de las viguetas verticales (pilares), y las viguetas horizontales (soleras superiores)

se realizó una unión a tope con clavos de 4", nivelando para mantener tanto la verticalidad como la horizontalidad de los elementos.

11. Para mejor soporte se perforó los ángulos de 12 x 5cm con el taladro, dejando un agujero en el centro de cada cara del ángulo.

12. Se introdujo un perno de ojo de 5" en la cara superior del ángulo y se atornilló en la cara inferior.

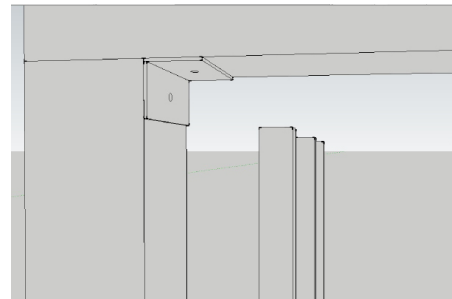


Figura 423. Ángulos metálicos*
Estructura

Para evitar la acción del esfuerzo de corte que genera un desplazamiento de las piezas longitudinal y transversalmente se coloca un elemento diagonal, que triángule los marcos conformados, como es el cable de acero.



Figura 424. Anclaje de placas*
Estructura



Figura 425. Destaje de pilares*
Estructura



Figura 426. Perforación de pilares*
Estructura



Figura 427. Colocación de pilares*
Estructura

Seguimiento de la Construcción del Módulo



Figura 428. Pernos de ojo*
Estructura



Figura 429. Argolla con el cable*
Estructura



Figura 430. Perforación de pilares*
Estructura



Figura 431. Colocación de soleras*
Estructura

13. Primero se enroscó el perno de ojo de 5" a una distancia de 5cm de la parte inferior de las viguetas y 5cm de la parte superior de la misma, y a través de ellos pasó el cable tensor formando una argolla que se sujetó con una abrazadera o grillete de 3/16, dejando 5cm de cable sobrante.

14. En la parte superior donde se colocó el perno de ojo, se repitió el procedimiento, creando una diagonal entre los pilares. Estos cables remplazan la función que cumplen las riostras de madera colocadas en el bahareque tradicional.

15. Se repite el proceso de colocación del cable en el otro pilar del pórtico para conformar un cruce de elementos diagonales, que proporcionan mayor rigidez y resistencia a las fuerzas a las que se encuentra sometida la estructura. El cruce de cables se hace en los pórticos de los extremos que son los que van a estar más expuestos.

16. Según los planos realizados, se procedió a colocar los dinteles que conforman los vanos de la puerta y la ventana, para lo cual se niveló y cortó las viguetas que conforman el marco de estos elementos.



Figura 432. Tensores (cables de acero)*
Estructura

Preservación de la madera

Materiales

Sellador y catalizador

Preservante de madera

Herramientas

Brocha de 5"

Lija media

Trapo

Procedimiento

Según la investigación realizada sobre el mejoramiento de la madera, los preservantes pueden colocarse antes o después del montaje de la estructura.

En este caso se lo hizo con la estructura ya armada, excepto las partes inferiores de la madera que se introdujeron en el cuadrado formado por los 4 ángulos metálicos, las cuales fueron impermeabilizadas anteriormente para evitar el contacto directo de la madera con el metal.

1. Se realizó una limpieza a las pie-

zas de madera que conforman la estructura con el propósito de que el preservante tenga mayor adherencia.

2. Con una brocha se puso el preservante de madera (insecticida y fungicida) en cada pieza de la estructura.

3. Al secarse las piezas, se repitió este proceso nuevamente para que la aplicación del producto sea uniforme.

4. De la misma manera con un trapo se puso el sellador y catalizador en cada pieza.

5. Este proceso se lo hace 2 veces con el fin de que el producto penetre en las piezas y su acción sea más efectiva.

6. Una vez seco el sellador se lijó los elementos de madera para tener una superficie regular y mejorar la acción del mismo.

Este sellador sirve para emporar y facilitar el lijado.



Figura 433. Colocación de ángulos* Estructura



Figura 434. Clavado de dinteles* Estructura



Figura 435. Impermeabilización* Preservación



Figura 436. Secado de piezas* Preservación

Seguimiento de la Construcción del Módulo



Figura 437. Armado de estructura*
Cubierta



Figura 438. Montaje de estructura*
Cubierta



Figura 439. Conformación de tragaluz*
Cubierta



Figura 440. Colocación de planchas*
Cubierta

Cubierta

Materiales

Clavos 2 ½" y 4"

Tornillos 1 ½"

Placas de Eternit liso 1.20 x 2.40m

Tiras 4 x 5cm

Pintura Impermeabilizante

Carrizo 1.20m

2 Vidrios 6 líneas, 1.40 x 1.3cm

Silicón

Impermeabilizante banda adhesiva
tapagoteras (chova 10cm)

Herramientas

Martillo

Taladro

Piola

Nivel

Brocha Flexómetro

Lápiz

Escalera

Procedimiento

Para la construcción de la cubierta se realizó un entramado de tiras cuadrado con separaciones de 60cm entre ejes y se conformó alrededor de 60cm alrededor del módulo.

1. Se unió las tiras de madera mediante un destaje en ángulo de 45° en su extremo para alcanzar una dimensión de deseada de 4.80m con clavos de 2 ½".

2. Se armó el entramado de tiras para la cubierta, uniéndolas entre sí con clavos de 2 ½", el cual inicia con las tiras principales de 4.80m en las cuales se clavó tiras de 60cm de forma perpendicular a esta, cada 60cm a lo largo de las tiras principales.

3. Se subió el entramado de tiras ya armado por partes a la estructura y se clavó a las viguetas horizontales (soleras superiores) con clavos de 4".

4. Se dejó el espacio del tragaluz cuyas dimensiones son 1.20 x 2.40m a 60cm de la solera superior posterior, esta abertura se rodeó por tiras de amarre.

5. Se cortó una plancha de Eternit para conformar los espacios que rodean el tragaluz dejado previamente.

6. Sobre la armadura se colocaron planchas de Eternit lisa, sujetadas con tornillos de 1 ½”, considerando el vacío del tragaluz.

7. Las superficies de las planchas se impermeabilizó con 3 capas de pintura Adfill Aditec.

8. En las uniones de las planchas se colocó bandas impermeabilizantes (chova), para evitar filtraciones de agua al interior.

9. Previamente al interior de las tiras de amarre del tragaluz se clavó carrizos de soporte a estas tiras.

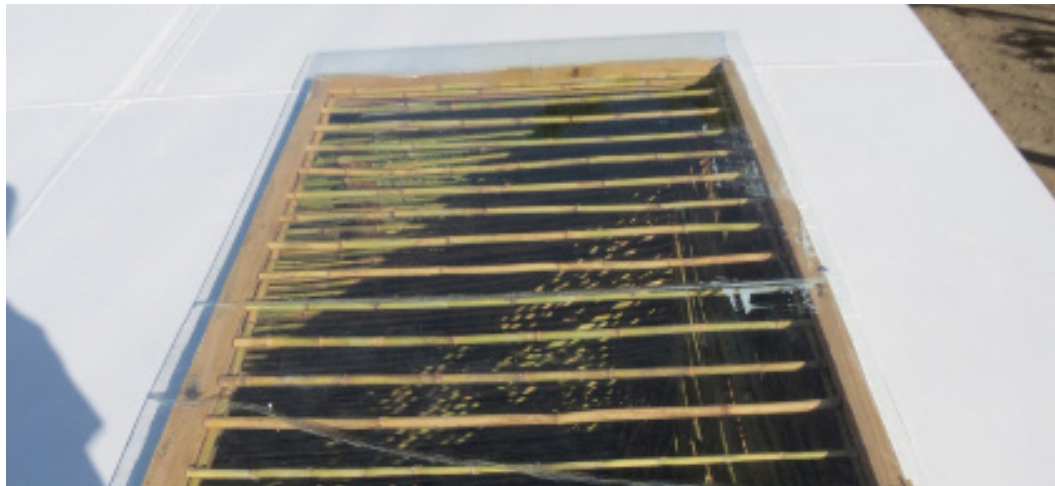


Figura 441. Tragaluz*
Cubierta

10. Sobre estos carrizos se clavó otros carrizos en la menor luz con clavos de 2”, cada 12cm, con el fin de que estos filtren el ingreso del iluminación solar al interior.

11. En la unión de las tiras de borde y las planchas de Eternit liso se puso la banda adhesiva tapagoteiras (chova), para impermeabilizar esta unión.

12. Sobre las tiras superiores se acento las planchas de vidrio de 6mm que sobresale del contorno de las mismas 5cm, los cuales se unieron entre sí con silicón.



Figura 442. Impermeabilización*
Cubierta

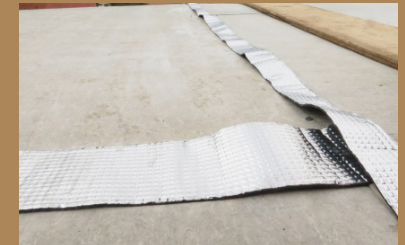


Figura 443. Colocación de bandas*
Cubierta



Figura 444. Carrizos en tragaluz*
Cubierta



Figura 445. Colocación del vidrio*
Cubierta

Seguimiento de la Construcción del Módulo



Figura 446. Carrizos iniciales*
Armado de carrizo



Figura 447. Pared exterior*
Armado de carrizo



Figura 448. Cámara de aire*
Armado de carrizo



Figura 449. Pared interior*
Armado de carrizo

Armado del carrizo

Materiales

Carrizo

Alambre de amarre N°8

Clavos 1 ½"

Clavos 2"

Tablas

Herramientas

Martillo

Playo

SERRUCHO

Escalera

Procedimiento

Previamente se seleccionó las piezas más rectas, con menos curvaturas y con un grosor de 1.5cm aproximadamente.

Se retiró las ramas de las varas y se cortó los carrizos de las medidas requeridas para cada pared.

1. Se clavó los carrizos en cada pilar con clavos de 1 ½" y 2" dependiendo del diámetro que tenga el carrizo.

2. Para la siguiente hilera se clavó a una distancia de 2cm y se consideró una traba de 1.20m con respecto a la hilera anterior.

3. Este proceso se realizó en las paredes externas y una vez culminadas se prosiguió a hacer las paredes internas clavando los carrizos desde abajo hacia arriba, considerando los vanos libres.

4. Se amarró cada dos varas de carrizos entre sí con el alambre de amarre, haciendo un torniquete con el playo en la mitad de cada pórtico.

5. Se colocaron tablas sobre el piso entre los pilares para evitar el desmoronamiento del material colocado posteriormente.

6. Se clavó los carrizos en las paredes interiores con clavos de 1 ½ y 2".

7. Se crea una cámara de aire entre los carrizos con el propósito de aislar al módulo demostrativo del exterior.

Revestimiento de barro

Materiales

Paja

Tierra

Cola

Agua

Cemento

Herramientas

Pala

Machete

Manguera

Brocha

Procedimiento

1. Se cortó la paja en trozos de 15cm aproximadamente con el machete.



Figura 450. Corte de la paja*
Revestimiento

2. Se mojó la tierra y se mezcló con la paja cortada, en una proporción 3 partes de barro y 1 de paja.

3. Se batió la mezcla con los pies y se dejó reposar por dos semanas, dejándola tapada con paja de la intemperie.

4. Transcurridas las dos semanas se remojó la mezcla y con la pala se mezcló nuevamente la tierra preparada.

5. Con la mano se cogió cantidades de esta mezcla y se embarró sobre los carrizos.

6. Este proceso se realizó, en las 4 paredes externas, poniendo de arriba hacia abajo.

7. Para mejorar la adherencia del barro, se hizo una mezcla de 2 partes cola blanca, 2 de agua y 1 de cemento, y con una brocha se puso sobre la tierra.

8. Se curó a las paredes externas hidratándolas con agua después de 24 horas.



Figura 451. Batido del barro*
Revestimiento



Figura 452. Mezclado manual*
Revestimiento



Figura 453. Embarrado*
Revestimiento



Figura 454. Modulo con barro*
Revestimiento

Propuestas arquitectónicas

Después de analizar y comparar las tres posibles soluciones constructivas en el sistema en bahareque para cada elemento, expuestas anteriormente hemos seleccionado la que nos ofrece mayores beneficios, convirtiéndose en una respuesta práctica y eficiente en la actualidad.

Basadas en estas soluciones constructivas hemos diseñado un módulo como un aporte práctico de este proyecto, cuyas dimensiones son 3.60 x 3.60m en donde se evidencia el mejoramiento del sistema constructivo.

En el cual visualmente hablando pretendemos proyectar una expresión de una arquitectura actual demostrando la adaptabilidad y variedad que ofrece la técnica del bahareque.

Con la finalidad de evidenciar la funcionalidad constructiva de este módulo hemos realizado un seguimiento de esta construcción en el cual se muestra paso a paso su ejecución.

Finalmente, a más de haber diseñado la planta constructiva, levantado las elevaciones y realizar el corte constructivo, hemos llevado a cabo un registro fotográfico de todo el proceso constructivo del módulo.

Por otra parte al ver la necesidad de resolver diferentes tipologías en planta, hemos seleccionado como edificación base a la vivienda para el diseño de una planta arquitectónica, considerando el mismo criterio de la técnica constructiva y basados en la misma modulación establecida anteriormente, hemos planteado tres propuestas arquitectónicas con diferentes morfologías.

En cada una de estas propuestas arquitectónicas de vivienda además hemos tomado en cuenta varios parámetros como la distribución espacial, la relación entre los diferentes espacios, la morfología de la planta arquitectónica, la confortabilidad espacial, la capacidad habitacional, la estética y el tamaño de la vivienda.

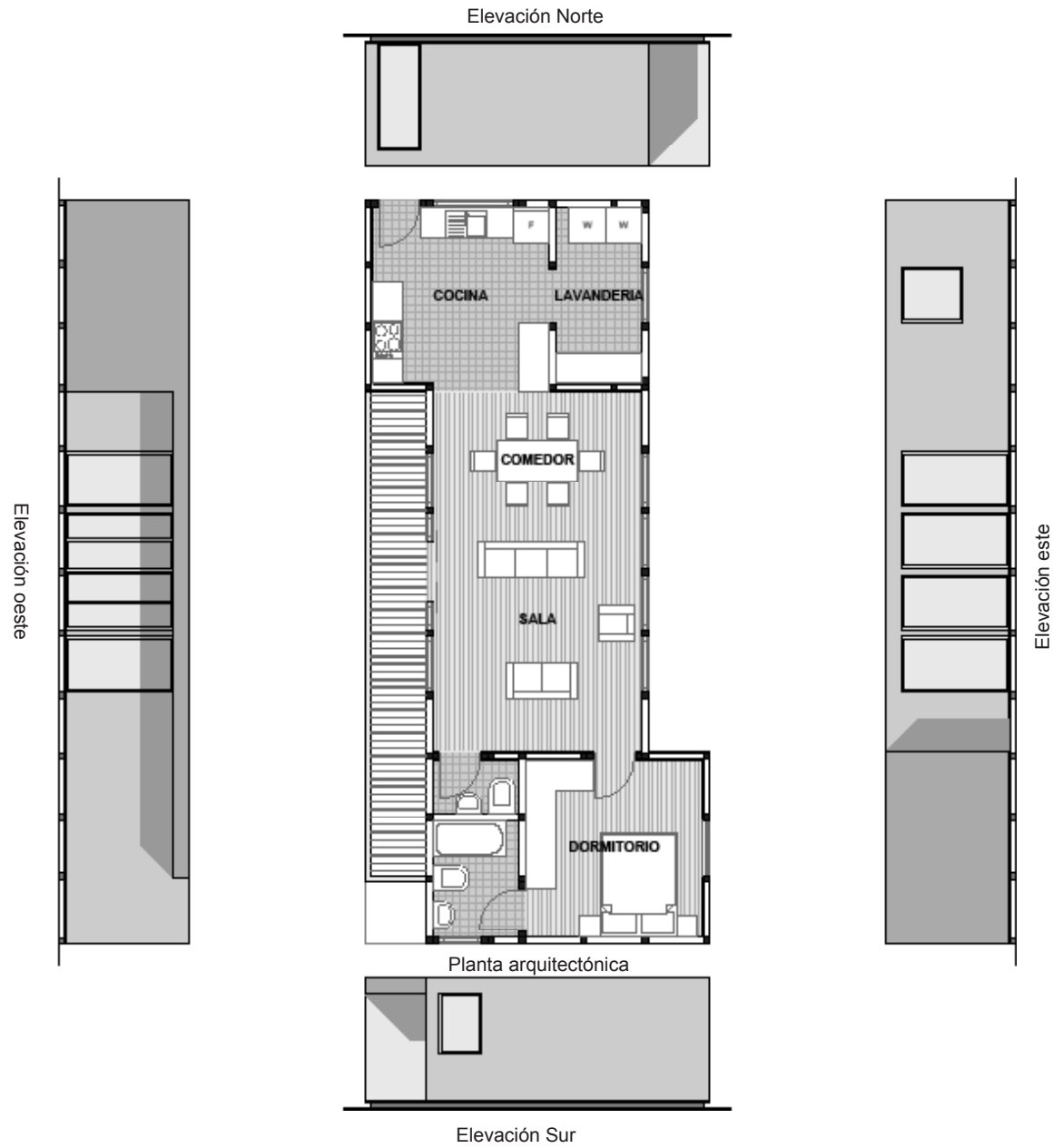


Figura 455. Planta arquitectónica A*
Propuesta A

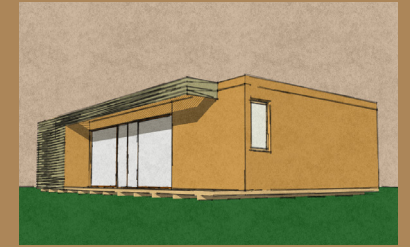


Figura 456. Perspectiva 01*
Propuesta A

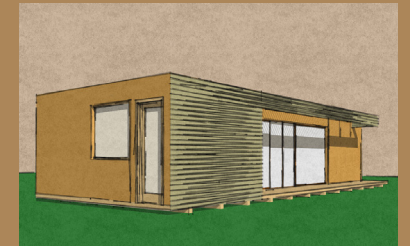


Figura 457. Perspectiva 02*
Propuesta A

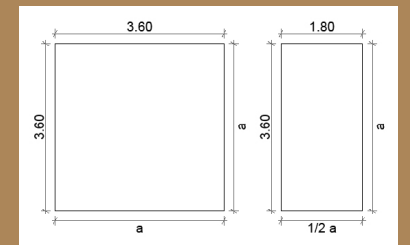


Figura 458. Módulos base*
Propuesta A

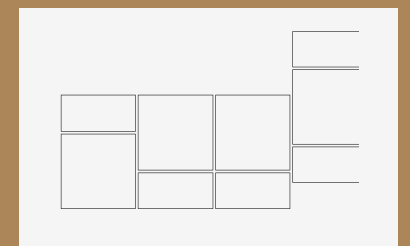


Figura 459. Modulación A*
Propuesta A

Propuestas arquitectónicas

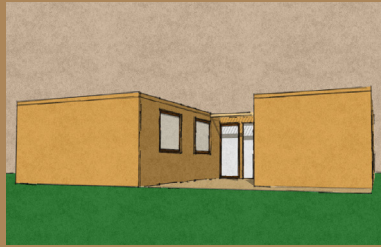


Figura 460. Perspectiva 03*
Propuesta B

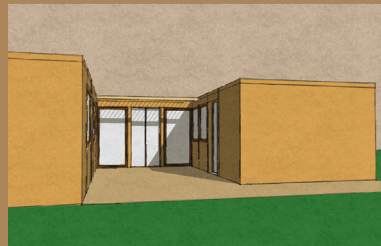


Figura 461. Perspectiva 04*
Propuesta B

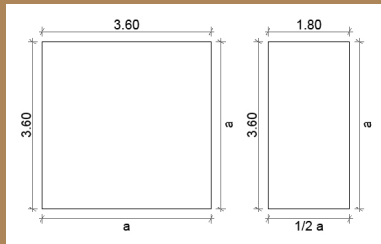


Figura 462. Módulos base*
Propuesta B

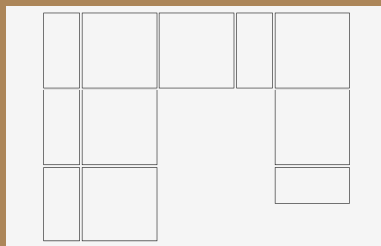


Figura 463. Modulación 2*
Propuesta B

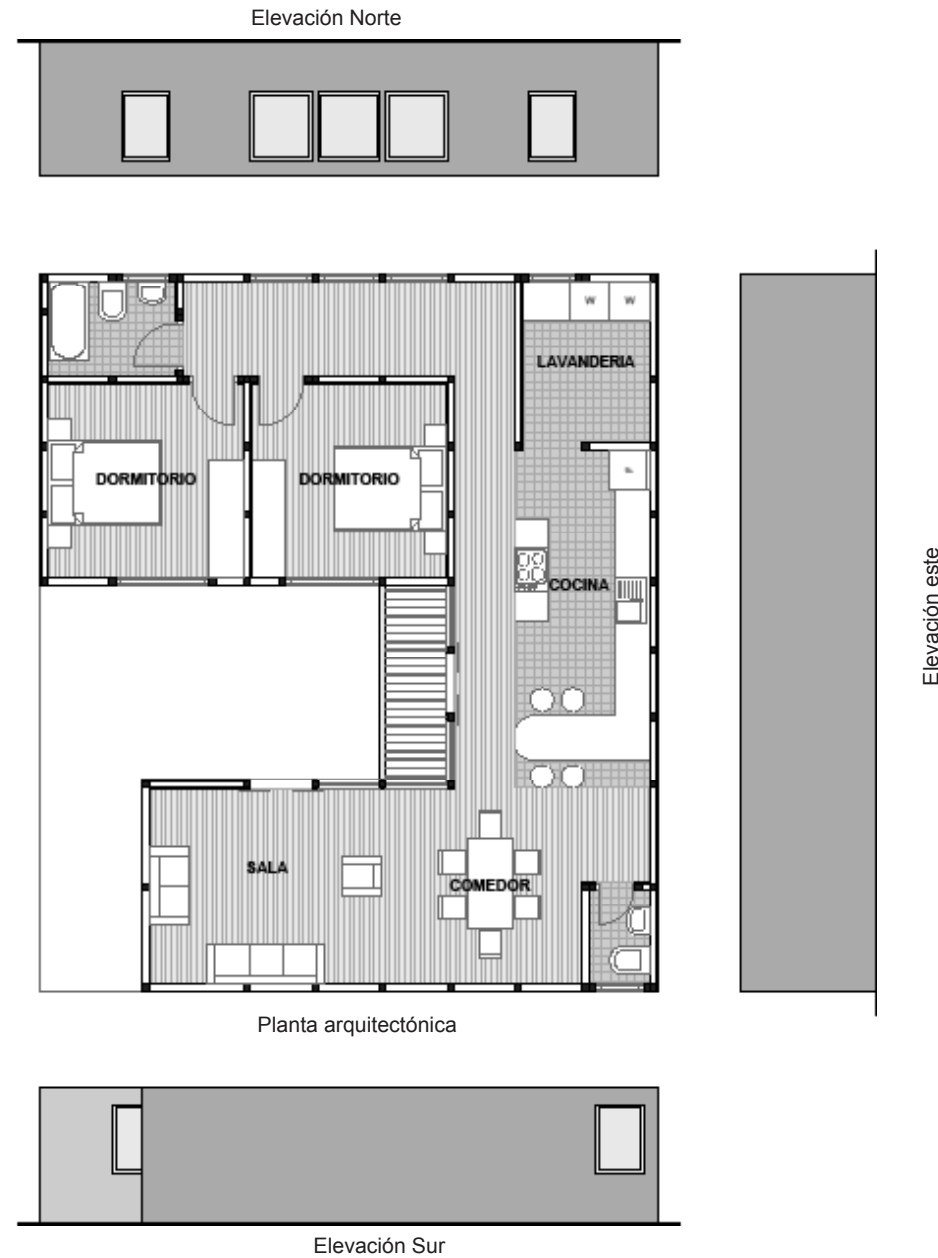


Figura 464. Planta arquitectónica B*
Propuesta B

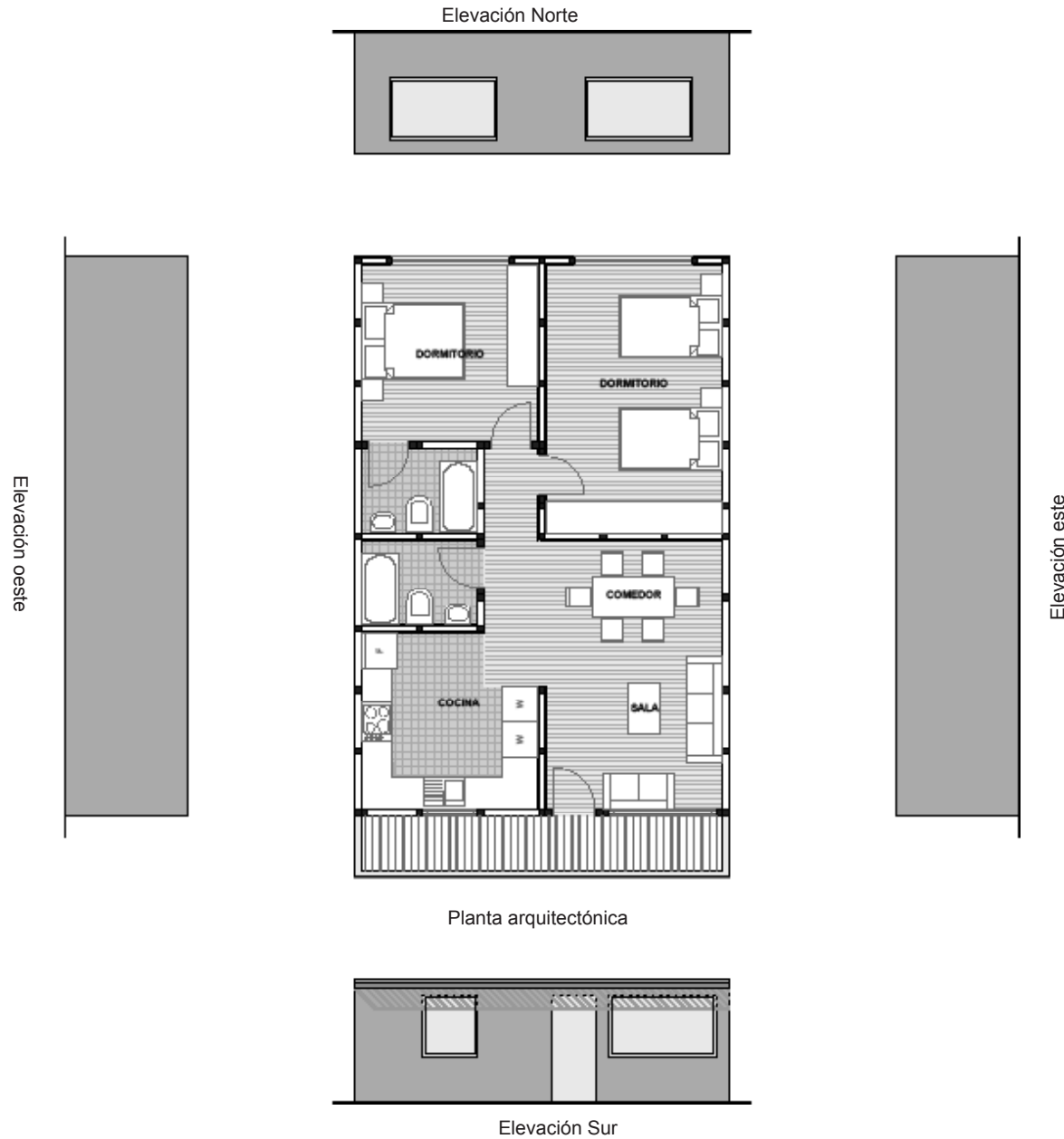


Figura 465. Planta arquitectónica C*
Propuesta C

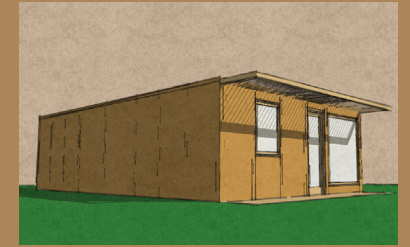


Figura 466. Perspectiva 05*
Propuesta C

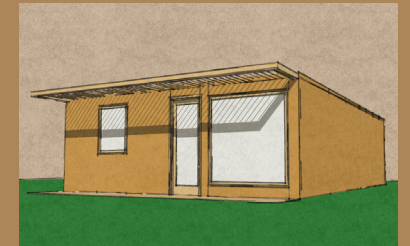


Figura 467. Perspectiva 06*
Propuesta C

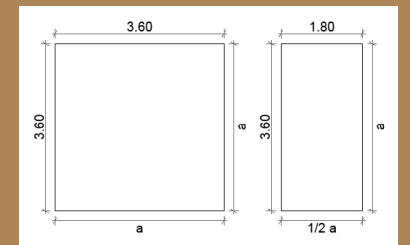


Figura 468. Módulos base*
Propuesta C

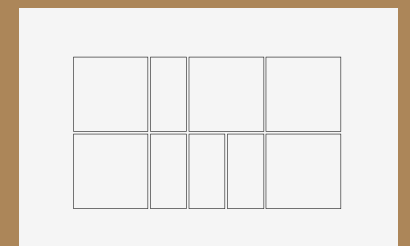


Figura 469. Modulación C*
Propuesta C

CONCLUSIONES

Conclusiones

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo reconocer e identificar el tradicional sistema constructivo en bahareque y reconstruir este sistema como una alternativa para la contemporaneidad.

Primeramente, se consigue analizar y evaluar el sistema tradicional en bahareque, conocer su aplicación y sus falencias en las viviendas existentes en el Azuay, las cuales se deben principalmente a la humedad que genera fisuras y el desmoronamiento del material, convirtiéndose el revestimiento en el principal problema del bahareque, para lo cual se recomienda la aplicación de resinas en su superficie.

Otro problema grave, es la falencia estructural, generada por las uniones inestables y realizadas empíricamente, para lo que se recomienda el mejoramiento de las uniones con elementos metálicos que permitan grandes deformaciones que disminuyan las cargas producidas en un sismo y la colocación de un elemento diagonal flexible capaz de estar sometido a la acción de una fuerza y regresar a su posición original.

Por otra parte, conociendo que este sistema se realiza a partir de materiales naturales que están disponibles en el medio, es necesario conocer la función de cada uno, para crear la posibilidad de incluir o reemplazar los materiales tradicionales por los actuales, mediante el mejoramiento de su comportamiento.

Con la investigación realizada se ha obtenido además mayor información teórica sobre las características de los materiales usados, el comportamiento de sus elementos y las dimensiones requeridas para su correcto funcionamiento.

Finalmente, se ha logrado la introducción de materiales actuales, sin modificar de manera drástica la estética tradicional de este sistema con la construcción del módulo demostrativo en donde se han experimentado posibles soluciones a los problemas encontrados.

Sin embargo, la gama de alternativas para el mejoramiento de este sistema es extensa, por lo que invitamos a la experimentación práctica con materiales contemporáneos.



Recomendaciones

Al concluir esta investigación es necesario hacer unas recomendaciones acerca de la construcción del sistema en la técnica del bahareque:

- En cuanto a la construcción de una edificación es preferible evitar el periodo de invierno, ya que las paredes recién construidas o en ejecución, se pueden mojar y es necesario cubrirlas con material impermeable, perdiendo adherencia y causando problemas al momento del embarrado. Por esta razón es más conveniente construir en los meses de verano o estación seca.
- Por otra parte, en cuanto a la estructura de la edificación no se debe colocar cargas directamente sobre las paredes, es decir se debe evitar que la estructura de la cubierta descansa directamente sobre la misma. Por lo que se deben colocar viguetas dispuestas longitudinalmente y que soportarán la carga del techo.
- Debido al bajo peso de los muros que conforman este sistema, es recomendable construir cubiertas livianas, ya que las paredes de bahareque no están diseñadas para absorber grandes esfuerzos. Y dentro de este mismo tema, se debe considerar la construcción de aleros para evitar el contacto directo de la lluvia sobre la superficie de las paredes.
- Con el fin de evitar que la pared reciba la humedad proveniente desde el suelo, es necesaria la colocación de un sobrecimiento de hormigón, o caso contrario la ejecución de un zócalo que proteja la parte inferior de la pared de barro.
- Continuando con la protección de las paredes, se requiere también que la mezcla de la paja y el barro se realice con la debida anticipación, para que pueda reposar un tiempo y adquiera mayor plasticidad, y finalmente, al momento del embarrado colocar algún tipo de impermeabilizante sobre el barro para evitar su desprendimiento de las paredes.
- Colocar una o dos riostras cruzadas (elementos diagonales) en la estructura con el propósito de mejorar el comportamiento de la misma ante la acción de cargas horizontales.

BIBLIOGRAFIA

FUENTES DE IMAGENES

- *Fuente: Grupo de tesis
- **Ruinas de Chan Chan [Fotografía], obtenida el 20 de Noviembre de 2012, de: www.quieroperu.com/wp-content/uploads/2011/08/Sitios-para-visitar-en-la-hist%C3%B3rica-ciudad-de-Trujillo3.jpg
- **Valle del Dades [Fotografía], obtenida el 20 de Noviembre de 2012, de: www.futuropasado.com/?p=720
- **Bahla Fort [Fotografía], obtenida el 20 de Noviembre de 2012, de: www.omanet.om/arabic/tourism/images/bahla%20fort.jpg
- **Casco de Djenné [Fotografía], obtenida el 20 de Noviembre de 2012, de: www.arqhys.com/wp-content/fotos/2012/04/Mezquita-de-Djenne-Mali1.jpg
- **Castillo de San Felipe [Fotografía], obtenida el 20 de Noviembre de 2012, de: megaconstrucciones.net/images/militares/foto/san-felipe-barajas-castillo.jpg
- **Ingapirca [Fotografía], obtenida el 20 de Noviembre de 2012, de: www.ecuador.us/images/ingapirca1.jpg
- **Machu Picchu [Fotografía], obtenida el 20 de Noviembre de 2012, de: famouswonders.com/wp-content/gallery/machu-picchu/machu-picchu-late-afternoon.jpg
- **Ruinas Tiwanaku [Fotografía], obtenida el 20 de Noviembre de 2012, de: i1.trekearth.com/photos/12885/tiwanaku.jpg
- **Estructura del tronco [Fotografía], obtenida el 20 de Noviembre de 2012, de: www.chilepaisforestal.cl/_file/353_75945pf_car2.jpg
- **Caoba [Fotografía], obtenida el 11 de Diciembre de 2012, de: www.archicad-bimcenter.com/descargas/archivo/Madera_Caoba-88/esp
- **Guayacán [Fotografía], obtenida el 11 de Diciembre de 2012, de: www.enchapesbaschieri.cl/images/Galerias/chapas/ROBLE%20BOLIVIANO.JPG
-
- **Cedro [Fotografía], obtenida el 11 de Diciembre de 2012, de: www.123rf.com/photo_7372116_texture-in-cedar-wood-for-roof.html



- **Balsa [Fotografía], obtenida el 11 de Diciembre de 2012, de: upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cb/Balsa_Wood_Texture.jpg/600px-Balsa_Wood_Texture.jpg

FUENTES DE TEXTO

- Octavio, M. O. (2003). Técnicas de entramados. Recuperado de: www.habitat.arq.una.py/ambitos/tyh/cct/crh_cct_0056.pdf [Acceso 22 de Noviembre de 2012]
- Fundación Wikimedia, Inc. (2013). Quincha. Recuperado de: es.wikipedia.org/wiki/Quincha [Acceso 22 de Noviembre de 2012]
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2005). Manual de evaluación, rehabilitación y refuerzo de viviendas de bahareques tradicionales construidas con anterioridad a la vigencia del decreto 052 de 2002. Recuperado de: www.desenredando.org/public/libros/2005/cersrv/mre-Bahareque.pdf [Acceso 22 de Noviembre de 2012]
- Fundación Wikimedia, Inc. (2013). Autoconstrucción. Recuperado de: es.wikipedia.org/wiki/Autoconstrucci%C3%B3n [Acceso 27 de Noviembre de 2012]
- Construmática. (2013). Características Geotécnicas del Terreno. Recuperado de : www.construmatica.com/construpedia/Características_Geotécnicas_del_Terreno [Acceso 11 de Enero de 2012]
- Chile País Forestal. (2010). Características de la Madera . Recuperado de: www.chilepaisforestal.cl/chilepf_int.asp?id=138&ids=208&idq=213&con=249 [Acceso 02 de Diciembre de 2012]
- Bernal, Q. y Tocoaman, M. (1991). *La madera como elemento estructural en la vivienda*. Cuenca-Ecuador.
- Vaca, R. B., (1998). Técnicas para la preservación de maderas. Recuperado de: pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACD119.pdf [Acceso 04 de Diciembre de 2012]
- Montart Creation. (2006). Tipos de corte de la madera. Recuperado de: www.montartcreation.com/ESPANYOL/fichas/tabla_tipos_corte_madera.pdf [Acceso 04 de Diciembre de 2012]

BIBLIOGRAFIA

- Díaz, C. "et al.". (2012). Propiedades acústicas de los paneles de carrizo. Recuperado de: materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/599/646 [Acceso 05 de Diciembre de 2012]
- Salazar, M. "et al.". (2007). Planificación estratégica plantaciones forestales en el Ecuador. Recuperado de: ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Plantaciones.pdf [Acceso 11 de Diciembre de 2012]
- Botanical-online SL. (1999). Propiedades del eucalipto. Recuperado de: www.botanical-online.com/medicinalseucalipto.htm [Acceso 12 de Diciembre de 2012]
- Botanical-online SL. (1999). Arboles: especies y variedades de pinos. Recuperado de: www.botanical-online.com/clasesdepinos.htm [Acceso 14 de Diciembre de 2012]
- Vinueza, M. (2013). Ficha Técnica No. 13 Pino (*Pinus radiata*). Recuperado de: ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-pino-pinus-radiata/ [Acceso 17 de Diciembre de 2012]
- Vinueza, M. (2013). Ficha Técnica No. 14 Pino (*Pinus patula*). Recuperado de: ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-14-pino-pinus-patula/ [Acceso 17 de Diciembre de 2012]
- Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2012). Evaluación de Daños y Soluciones para Construcciones en Tierra Cruda Manual de Terreno. Recuperado de: www.cdt.cl/cdt/uploads/Manual%20Tierra%20Cruda.pdf [Acceso 06 de Enero de 2012]
- Argüelles, R. "et al.". (2007). Construcción con madera Uniones Tradicionales. Recuperado de: es.www.structurat.es/mediapool/78/784930/data/UNIONES_TRADICIONALES.pdf [Acceso 07 de Enero de 2013]
- INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Mecánica de suelos-Límites de consistencia-Determinación del límite líquido-NCh1517/1.Of79. Santiago de Chile, 1999.
- INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Mecánica de suelos-Límites de consistencia-Determinación del límite líquido-NCh1517/1.Of79. Santiago de Chile, 1999.



- INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Mecánica de suelos-Límites de consistencia- Determinación del límite plástico-NCh1517/2.Of79. Santiago de Chile, 1999.
- INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Madera: Determinación de la densidad-NCh176/2.Of84. Santiago de Chile, 1999.
- INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Madera: Determinación de humedad-NCh176/1.Of84. Santiago de Chile, 1999.
- INSTITUTO Nacional de Normalización (Chile). Madera: Determinación de la contracción radial y tangencial-NCh176/3.Of84. Santiago de Chile, 1999.
- Fundación Wikimedia Inc. (2013). Resina. Recuperado de: es.wikipedia.org/wiki/Resina [Acceso 10 de Enero de 2013]
- Cárdenas del Carpio, J, (1980). Junta del Acuerdo de Cartagena, Luis Ferreyra de la Jara. Cartilla de construcción con madera, Editor Junta del Acuerdo de Cartagena. Cartagena Colombia.
- Tenorio, J. (2006). Documento Básico SE-C Seguridad Estructural. Cimientos. Recuperado de: web.bizkaia.net/dokumentuak/07/suhiltzaileak/Documentacion/cimientos.pdf?idioma=EU [Acceso 12 de Febrero de 2013]
- Barluenga, G. (2013). Vigas, pilares y pórticos. Recuperado de: [portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2011%20Introd%20Const%20GARQ%20\(Curso%202013-14\).pdf](http://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2011%20Introd%20Const%20GARQ%20(Curso%202013-14).pdf) [Acceso 13 de Febrero de 2013]
- Docentes de la ULA. (2011). Diseño Sismoresistente. Recuperado de: webdel-profesor.ula.ve/nucleotrujillo/americanab/09-disenioSismorresistente/9-24.html [Acceso 13 de Febrero de 2013]



Figura 470. Ubicación 01***
El Valle - Azuay



Figura 471. Vivienda 01*
El Valle - Azuay

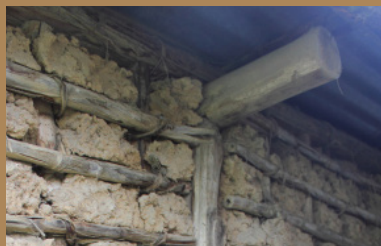


Figura 472. Detalle 01*
El Valle - Azuay

Ficha de análisis 01		
Provincia Azuay	Materiales	
	Sobrecimiento	Piedra
Cantón Cuenca	Estructura	Madera
	Relleno	Escombros
Parroquia El Valle	Revestimiento	Barro y paja
	Cubierta	Teja
Sector Castilla Cruz	Dimensionamiento	
	Sobrecimiento	0.18m
Zona Urbana	Columnas	0.12x0.14m
	Interdistancia	2.10 y 2.30m
Edad 30 años	Altura	2.30m
	Soleras	0.12x0.14m
Altura Un piso	Vigas	0.12x0.14m
	Interdistancia	0.81m
Uso Vivienda	Alero	0.70m
	Pendiente	30°
Estado Regular	Interdistancia carrizo	0.10m
	Ventanas	0.6x0.7m
Ocupación Habitada	Puertas	0.98x2.00m
	Unión columna-cimiento	A tope
Planta Rectangular	Unión viga-columna	A tope
	Unión riostra-estructura	A tope esquinera
Cubierta Dos aguas	Unión viga-solera	A tope
	Unión carrizos	Amarrados

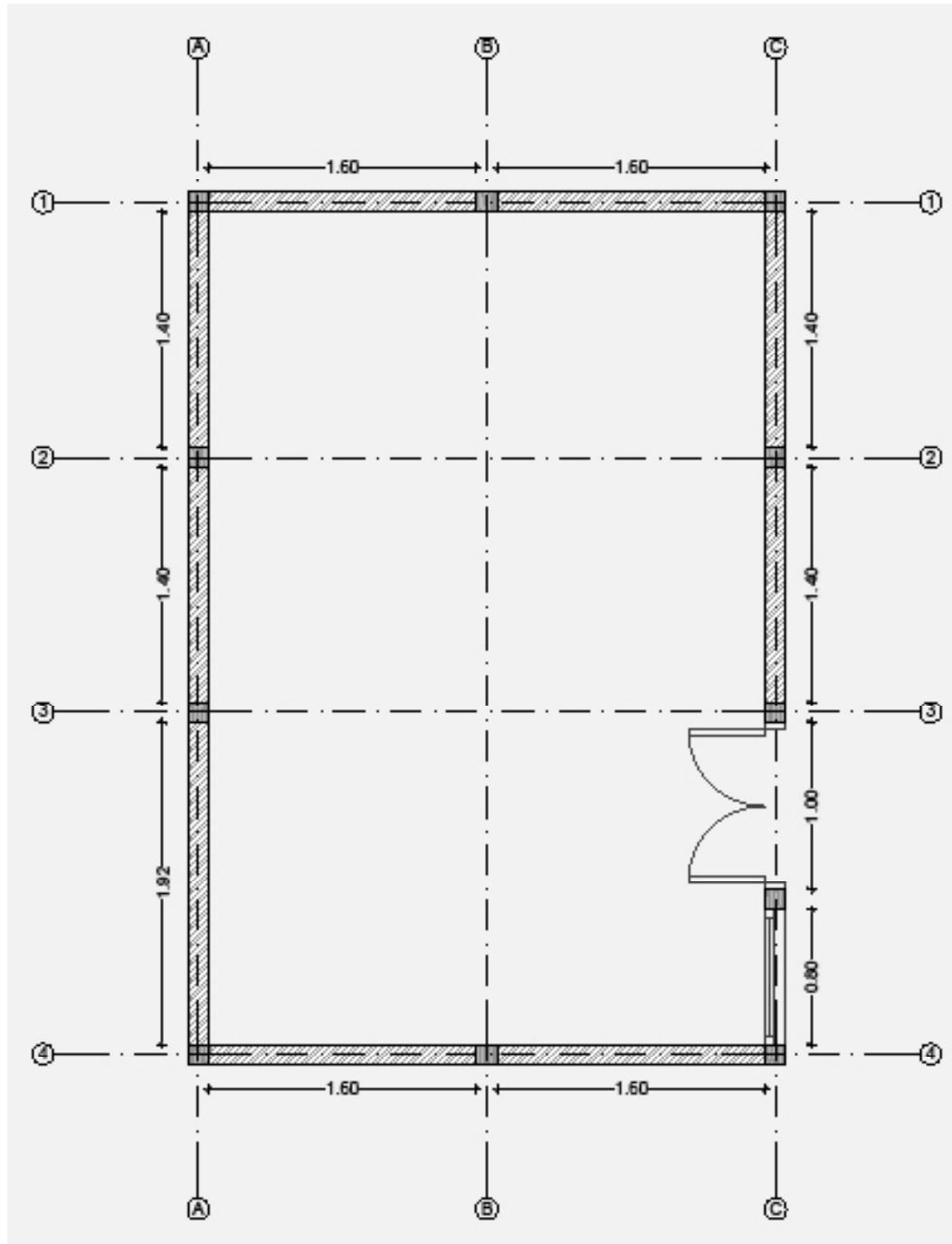


Figura 473. Planta única 01*
El Valle - Azuay

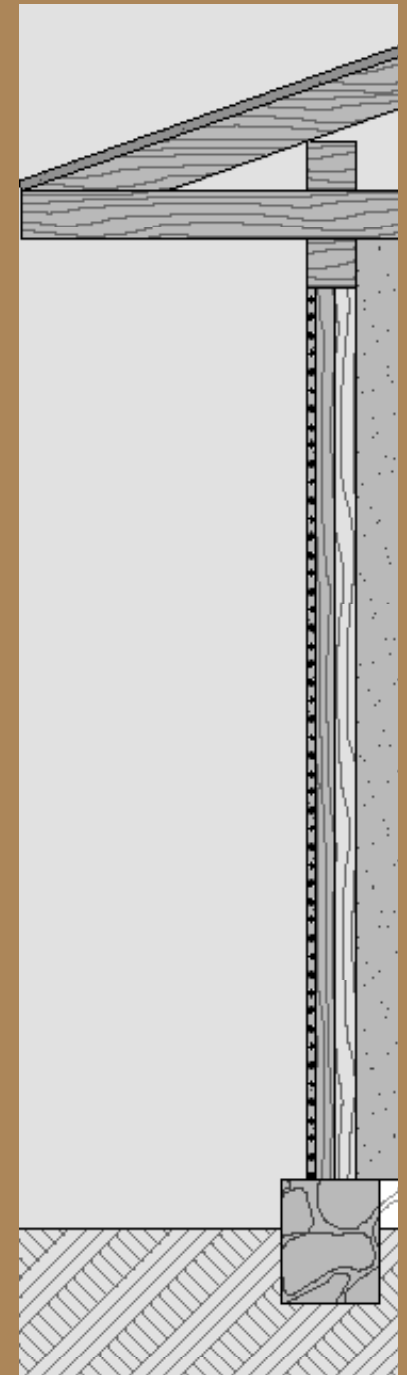


Figura 474. Sección 01*
El Valle - Azuay

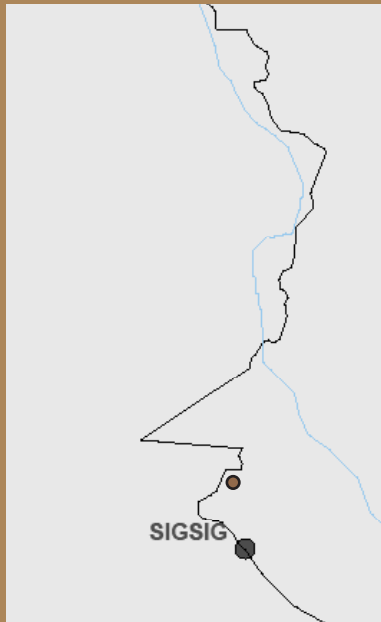


Figura 475. Ubicación 02*
El Huando - Sigsig



Figura 476. Vivienda 02*
El Huando - Sigsig



Figura 477. Detalle 02*
El Huando - Sigsig

Ficha de análisis 02		
Provincia Azuay	Materiales	
	Sobrecimiento	Piedra
Cantón Sigsig	Estructura	Madera
	Relleno	Piedras
Parroquia Ludo	Revestimiento	Barro
	Cubierta	Teja
Sector El Huando	Dimensionamiento	
	Sobrecimiento	0.18m
Zona Rural	Columnas	0.12x0.12m
	Interdistancia	1.00 - 1.10 - 1.20m
Edad 35 años	Altura	2.10m
	Soleras	0.12x0.12m
Altura Un piso	Vigas	0.12x0.12m
	Interdistancia	0.64m
Uso Vivienda	Alero	0.70m
	Pendiente	24°
Estado Regular	Interdistancia carrizo	0.15m
	Ventanas	0.90x0.90m
Ocupación Deshabitada	Puertas	1.10x1.80m
	Unión columna-cimiento	Embebida
Planta Rectangular	Unión viga-columna	A tope
	Unión riostra-estructura	A tope esquinera
Cubierta Dos aguas	Unión viga-solera	A tope
	Unión carrizos	Amarrados

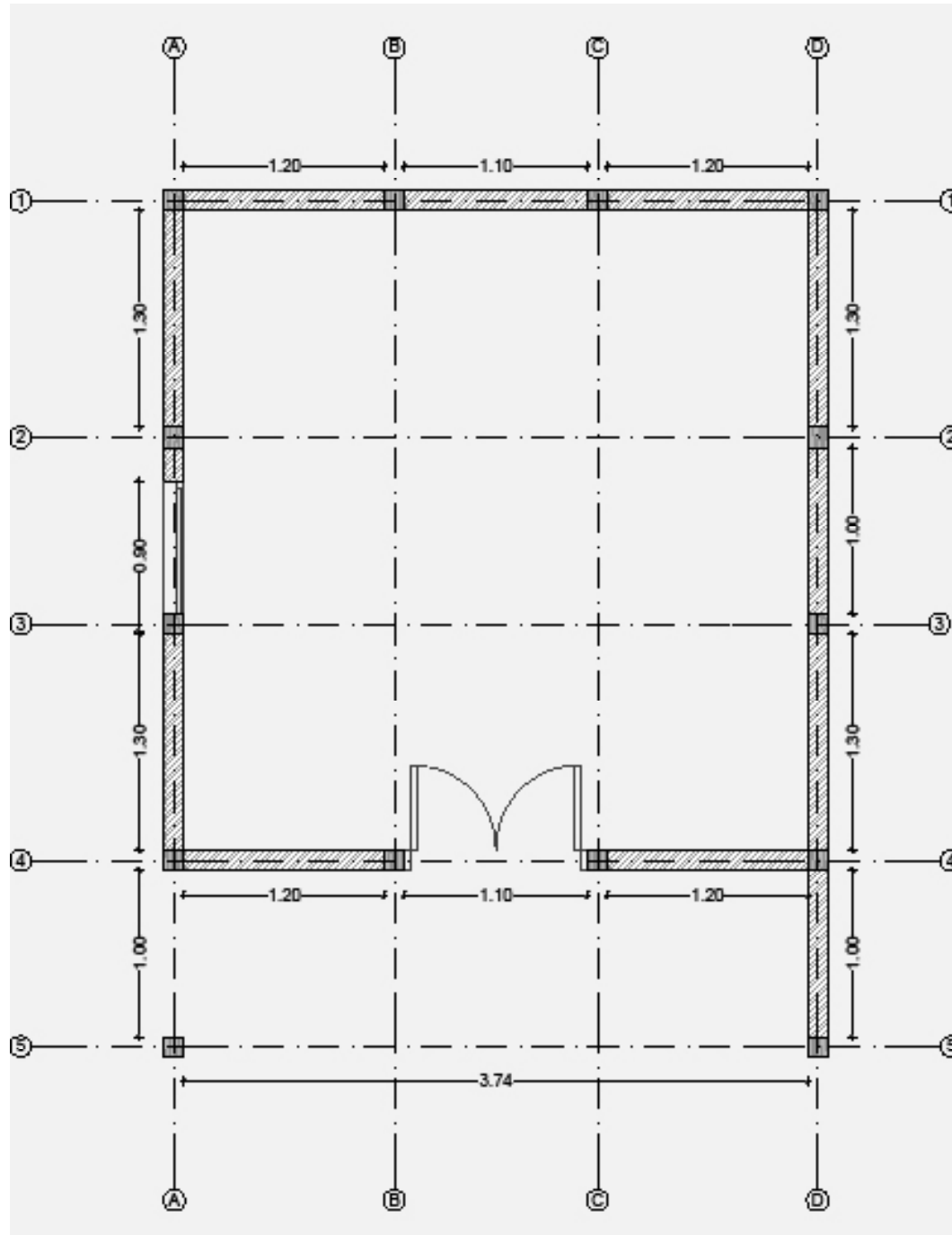


Figura 478. Planta única 02*
El Huando - Sigsig

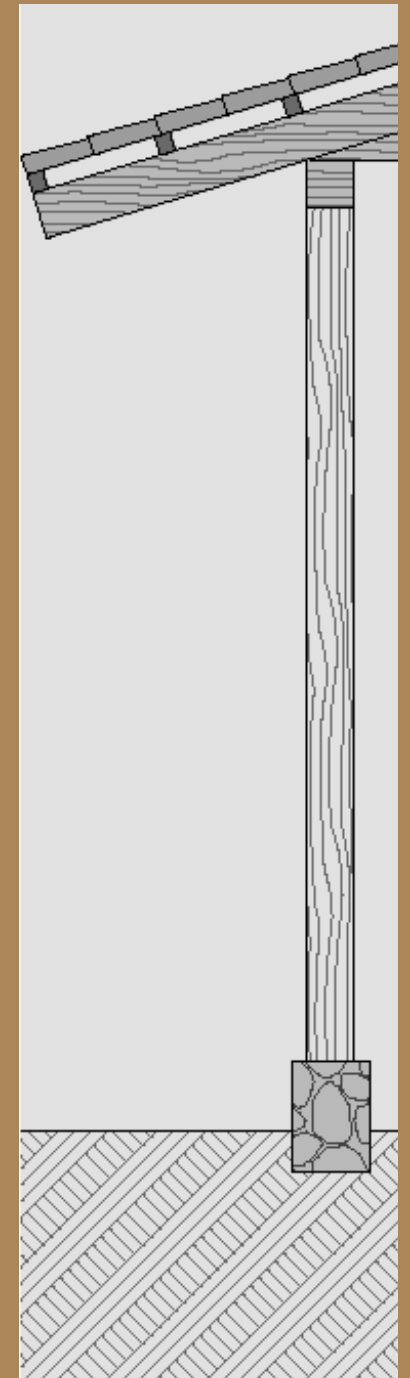


Figura 479. Sección 02*
El Huando - Sigsig

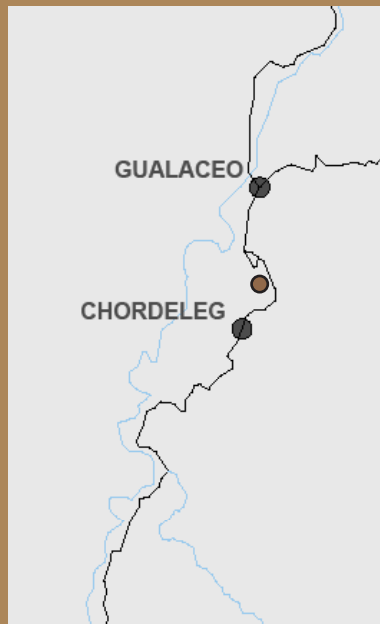


Figura 480. Ubicación 03***
La Unión - Chordeleg



Figura 481. Vivienda 03*
La Unión - Chordeleg



Figura 482. Detalle 03*
La Unión - Chordeleg

Ficha de análisis 03		
Provincia Azuay	Materiales	
	Sobrecimiento	Piedra
Cantón Chordeleg	Estructura	Madera
	Relleno	Barro
Parroquia La Unión	Revestimiento	Barro y paja
	Cubierta	Teja
Sector Gulag	Dimensionamiento	
	Sobrecimiento	0.22m
Zona Rural	Columnas	0.14x0.16m
	Interdistancia	1.20 - 1.70 - 2.20m
Edad 50 años	Altura	2.10m
	Soleras	0.14x0.16m
Altura Un piso	Vigas	0.14x0.16m
	Interdistancia	0.50m
Uso Vivienda	Alero	0.60m
	Pendiente	22°
Estado Regular	Interdistancia carrizo	0.10m
	Ventanas	1.00x2.10m
Ocupación Deshabitada	Puertas	1.70x2.10m
	Unión columna-cimiento	A tope
Planta Rectangular	Unión viga-columna	A tope
	Unión riostra-estructura	A tope desplazada
Cubierta Dos aguas	Unión viga-solera	A tope
	Unión carrizos	Amarrados

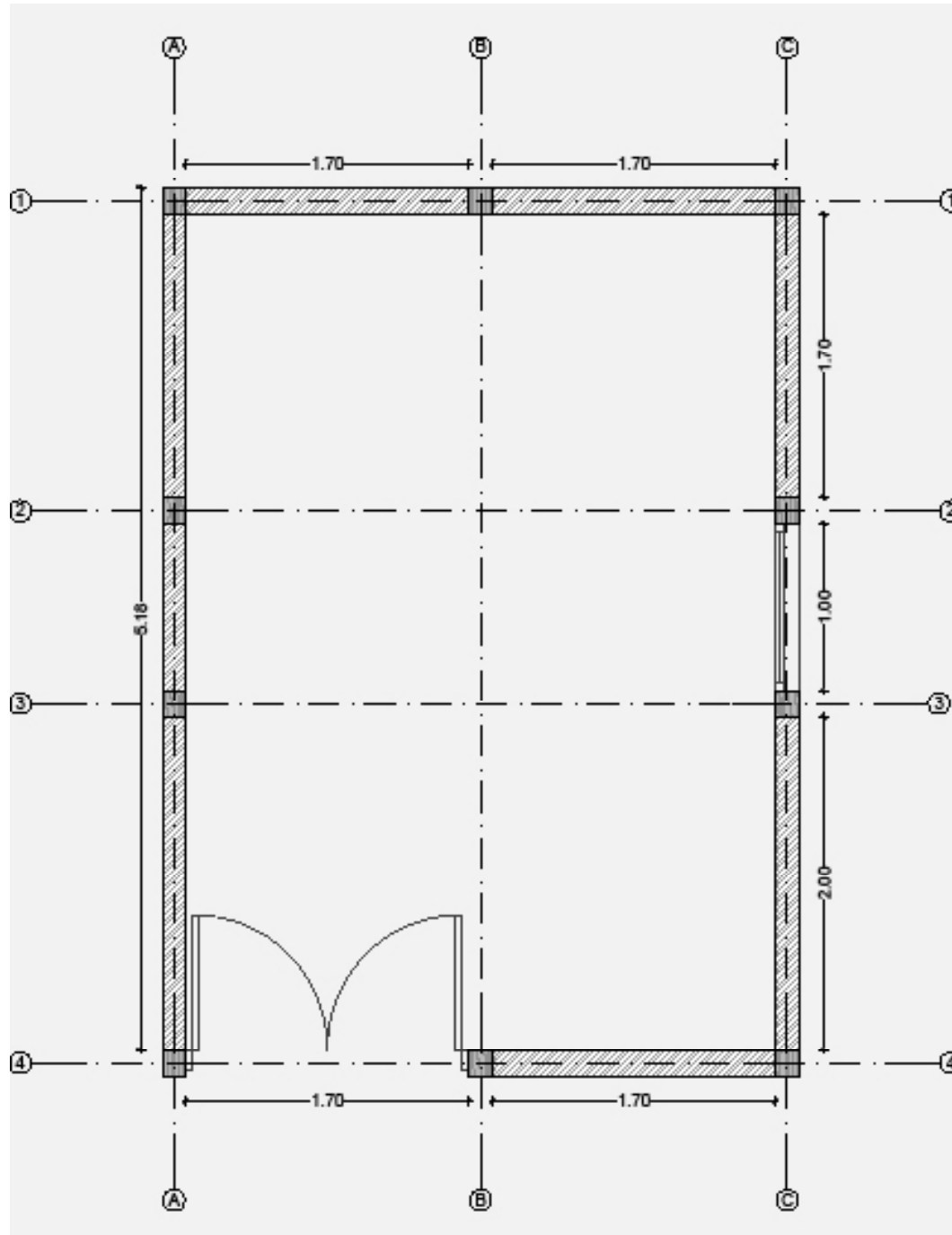


Figura 483. Planta única 03
La Unión - Chordeleg

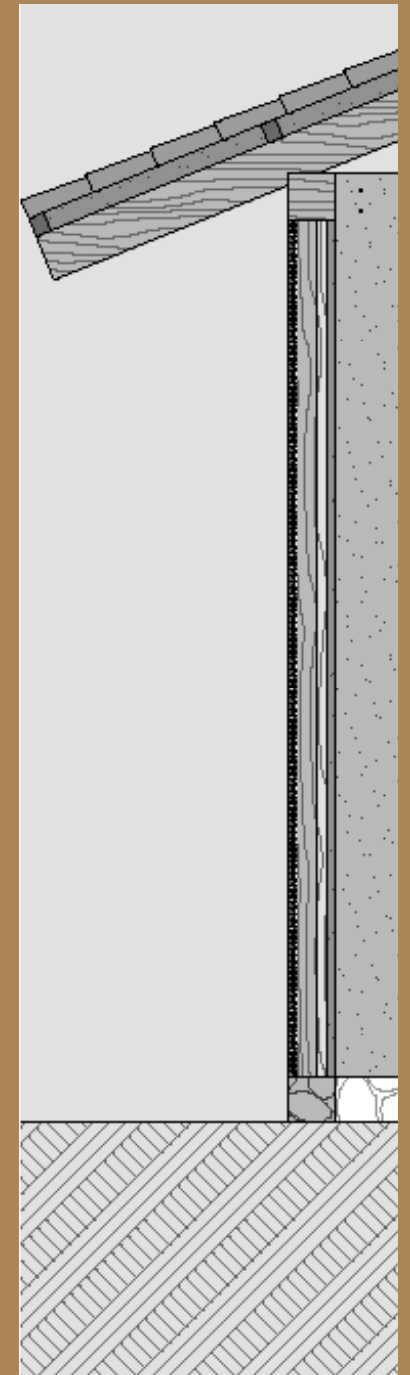


Figura 484. Sección 03*
La Unión - Chordeleg

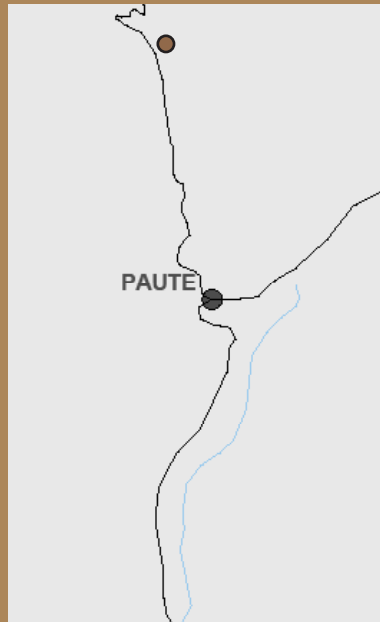


Figura 485. Ubicación 04***
Leonan - Paute



Figura 486. Vivienda 04*
Leonan - Paute



Figura 487. Detalle 04*
Leonan - Paute

Ficha de análisis 04		
Provincia Azuay	Materiales	
	Sobrecimiento	Piedra
Cantón Paute	Estructura	Madera
	Relleno	Barro
Parroquia Dugdug	Revestimiento	Barro y paja
	Cubierta	Teja
Sector Leonan	Dimensionamiento	
	Sobrecimiento	0.15
Zona Rural	Columnas	0.12x0.12m
	Interdistancia	0.75 - 1.20 - 1.70m
Edad 30 años	Altura	1.80m
	Soleras	0.12x0.12m
Altura Un piso	Vigas	0.12x0.12m
	Interdistancia	0.52m
Uso Vivienda	Alero	0.70m
	Pendiente	26°
Estado Regular	Interdistancia carrizo	0.15m
	Ventanas	0.60x0.60m
Ocupación Habitada	Puertas	0.75x1.80m
	Unión columna-cimiento	Embebida
Planta Rectangular	Unión viga-columna	A tope
	Unión riostra-estructura	A tope desplazada
Cubierta Dos aguas	Unión viga-solera	A tope
	Unión carrizos	Amarrados

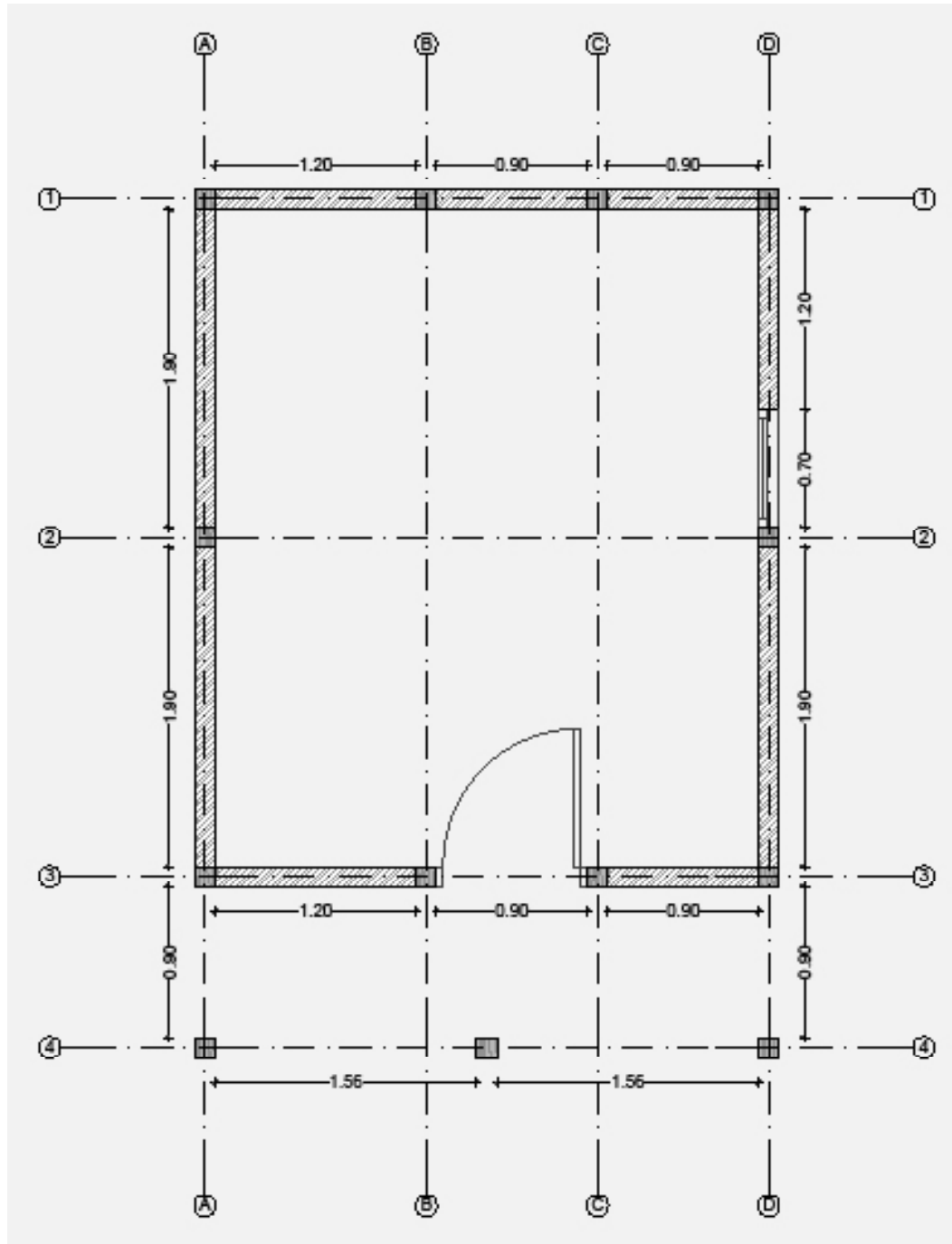


Figura 488. Planta única 04*
Leonan - Paute

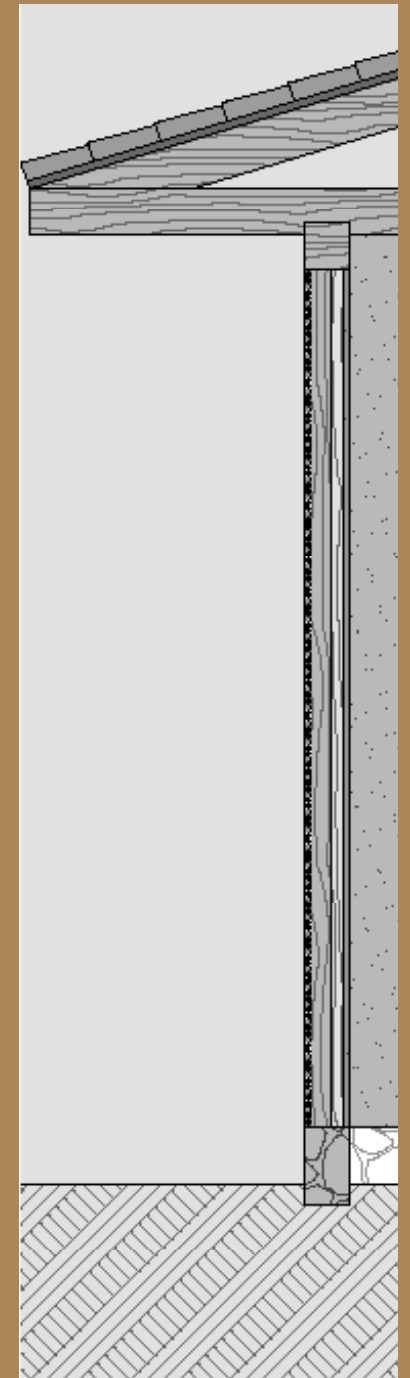


Figura 489. Sección 04*
Leonan - Paute

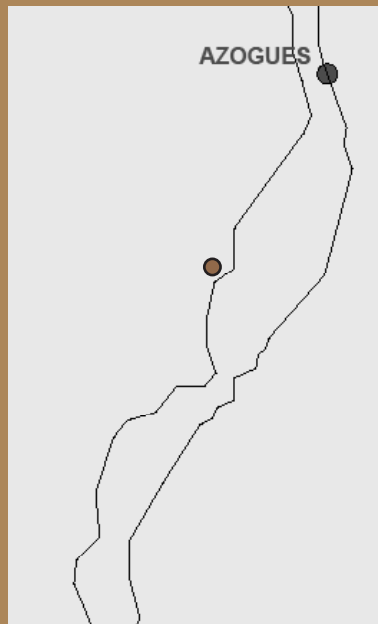


Figura 490. Ubicación 05*
Chuquipata - Azogues



Figura 491. Vivienda 05*
Chuquipata - Azogues



Figura 492. Detalle 05*
Chuquipata - Azogues

Ficha de análisis 05		
Provincia Cañar	Materiales	
	Sobrecimiento	Piedra
Cantón Azogues	Estructura	Madera
	Relleno	Piedra
Parroquia Javier Loyola	Revestimiento	Barro y paja
	Cubierta	Teja
Sector Chuquipata	Dimensionamiento	
	Sobrecimiento	0.80m
Zona Rural	Columnas	0.12x0.12m
	Interdistancia	0.90 - 1.20 - 1.30m
Edad 52 años	Altura	2.30m
	Soleras	0.12x0.12m
Altura Un piso	Vigas	0.12x0.12m
	Interdistancia	0.73m
Uso Bodega	Alero	0.75m
	Pendiente	25°
Estado Regular	Interdistancia carrizo	0.10m
	Ventanas	0.70x0.70m
Ocupación Deshabitada	Puertas	0.90x2.10m
	Unión columna-cimiento	A tope
Planta Rectangular	Unión viga-columna	A tope
	Unión riostra-estructura	A tope esquinera
Cubierta Cuatro aguas	Unión viga-solera	A tope
	Unión carrizos	Amarrados

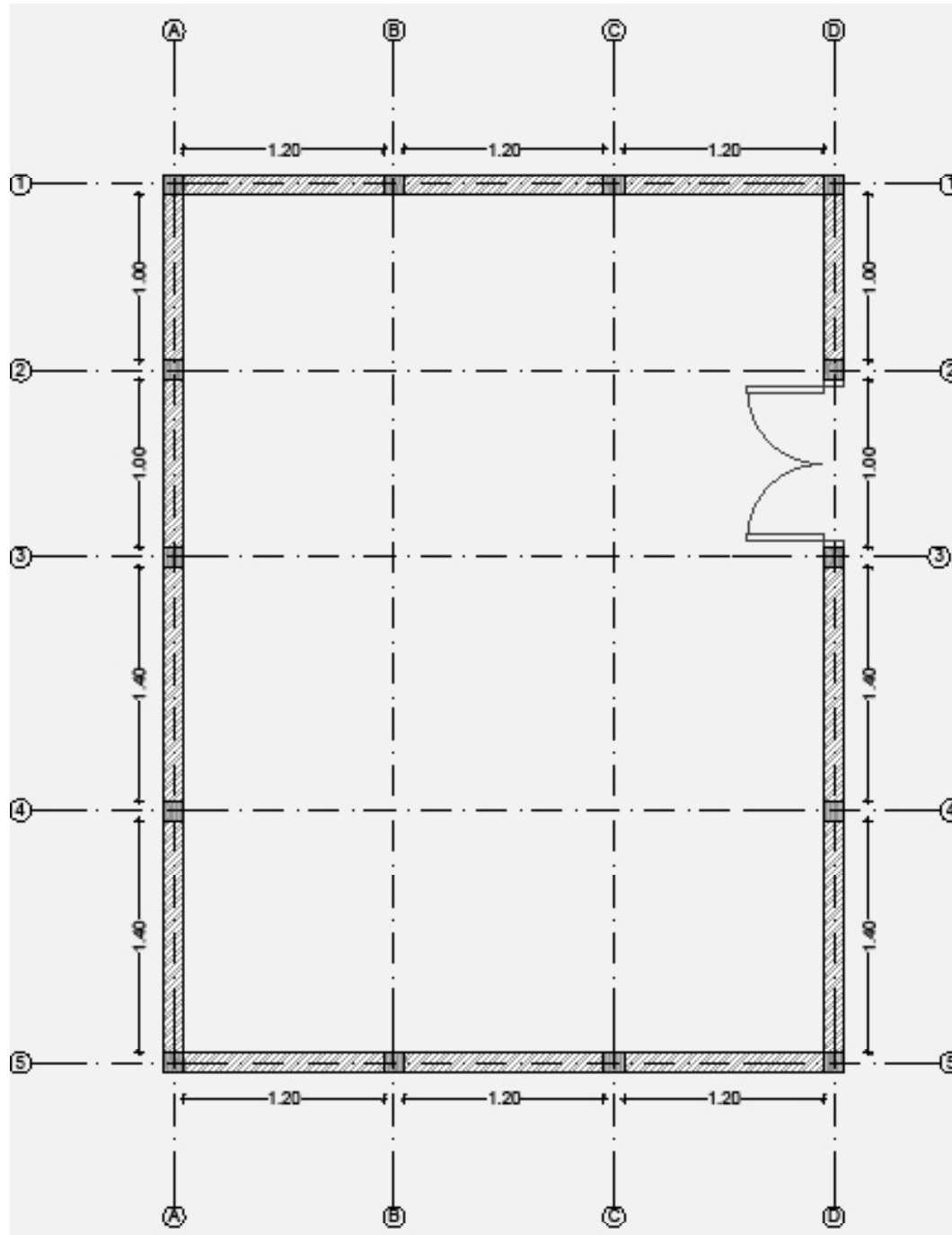


Figura 493. Planta única 05*
Chuquipata - Azogues

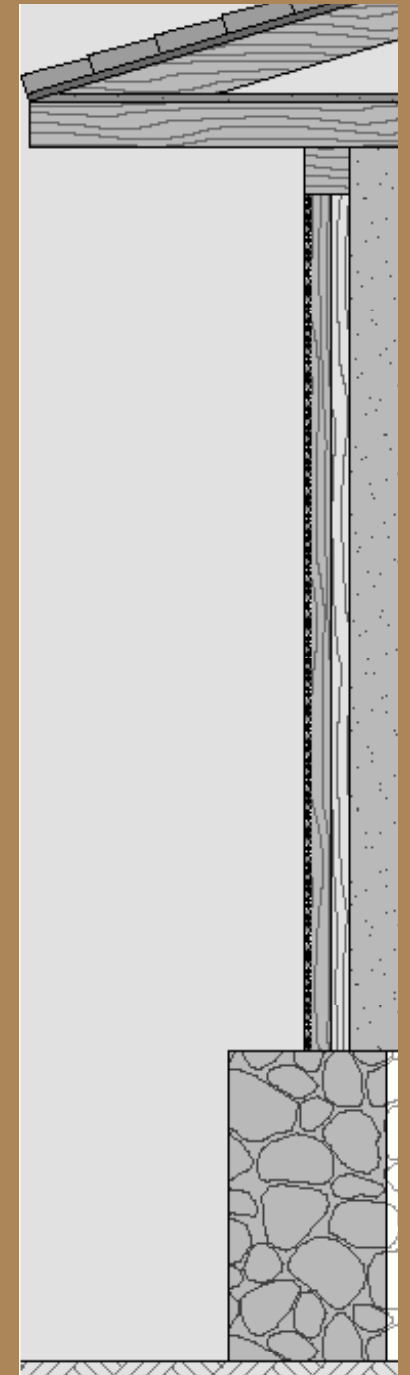
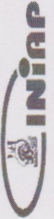



Figura 494. Sección 05*
Chuquipata - Azogues



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL AUSTRO

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS



Nº Muestra Laboratorio:	1434	DATOS GENERALES DE LA MUESTRA	1.
Propietario:	Teresa Baculima / Jessica Pinos	Provincia	Cantón
Fecha entrega de resultados:	28/02/2013	Ubicación:	Bullcay Alto
RESULTADOS		Cultivo/Usos:	INVESTIGACION

p.H.	---	Ligeram. Acido (> 6 - 6,5)	Practic. Neutro (> 6,5 - 7,5)	Ligeram. Alcalino (> 7,5 - 8)	Medianam. Alcalino (> 8 - 8,5)
Clase Textural (% arena, % arcilla, % limo)	FRANCO	Median. Acido (> 5,5 - 6)			
Materia Orgánica %	---				

	RANGOS PARA INTERPRETACION		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno (ppm)	< 30	30 a 60	> 60
Fósforo (ppm)	< 10	10 a 20	> 20
Potasio (meq/100ml)	< 0,2	0,2 a 0,38	> 0,38
Calcio (meq/100ml)	< 2	2 a 5	> 5
Magnesio (meq/100ml)	< 0,5	0,5 a 1,5	> 1,5
Hierro (ppm)	< 20	20 a 40	> 40
Cobre (ppm)	< 1	1 a 4	> 4
Zinc (ppm)	< 3	3 a 7	> 7
Manganeso (ppm)	< 5	5 a 15	> 15

SIGLAS: Bajo (B) ; Medio (M) ; Alto (A) ; Tóxico (T)

No Salino (< 2)	Ligeramente Salino (2 a 4)	Muy Salino (> 8)
-----------------	----------------------------	------------------

C.E. (m mhos/cm)	---
------------------	-----

LABORATORISTA

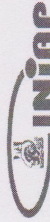
PARAMETROS COMPLEMENTARIOS PARA USO EN RIEGO (En función de la CLASE TEXTURAL)

Capacidad de Campo (cm ³ /cm ³)	0,29
Conductividad Hidráulica a la Saturación (cm / h.)	0,68
Saturación (cm ³ /cm ³)	0,49
Saturación de Bases	---
Densidad Aparente (gr./cm ³)	1,31
Punto Marchitez (cm ³ /cm ³)	0,14
Agua Disponible (cm ³ /cm ³)	0,15
Porcentaje de Humedad (%)	---

Figura 495. Ficha 01*

Prueba de la textura por el método de Bouyoucos

Jéssica Pinos S.
Teresa Baculima



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL AUSTRO



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

Nº Muestra Laboratorio: **1435**

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA		MUESTRA / CODIGO	2.
Provincia		Parroquia	
Ubicación:		Azogues	

Propietario: **Teresa Baculima / Jessica Pinos**

Fecha entrega de resultados: **28/02/2013**

RESULTADOS

Cultivo/Usos:

INVESTIGACION

p.H.	---	Muy Ácido (0 < 5)	Ácido (5 - 5,5)	Median. Ácido (> 5,5 - 6)	Ligeram. Ácido (> 6 - 6,5)	Práctic. Neutro (> 6,5 - 7,5)	Ligeram. Alcalino (> 7,5 - 8)	Medianam. Alcalino (> 8 - 8,5)	Alcalino (> 8,5)
------	-----	----------------------	--------------------	------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------

Clase Textural (% arena, % arcilla, % limo)	18/72/10	ARCILLOSO							
Materia Orgánica %	---	---							

	RANGOS PARA INTERPRETACION		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno (ppm)	< 30	30 a 60	> 60
Fósforo (ppm)	< 10	10 a 20	> 20
Potasio (meq/100ml)	< 0,2	0,2 a 0,38	> 0,38
Calcio (meq/100ml)	< 2	2 a 5	> 5
Magnesio (meq/100ml)	< 0,5	0,5 a 1,5	> 1,5
Hierro (ppm)	< 20	20 a 40	> 40
Cobre (ppm)	< 1	1 a 4	> 4
Zinc (ppm)	< 3	3 a 7	> 7
Manganeso (ppm)	< 5	5 a 15	> 15

SIGLAS: Bajo (B) ; Medio (M) ; Alto (A) ; Tóxico (T)

C.E. (m mhos/cm)	RANGOS PARA INTERPRETACION		
	No Salino (< 2)	Ligeramente Salino (2 a 4)	Muy Salino (4 a 8) (> 8)

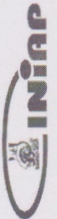
PARAMETROS COMPLEMENTARIOS PARA USO EN RIEGO (En función de la CLASE TEXTURAL)

Capacidad de Campo (cm ³ /cm ³)	0,54
Conductividad Hidráulica a la Saturación (cm / h.)	0,28
Saturación (cm ³ /cm ³)	0,56
Saturación de Bases	---
Densidad Aparente (gr/cm ³)	1,14
Punto Marchitez (cm ³ /cm ³)	0,42
Agua Disponible (cm ³ /cm ³)	0,12
Porcentaje de Humedad (%)	---

LABORATORISTA


Figura 496. Ficha 02*

Prueba de la textura por el método de Bouyoucos



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS



Nº Muestra Laboratorio:	1436	DATOS GENERALES DE LA MUESTRA	MUESTRA / CODIGO	3.
Propietario:	Teresa Baculima / Jessica Pinos	Provincia:	Parroquia	Sector / Finca
Fecha entrega de resultados:	28/02/2013	Azuay	Cuenca	Baguanchi
Ubicación:				
Cultivo/Usos:				
INVESTIGACION				

p.H.	---	Median. Ácido (> 5.5 - 6)		Ligeram. Ácido (> 6 - 6.5)		Práctic. Neutro (> 6.5 - 7.5)		Ligeram. Alcalino (> 7.5 - 8)		Medianam. Alcalino (> 8 - 8.5)
Clase Textural (% arena, % arcilla, % limo)										
Materia Orgánica %										

Clase Textural (% arena, % arcilla, % limo)		FRANCO-ARCILLOSO							
Materia Orgánica %									

RANGOS PARA INTERPRETACION			
	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno (ppm)	< 30	30 a 60	> 60
Fósforo (ppm)	< 10	10 a 20	> 20
Potasio (meq/100ml)	< 0.2	0.2 a 0.38	> 0.38
Calcio (meq/100ml)	< 2	2 a 5	> 5
Magnesio (meq/100ml)	< 0.5	0.5 a 1.5	> 1.5
Hierro (ppm)	< 20	20 a 40	> 40
Cobre (ppm)	< 1	1 a 4	> 4
Zinc (ppm)	< 3	3 a 7	> 7
Manganeso (ppm)	< 5	5 a 15	> 15

SIGLAS: Bajo (B) ; Medio (M) ; Alto (A) ; Tóxico (T)

	Ligeramente Salino (2 a 4)	Muy Salino (> 8)
	Salino (4 a 8)	

C.E. (m mhos/cm)	---
-------------------------	-----

LABORATORISTA

PARAMETROS COMPLEMENTARIOS PARA USO EN RIEGO (En función de la CLASE TEXTURAL)

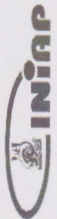
Capacidad de Campo (cm ³ /cm ³)	0,31
Conductividad Hidráulica a la Saturación (cm / h.)	0,50
Saturación (cm ³ /cm ³)	0,50
Saturación de Bases	---
Densidad Aparente (gr/cm ³)	1,29
Punto Marchitez (cm ³ /cm ³)	0,16
Agua Disponible (cm ³ /cm ³)	0,16
Porcentaje de Humedad (%)	---

Figura 497. Ficha 03*

Prueba de la textura por el método de Bouyoucos


Jéssica Pinos S.
Teresa Baculima





INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS



Nº Muestra Laboratorio:	1437	DATOS GENERALES DE LA MUESTRA	MUESTRA / CODIGO	4.
Propietario:	Teresa Baculima / Jessica Pinos	Provincia:	Parroquia	Sector / Finca
Fecha entrega de resultados:	28/02/2013	Ubicación:	Cantón	
		Azuay	Paute	---
RESULTADOS		Cultivo/Usos:	INVESTIGACION	

p.H.	---	Median. Acido (> 5,5 - 6)	---	Ligeram. Acido (> 6 - 6,5)	---	Practic. Neutro (> 6,5 - 7,5)	---	Medianam. Alcalino (> 8,5)	---
Clase Textural (% arena, % arcilla, % limo)									
Materia Orgánica %									

Clase Textural (% arena, % arcilla, % limo)	ARCILLOSO
Materia Orgánica %	---

	RANGOS PARA INTERPRETACION		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno (ppm)	< 30	30 a 60	> 60
Fósforo (ppm)	< 10	10 a 20	> 20
Potasio (meq/100ml)	< 0,2	0,2 a 0,38	> 0,38
Calcio (meq/100ml)	< 2	2 a 5	> 5
Magnesio (meq/100ml)	< 0,5	0,5 a 1,5	> 1,5
Hierro (ppm)	< 20	20 a 40	> 40
Cobre (ppm)	< 1	1 a 4	> 4
Zinc (ppm)	< 3	3 a 7	> 7
Manganeso (ppm)	< 5	5 a 15	> 15

SIGLAS: Bajo (B) ; Medio (M) ; Alto (A) ; Tóxico (T)


C. E. (m mhos/cm)	---	Ligeramente Salino (2 a 4)	---	Salino (4 a 8)	---	Muy Salino (> 8)
--------------------------	-----	-----------------------------------	-----	-----------------------	-----	----------------------------

LABORATORISTA

PARAMETROS COMPLEMENTARIOS PARA USO EN RIEGO (En función de la CLASE TEXTURAL)	
Capacidad de Campo (cm ³ /cm ³)	0,40
Conductividad Hidráulica a la Saturación (cm / h.)	0,16
Saturación (cm ³ /cm ³)	0,53
Saturación de Bases	---
Densidad Aparente (gr./cm ³)	1,21
Punto Marchitez (cm ³ /cm ³)	0,28
Agua Disponible (cm ³ /cm ³)	0,13
Porcentaje de Humedad (%)	---


Figura 498. Ficha 04*

Prueba de la textura por el método de Bouyoucos



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL AUSTRO

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS



Nº Muestra Laboratorio:	1438	DATOS GENERALES DE LA MUESTRA	MUESTRA / CODIGO	5.
Propietario:	Teresa Baculima / Jessica Pinos	Provincia	Cantón	Sector / Finca
Fecha entrega de resultados:	28/02/2013	Ubicación:	Azuay	Paute
RESULTADOS				
p.H.	----	Ligeram. Ácido (> 6 - 6,5)	Práctic. Neutro (> 6,5 - 7,5)	Medianam. Alcalino (> 8 - 8,5)
Clase Textural (% arena, % arcilla, % limo)	ARCILLOSO	Muy Ácido (0 - 5)	Ácido (5 - 5,5)	Ligeram. Alcalino (> 7,5 - 8)
Materia Orgánica %	----	INVESTIGACION		
Cultivo/Uso:				

	RANGOS PARA INTERPRETACION		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno (ppm)	< 30	30 a 60	> 60
Fósforo (ppm)	< 10	10 a 20	> 20
Potasio (meq/100ml)	< 0,2	0,2 a 0,38	> 0,38
Calcio (meq/100ml)	< 2	2 a 5	> 5
Magnesio (meq/100ml)	< 0,5	0,5 a 1,5	> 1,5
Hierro (ppm)	< 20	20 a 40	> 40
Cobre (ppm)	< 1	1 a 4	> 4
Zinc (ppm)	< 3	3 a 7	> 7
Manganeso (ppm)	< 5	5 a 15	> 15

SIGLAS: Bajo (B) ; Medio (M) ; Alto (A) ; Tóxico (T)

RANGOS PARA INTERPRETACION	
BAJO	ALTO
No Salino (< 2)	Muy Salino (> 6)
Ligeramente Salino (2 a 4)	Salino (4 a 6)

LABORATORISTA

Figura 499. Ficha 05*

Prueba de la textura por el método de Bouyoucos

Jéssica Pinos S.
Teresa Baculima



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

Nº Muestra Laboratorio: 1439

Propietario: Teresa Baculima / Jessica Pinos

Fecha entrega de resultados: 28/02/2013

RESULTADOS

DATOS GENERALES DE LA MUESTRA		MUESTRA / CODIGO	6.
Ubicación:		Provincia	Cantón
		Azuay	Cuenca
Cultivo/Usos:		Parroquia	El Valle
			Sector / Finca

p.H.	---	Muy Ácido (0 < 5)	Ácido (5 - 6,5)	Median. Ácido (> 6,5 - 7,5)	Ligeram. Ácido (> 7,5 - 8)	Práctic. Neutro (> 8 - 8,5)	Medianam. Alcalino (> 8,5 - 9)	Alcalino (> 9)
Clase Textural (% arena, % arcilla, % limo)	ARCILLOSO							
Materia Orgánica %	---							

	RANGOS PARA INTERPRETACION		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno (ppm)	< 30	30 a 60	> 60
Fósforo (ppm)	< 10	10 a 20	> 20
Potasio (meq/100ml)	< 0,2	0,2 a 0,38	> 0,38
Calcio (meq/100ml)	< 2	2 a 5	> 5
Magnesio (meq/100ml)	< 0,5	0,5 a 1,5	> 1,5
Hierro (ppm)	< 20	20 a 40	> 40
Cobre (ppm)	< 1	1 a 4	> 4
Zinc (ppm)	< 3	3 a 7	> 7
Manganeso (ppm)	< 5	5 a 15	> 15

SIGLAS: Bajo (B) ; Medio (M) ; Alto (A) ; Tóxico (T)

C.E. (m mhos/cm)	No Salino (< 2)	Ligeramente Salino (2 a 4)	Salino (4 a 8)	Muy Salino (> 8)

PARAMETROS COMPLEMENTARIOS PARA USO EN RIEGO (En función de la CLASE TEXTURAL)

Capacidad de Campo (cm ³ /cm ³)	0,42
Conductividad Hidráulica a la Saturación (cm / h.)	0,19
Saturación (cm ³ /cm ³)	0,53
Saturación de Bases	---
Densidad Apparente (gr./cm ³)	1,20
Punto Marchitez (cm ³ /cm ³)	0,27
Agua Disponible (cm ³ /cm ³)	0,14
Porcentaje de Humedad (%)	---

LABORATORISTA

Figura 500. Ficha 06*

Prueba de la textura por el método de Bouyoucos

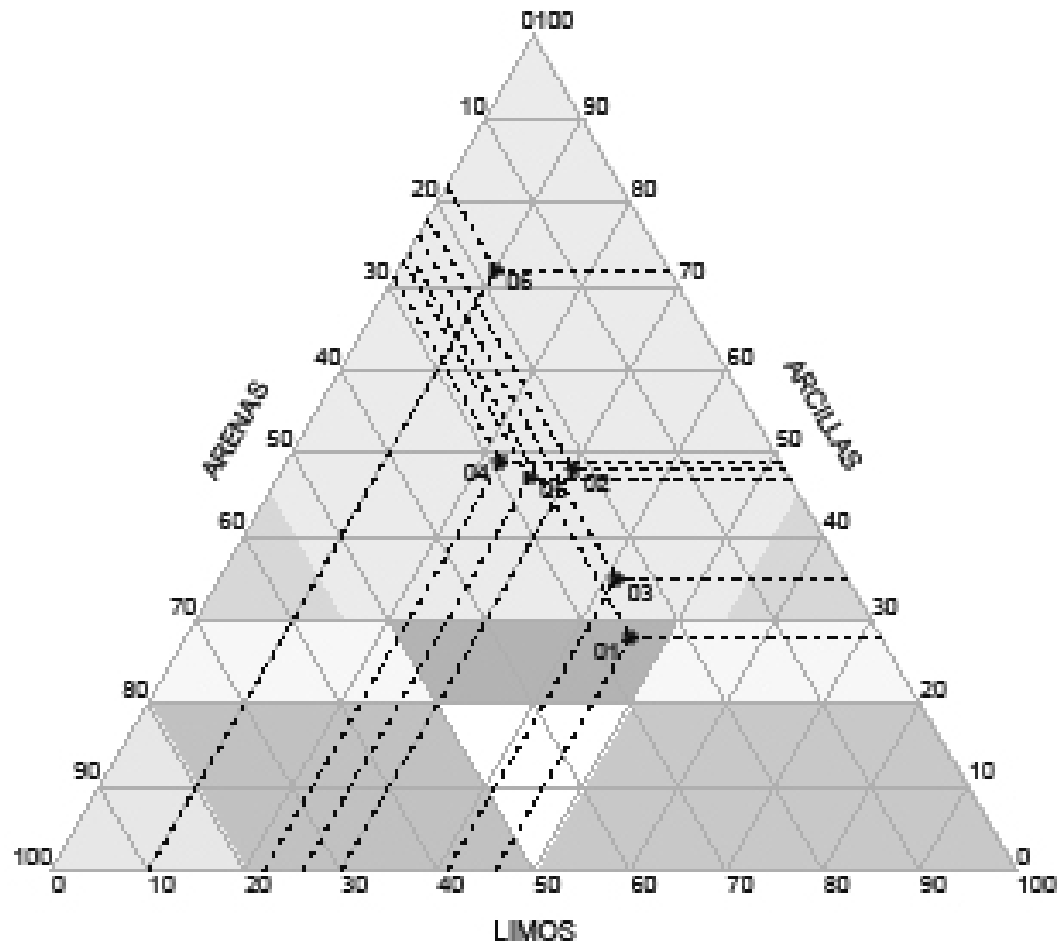


Figura 502. Tri'angulo de Feret*
Prueba de la textura por el método de Bouyoucos

Personas entrevistadas

Personas entrevistadas

Para el desarrollo de esta investigación ha sido necesaria la colaboración de personas que se manejen dentro del campo de la técnica del bahareque tradicional, y a continuación se realiza una pequeña reseña de las personas que nos han colaborado en esta investigación con sus conocimientos sobre el tema.

Sr. Leonidas Espinoza

Ingeniero agrónomo que trabajó como profesor de la Universidad de Cuenca en la Facultad de Agronomía, actualmente a sus 35 años se dedica a realizar estudios de campo en suelos de la ciudad de Cuenca.

Está vinculado con la construcción en tierra debido al uso de los diferentes tipos de suelo en este sistema y en cuanto a la parte práctica se ha dedicado a construir viviendas de adobe y bahareque tradicional.

Jéssica Pinos S.
Teresa Baculima

Sr. Luis Chuqui

Obrero de 50 años cuyo inicio en la construcción se da en la adolescencia con la ejecución de sistemas tradicionales como el adobe, el tapial y el bahareque.

Las obras que ha realizado se encuentran en la Costa, Sierra y Oriente, consiguiendo así conocimiento sobre las diferentes aplicaciones de cada sistema según la zona climática.

Arq. Rodrigo Montero

Actualmente, profesor de la Universidad de Cuenca en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, es un profesional con una vasta experiencia y conocimiento en la construcción en general.

Gracias a las intervenciones en restauraciones de edificaciones antiguas en la ciudad y el estudio y capacitación sobre estas técnicas tradicionales, ha adquirido un amplio conocimiento al respecto.

Ubicación del módulo

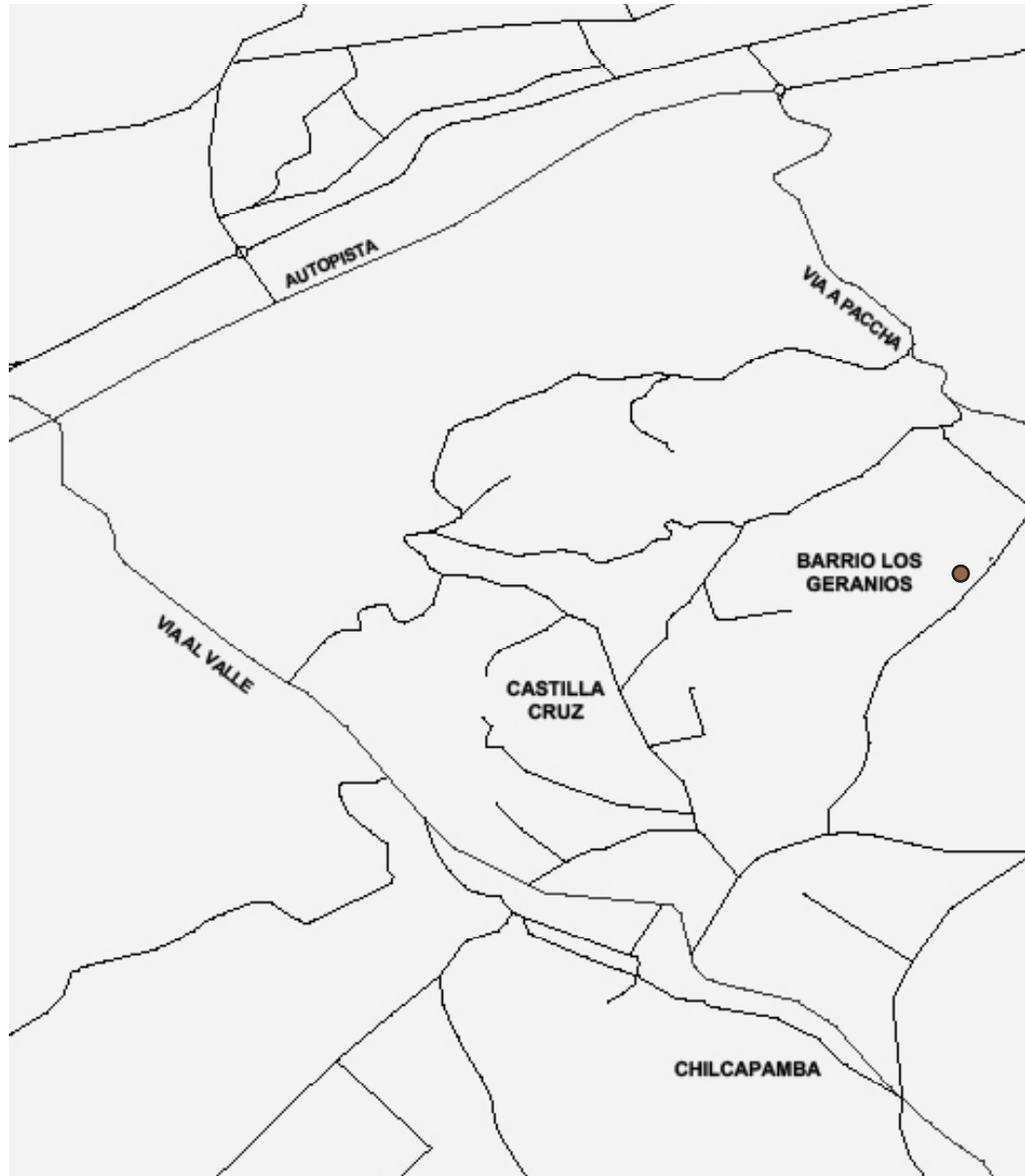


Figura 502. Ubicación*
Cuenca - Azuay