



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

PLAN DE CONTINGENCIA

SEDE - ZAMORA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

**“DISEÑO DE UN MODELO DE VIVIENDA ECOLÓGICA
CON BAMBÚ PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA”**

*Tesis previa a la obtención del
título de: Ingeniero en Manejo y
Conservación del Medio Ambiente*

AUTOR: Luis Fernando Calva Chuquimarca

DIRECTOR: Ing. Hitler Farley Figueroa, Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

Julio, 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PLAN DE CONTINGENCIA
SEDE ZAMORA
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
CERTIFICACIÓN

Señor Doctor.

Pablo Cabrera Ordoñez, Mg.Sc.

**COORDINADOR GENERAL DEL PLAN DE CONTINGENCIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**

Loja.

De mi especial consideración.

Por medio del presente expreso un atento y cordial saludo, y a la vez me permito hacer conocer a su autoridad lo siguiente:

En calidad de Director del Trabajo de Titulación denominado: **“DISEÑO DE UN MODELO DE VIVIENDA ECOLÓGICA CON BAMBÚ PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA”**, de autoría del señor **LUIS FERNANDO CALVA CHUQUIMARCA**, de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente del Plan de Contingencia de la Universidad Nacional de Loja, con Sede en Zamora, **CERTIFICO** que se ha realizado la revisión prolija del Trabajo de Titulación antes citado, de conformidad con lo que establece el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja dentro del cronograma aprobado, por lo que autorizo su presentación continuación del proceso de titulación.

Zamora, 26 de Febrero del 2015

Atentamente,

Ing. Hitler Farley Figueroa Mg Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTORÍA

Yo, Luis Fernando Calva Chuquimarca, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional-biblioteca Virtual.

AUTOR: Luis Fernando Calva Chuquimarca

FIRMA: _____



CÉDULA: 1900562107

FECHA: Loja, 15 de Julio del 2015

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA
LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, **Luis Fernando Calva Chuquimarca**, declaro ser autor de la tesis titulada **“DISEÑO DE UN MODELO DE VIVIENDA ECOLÓGICA CON BAMBÚ PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA”**. Como requisito para optar al grado de: Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente: autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenios la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, el 15 de julio del 2015 firma el autor:



Luis Fernando Calva Chuquimarca

C.C. 1900615004

Dirección: Yantzaza, Barrio San Francisco, Calle Romerillos y Begonias

Teléfono: 073127437

Celular: 0985016168

Email: luisfer-7@hotmail.com

Director de tesis: Ing. Hitler Farley Figueroa, Mg. Sc.

TRIBUNAL DE GRADO:

Ing. Osmani López Celi, Mg.Sc. (Presidente)

Ing. Galo Ramos Campoverde, Mg.Sc. (Vocal)

Ing. María Luisa Díaz López, Mg.Sc. (Vocal)

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Papá y mamá

A tu paciencia y comprensión, preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para tí, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de tí, gracias por estar siempre a mi lado, Johana.

A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, ya que con el todo y sin el nada por iluminarnos y fortalecer nuestro espíritu para emprender este camino hacia el éxito.

Mi agradecimiento los docentes de la Universidad Nacional de Loja por todo el apoyo brindado, por su calidad humana, por instruirnos y guiarnos a realizar este proyecto que hoy tuvimos el inmenso placer de defender con propiedad y con base, con entereza y firmeza.

Luis Calva

A. TÍTULO

**“DISEÑO DE UN MODELO DE VIVIENDA ECOLÓGICA CON BAMBÚ
PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA”**

B. RESUMEN

El presente trabajo de tesis se realizó en el cantón Yantzaza, perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe, desde el mes de febrero a julio del 2014, el propósito fue diseñar un modelo de vivienda ecológica con bambú para la zona rural de Yantzaza. Los diseños de vivienda de hoy en día no se construyen con guadua, por el desconocimiento de sus ventajas, desconfianza de otro tipo de alternativas y el desinterés del gobierno y de los propios constructores. La contaminación al interior y exterior de los hogares en las zonas rurales se produce generalmente por la generación de residuos orgánicos e inorgánicos, por el desagüe del agua utilizada de lavanderías y baños hacia las vertientes de agua. Para el desarrollo del presente proyecto se comenzó con la recopilación de información sobre la guadua, material alternativo para la construcción, sus propiedades, cualidades de bajo costo y resistencia a los sismos, para esto se recurrió a proyectos, investigaciones, normas de construcción con guadua de Ecuador, Colombia y Perú; para el proceso de diseño de la vivienda ecológica se utilizó software AutoCAD 2010, en el cual se diseñó la parte arquitectónica de la vivienda, así como sus sistemas activos como: cocina mejorada, filtro biológico para agua de consumo humano, compostera, gallinero, cuyera, filtro biológico para aguas residuales; para la construcción de la vivienda se elaboró un manual, para elaborar su contenido se recurrió a los planos que se diseñó, revistas, libros electrónicos, manuales, y a las normas de construcción con guadua. Según investigaciones realizadas se concluyó que la guadua es un material de importantes características en su comportamiento físico mecánico en estructuras, la relación resistencia peso la hace tan importante como las mejores maderas, con una ventaja a su favor y es la de ser un recurso natural renovable de rápido crecimiento y fácil manejo, que además aporta a importantes beneficios ecológicos durante su crecimiento; el área de la vivienda ecológica con bambú es de 64 m², tiene tres dormitorios, un baño, cocina, comedor, y sus respectivos sistemas; en el manual de construcción se describe cada proceso de construcción de la vivienda y sus sistemas activos.

SUMMARY

The thesis is developed in the canton Yantzaza, belonging to the province of Zamora Chinchipe, from the month of February to July 2014, the purpose was to design a model of ecological house with bamboo rural Yantzaza. The housing designs today are not built with bamboo, by ignorance of its advantages, distrust of other alternatives and the lack of government and the builders themselves. Pollution inside and outside of households in rural areas is generally produced by the generation of organic and inorganic waste into drains the water used in laundries and bathrooms to the watersheds. For the development of this project began with gathering information about the bamboo, alternative building material, their properties, qualities inexpensive and resistance to earthquakes, so it resorted to projects, research, construction standards with bamboo of Ecuador, Colombia and Peru; for the design process of ecological housing AutoCAD 2010 software, in which the architectural part of the house was designed and its active systems and upgraded kitchen, biological filter for drinking water, compost, chicken house was used cuyera , biological filter for wastewater; for the construction of housing I elaborate a manual, to develop its content to the planes were developed, magazines, e-books, manuals, and construction standards with bamboo were used. It was concluded that the bamboo is an important material characteristics in their physical behavior in mechanical structures, resistance weight ratio makes it so important as the finest woods, with an advantage in their favor and that is to be a renewable natural resource of rapid growth and easy handling, it also provides significant environmental benefits during their growth; the area of ecological house with bamboo is 64 m², has three bedrooms, bathroom, kitchen, and their respective systems; Construction manual for each process of building housing and active systems is described.

C. INTRODUCCIÓN

El bambú es una planta de gran importancia para los pobladores de las zonas rurales de varias regiones del mundo. Se usa para construcción de casas, antenas de televisión, postes de tendido eléctrico, escaleras, envases, juguetes, muebles, manualidades y para otros artículos de uso diario (Mercedes, 2006). La guadua es un material de importantes características en su comportamiento físico mecánico en estructuras. La relación resistencia/peso la hace tan importante como las mejores maderas, con una ventaja a su favor y es la de ser un recurso natural renovable de rápido crecimiento y fácil manejo, que además aporta importantes beneficios ecológicos durante su crecimiento (INEN, 1976)

Factores como el desconocimiento del adecuado uso de la guadúa, los intereses de transnacionales y de los monopolios de producción de materiales convencionales, las leyes y ordenanzas de construcción locales, la poca apertura de las instituciones vivendísticas y universitarias del país, entre otras causas han contribuido a que sistemas constructivos no convencionales no se hayan masificado, para así solucionar un gran problema social del Ecuador como es, el de la vivienda.

El propósito del proyecto de diseño de la vivienda ecológica con bambú fue determinar si la guadua es un material que se lo utiliza en los sistemas de construcción de vivienda, a través de un proceso de recopilación y análisis de la información en el cual se concluyó que este, es un material alternativo para la construcción, es de bajo costo y resistente a los sismos; luego del análisis se procedió con el diseño de la vivienda ecológica utilizando como material constructivo la guadua, además de los sistemas activos de la vivienda ecológica como es el calentador solar, cocina mejorada, filtro biológico para la depuración de las aguas residuales, filtro biológico para el tratamiento de agua para el consumo humano; y finalmente se elaboró un manual de construcción de la vivienda ecológica para el maestro constructor que tiene

como finalidad dar a conocer las estrategias constructivas con bambú en la aplicación de uniones, cortes, y pegado de paredes con mortero.

El proyecto de diseño de la vivienda ecológica con bambú se desarrolló en el cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, con una duración de cinco meses, cuyo objetivo general es: Contribuir a la sustentabilidad de los recursos naturales, a través del diseño de la vivienda ecológica con bambú para la zona rural de Yantzaza.

Los objetivos específicos para esta investigación fueron:

- Recopilar información sobre el bambú como un material alternativo para la construcción, sus propiedades, cualidades de bajo costo y resistencia a los sismos.
- Diseñar un modelo de vivienda ecológica con bambú para la zona rural del cantón Yantzaza.
- Realizar un manual para construcción de viviendas ecológicas con bambú.

D. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. El Bambú

El bambú es una planta de gran importancia para los pobladores de las zonas rurales de varias regiones del mundo. Se usa para construcción de casas, antenas de televisión, postes de tendido eléctrico, escaleras, envases, juguetes, muebles, manualidades y para otros artículos de uso diario, incluyendo la producción de pulpa para la fabricación de papel (Mercedes, 2006). La forma de llamarlas a las especies de guadua angustifolia es diferente en toda América, en Ecuador se la llama caña, en Perú marona o taca, en Bolivia tacuarembó, en Argentina tacuara, en Brasil taboca, en Paraguay Tacuaracu en Venezuela Guafa y en Colombia Guadura. (Morán, 2005).



Figura 1. Bosque de bambú

Fuente: www.flickr.com

1.1. Definición

La guadua “es una planta leñosa arborescente que pertenece a la familia Poaceae y a la Tribu Bambuseae (Morán, 2005). La Guadua fue inicialmente reconocida por los botánicos Humboldt y Bonpland como Guadua Bambusa, llevándola luego a América, posteriormente el botánico alemán Karl

Sigismund Kunth fue quién le bautiza con el nombre de *Guadua Angustifolia*, por sus de hojas angostas (Londoño, 2005).

1.2. Morfología de la *Guadua*

Los bambúes son plantas con una gran diversidad morfológica; las hay de pocos centímetros y tallos herbáceos hasta bambúes de 30 metros de altura y tallos leñosos. Debido a su naturaleza especializada y a su floración infrecuente, se le ha dado mucha importancia para los estudios taxonómicos a estructuras morfológicas tales como rizoma, culmo, yema, complemento de rama, hoja caulinar y follaje las cuales se tratan a continuación (Mercedes, 2006).

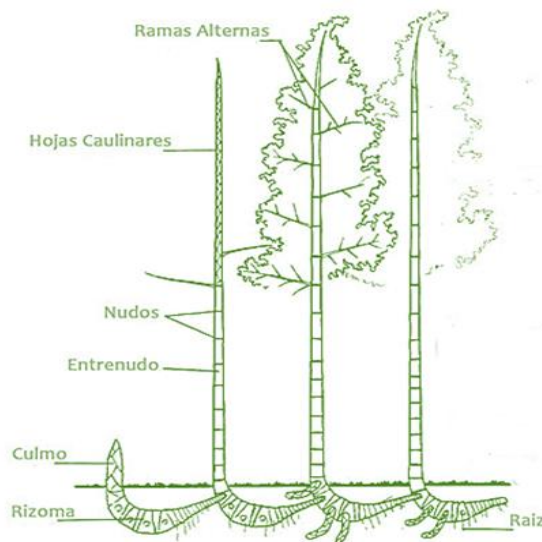


Figura 2. Partes del Bambú

Fuente: www.kilombotenonde.com

1.2.1. Raíces

El sistema radicular está formado por raíces, raicillas y por los rizomas, los mismos que corresponden a modificaciones con la diferencia de que este crece hacia fuera y los rizomas son subterráneos (Giraldo y Savojal, 1999).



Figura 3. Raíces del bambú

Fuente: www.bambumex.org

1.2.2. Rizoma

La raíz del Bambú se denomina rizoma y se diferencia por la forma y hábito de ramificación. El rizoma tiene una gran importancia, no sólo como órgano en el cual se almacenan los nutrientes que luego distribuye a las diversas partes de las plantas, sino como un elemento básico para propagación del bambú, que asexualmente, se realiza por ramificación de los rizomas (Widmer I. 1990), quien clasificó los dos grupos principales de acuerdo a la morfología de los rizomas en paquimorfo (simpoidal, de matorral), leptomorfo (monopoidal, invasivo) (Liese, W. 1985), indica que existen formas intermedias a las que denomina metamórficas (Mercedes, 2006).

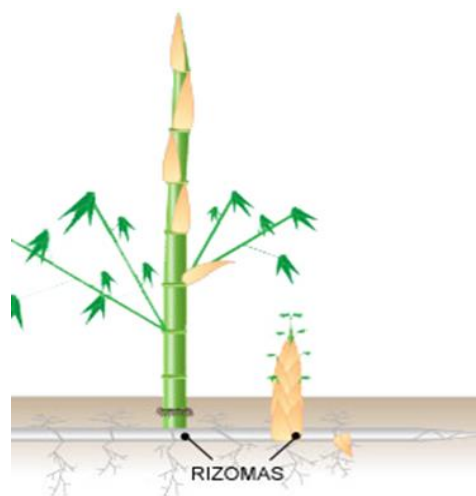


Figura 4. Rizoma o raíz del Bambú

Fuente: www.planfor.fr

1.2.3. Tallo o Cumulo

Giraldo citado por Gonzalo (2006) su forma es cilíndrica con entrenudos huecos llamados canutos, separados transversalmente por tabiques o nudos que le dan mayor rigidez, flexibilidad y resistencia. Los tallos están formados por fibras longitudinales, que según su especie se diferencian, en su diámetro, altura y su forma de crecimiento. La altura puede llegar hasta 40 m y el diámetro va de 8 a 18 cm en promedio.



Figura 5. Tallo del Bambú

Fuente: www.biocybercuernavaca.com

1.2.4. Hojas

Las hojas son muy variables en tamaño y forma, en la primera etapa del crecimiento; pueden ser ovales, lanceoladas y oblongo-lanceoladas; son lisas o casi lisas en la superficie superior. Las hojas de los bambúes también varían de las del resto de las gramíneas (Mercedes, 2006)



Figura 6. Hojas del bambú

Fuente: www.bambumex.org

1.2.5. Flor

Es muy pequeña, de color violáceo o rosáceo, su color depende del tipo de suelo donde esta plantada, su vida es muy corta dura aproximadamente 48 horas y está ubicada en las partes terminales de las ramas superiores y en el primer tercio de la espiga.



Figura 7. Flor del Bambú

Fuente: bamboo.ning.com

1.2.6. Semilla

Se parece a un grano de arroz, de coloración blancuzca muy clara en su interior y de café muy claro en su exterior de 5 a 8 milímetros de largo y 3 milímetros de espesor (Perea y otros, 2003).



Figura 8. Semilla de Bambú

Fuente: foroantiguo.infojardin.com

1.3. Ciclo Biológico

El desarrollo de una plantación de bambú tiene diferentes etapas conforme a la edad y apariencia de las plantas. Estas etapas son cualitativas y deben desarrollarse para cada especie Castaño, 1989. En un área poblada naturalmente por bambú normalmente se consideran las siguientes:

1.3.1. Fase de renuevo o Brotación

Conocido también como brote o rebrote, es la primera fase del desarrollo de la planta y se caracteriza por estar cubierto por las hojas caulinares que son las hojas de color café que protegen al culmo del ataque de insectos en etapa de crecimiento inicial (Botero, 2004)



Figura 9. Brotación del bambú

Fuente: <https://sites.google.com/site/caulinarte/hojacaularadelaguadua>

1.3.2. Fase Juvenil

Se inicia cuando empieza el desarrollo de las ramas apicales y crece gradualmente el follaje de la planta, el culmo elimina todas sus hojas caulinares de su parte superior conservando las basales, los entrenudos son de color verde intenso y se aprecian claramente las bandas nodales. Esta fase tiene una duración aproximada de uno a dos años (Benítez y Hernández, 2009)



Figura 10. Etapa juvenil del bambú

Fuente: <http://coldecimo.blogspot.com>

1.3.3. Fase Madura, Adulta o Comercial

En esta fase todo el culmo se cubre de manchas blancas en forma de plaquetas, que corresponden a hongos, desaparecen las manchas nodales y aparecen algunos musgos y líquenes en los nudos, su color se generaliza en tono grisáceo, no hay hojas caulinares en ninguna parte del culmo y adquiere su mayor grado de resistencia. Esta fase dura de dos a cuatro años (Benítez y Hernández, 2009).



Figura 11. Fase madura del bambú

Fuente: <http://eldiario.com.co/seccion/EDICION+DOMINICAL>

1.3.4. Fase de Sazonamiento

La madera empieza a perder resistencia y se va llenando de líquenes. El follaje es poco denso y el color de los tallos es verde-pálido y amarillento. Va de 4 a 6 años (Mercedes, 2006)

1.3.5. Fase Sobremadura o Vieja

En esta fase el tallo está cubierto de líquenes y hongos, tornándose de color blanquecino. Esta fase dura un año o más y la guadua pierde sus propiedades físico mecánicas (Morán, 2005).



Figura 12. Bambú en etapa Madura

Fuente: <http://estructurasenguaduapapiyon.blogspot.com/>

1.4. Corte del Bambú

Según Mercedes (2006) las varas de bambú deben cortarse por encima del primer nudo del tallo, a nivel del suelo; se recomienda hacerlo anualmente después de los tres a cinco años de plantados (según la especie) con el fin de mantener la actividad de la planta. Al momento de cortarse éste no debe tener rizomas nuevos ni tallos en crecimiento. Se sugiere tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Ciclo de corte
2. Intensidad de corte, y
3. Método para hacer el corte.

1.4.1. Ciclo de Corte

Este es el tiempo que transcurre entre un aprovechamiento o corte y otro. Está determinado por varios factores siendo los más importantes:

1. La madurez del tallo, o sea, cuando está listo para ser cortado.
2. La máxima madurez, o sea, el período después del cual el tallo comienza a deteriorarse hasta morir.
3. Si la plantación es pequeña, el ciclo puede ser no mayor de un año; si es grande, el ciclo podría ser mayor de 4 años.

1.4.2. Intensidad de Corte

Esto se refiere a la regulación del número de tallos que deben ser cortados en cada intervención o aprovechamiento. La intensidad de corte está determinada por la densidad de la plantación y el grado de madurez de la plantación de bambú. En condiciones apropiadas, el corte será de tallos maduros y juveniles.

1.4.2.1. Métodos Para Hacer el Corte

Cuando se va a cortar el bambú y de forma independiente a la finalidad del corte, el equipo a utilizar para hacerlo, debe estar muy bien afilado para evitar daños y desgarraduras a la caña o culmo. En todo caso, el corte debe hacerse con considerando que:

1. Se deben cortar las varas que han alcanzado su madurez por encima del primer nudo.

2. Se puede utilizar para el corte una pequeña hacha, una sierra de podar o un machete bien afilado para evitar rajadura en la vara.
3. Se tienen que eliminar las ramas laterales de las varas.
4. Colocarlas en la posición deseada para que se sequen.

1.5. Curado de la Guadua

Para preservar la guadua es necesario protegerla del ataque de agentes nocivos como son los hongos e insectos.

1.5.1. Curado al Calor

Se hace colocando horizontalmente las cañas de guadúa sobre brasas a una distancia apropiada para que las llamas no las quemen, girándolas constantemente. Las brasas se colocan en el fondo de una excavación de 30 a 40 centímetros de profundidad, este método también se emplea para enderezar guaduas torcidas (León y Cobos, 2007).

CURADO AL CALOR



Figura 13. Método de curado al calor

Fuente: (Hidalgo, s. f)

1.5.2. Curado por Inmersión.

Se sumergen los tallos en agua, una vez cortados por un tiempo no mayor a cuatro semanas. Aun Cuando se reduce considerablemente el ataque de insectos, el tallo se toma más liviano y quebradizo (Contreras y Díaz, s.f.)



Figura 14. Método de curado por inmersión

Fuente: <http://www.conbam.info/pagesES/basics.html>

1.5.3. Curado en la Mata

Después de cortado el tallo, se deja con ramas y hojas recostado lo más vertical posible, sobre otras guaduas y aislado del suelo por medio de una piedra. En esta posición se deja por un tiempo no menor de cuatro semanas, después de lo cual se cortan sus ramas y hojas y se deja secar dentro de un área cubierta bien ventilada (Colorado, 2002).

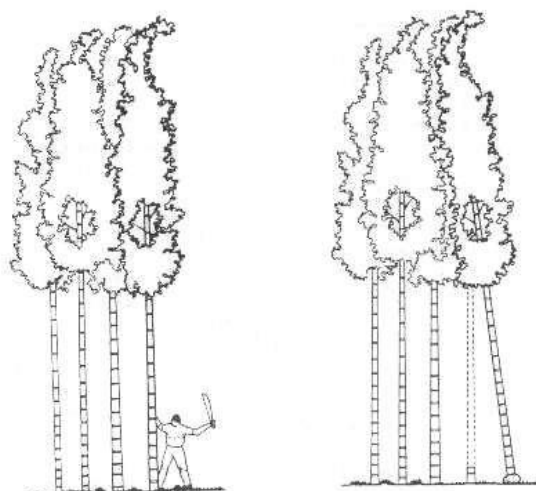


Figura 15. Método de curado en mata

Fuente: (Hidalgo, s. f)

1.5.4. Curado al Humo

Consiste en ahumar la guadúa previamente colocada horizontalmente en el interior de la casa sobre un fogón u hoguera, hasta que queden cubiertas exteriormente de hollínç (Cueva y Maza, 2013)



Figura 16. Método de curado en humo

Fuente: <http://www.conbam.info/pagesES/basics.html>

1.6. Proceso de Secado

1.6.1. Secado al Calor

En su tesis Tandazo y Flores (2012) han investigado que el secado al calor se realiza colocando las cañas de guadúa de forma horizontal sobre brasas de madera, a una distancia apropiada, evitando que pueda ser quemada por las llamas y girándolas constantemente.

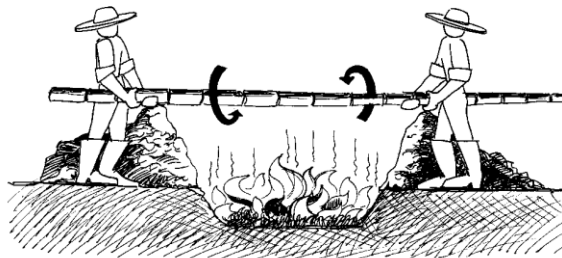


Figura 17. Proceso de secado al calor

Fuente: (Tandazo y Flores, 2012)

1.6.2. Secado al Aire

El mismo autor manifiesta que, este método consiste en apilar la guadua en cantidad suficiente en el suelo, se coloca de manera horizontal y aire libre (mejor cubierto), teniendo precaución que no tenga contacto con el suelo, sobre alguna base que impida esto. Su composición no deben de afectar sus propiedades físico-mecánicas, ni su color y preferiblemente debe de ser en estado líquido para que se pueda impregnar interiormente donde es más vulnerable, proceso que debe realizarse estando la guadua seca o curada.



Figura 18. Proceso de secado al aire

Fuente: <http://guaduate2012.galeon.com/productos2655865.html>

1.7. Propiedades Mecánicas de la Guadua

1.7.1. Tracción, Compresión Paralela a la Fibra y Corte Paralelo a la Fibra

Según López y otros citado por Camacho y Páez (2002) se realizaron en el laboratorio de recursos forestales de la Universidad Nacional, sede Medellín, ensayos de tracción, compresión paralela a la fibra y corte paralelo a la fibra, siguiendo la propuesta de normas internacionales para ensayos de bambú “INBAR STANDARD FOR DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BAMBOO”; obteniendo como resultados para el esfuerzo último y el esfuerzo admisible:

Tabla 1. Tracción, compresión y corte paralelo a la fibra.

	Tracción (Kg/cm²)	Compresión paralela a la fibra (Kg/cm²)	Corte paralelo a la fibra (Kg/cm²)
σ Promedio	535.1	438.7	68.7
Desviación Estándar	116	91.7	17
σu	352.5	280	43.1
σadm	264	140	11

Fuente: Camacho y Páez, 2002

1.7.2. Flexión y Compresión Perpendicular a la Fibra

Según Cáceres citado por Camacho y Páez (2002) Los esfuerzos últimos y admisibles a flexión y compresión perpendicular a la fibra para las variedades de guadua Macana y Cebolla se muestran a continuación

Tabla 2. Esfuerzos admisibles a flexión y compresión perpendicular a la fibra.

TIPO DE GUADUA	Compresión perpendicular a la fibra		Flexión	
	σu (Kg/cm ²)	σadm (Kg/cm ²)	σu (Kg/cm ²)	σadm (Kg/cm ²)
Cebolla	35	17	170	60
Macana	23	11	175	60

Fuente: Camacho y Páez, 2002

1.7.3. Módulo de Elasticidad

En el proyecto de grado “Determinación de la resistencia a la compresión paralela a la fibra de la Guadua de Castilla” los autores determinaron, que el módulo de elasticidad a compresión paralela a la fibra varia inversamente con el contenido de humedad (CH) para valores menores

al punto de saturación de las fibras (PSF= 23.03%) y permanece constante para contenidos de humedad superiores (Camacho y Páez, 2002).

Tabla 3. Módulo de elasticidad a compresión paralela a la fibra.

Edad de la Guadua	Módulo de elasticidad a compresión paralela a la fibra. (Kg/cm ²)		
	CH = 12%	CH < PSF	CH > PSF
1 a 3 años	105804	$151765 \times 10^{-0.013043143 \times CH \%}$	66125
3 a 5 años	121528	$262775 \times 10^{-0.02790891 \times CH \%}$	67897
Más de 5 años	101427	$183202 \times 10^{-0.021398072 \times CH \%}$	58333

Fuente: Camacho y Páez, 2002

Los autores Sánchez y Prieto en su proyecto de grado “Comportamiento de la guadua angustifolia sometida a flexión” citado por Camacho y Páez (2002) determinaron el módulo de elasticidad a flexión de acuerdo con la luz libre del elemento.

Tabla 4. Módulo de elasticidad a flexión con luz libre del elemento

Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)	Luz libre	
	L < 1.5 m	L > 1.5 m
Mínimo	30000	60000
Promedio	65000	115000

Fuente: Camacho y Páez, 2002

1.8. Uniones

1.8.1. Unión tipo Simón Vélez

El arquitecto Simón Vélez propone una unión a tensión que usa como refuerzo mortero dentro de algunos canutos y varillas

embebidas en dicho mortero, en el proyecto de grado “Optimización de estructuras en Guadua” la estudiante Jenny Garzón de la facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional evaluó la resistencia de la unión propuesta por Simón Vélez encontrando como resultado que la unión resiste en la falla aproximadamente 3000 Kg por cada entrenudo relleno de mortero (Camacho y Páez, 2002)

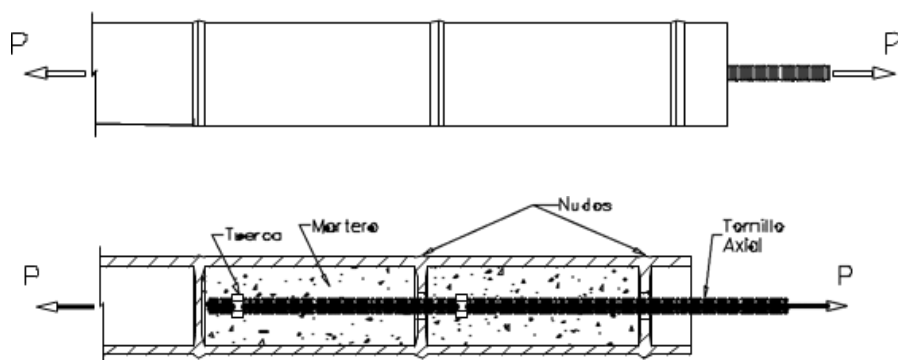


Figura 19. Unión Simón Vélez, tornillo axial

Fuente: Camacho y Páez, 2002

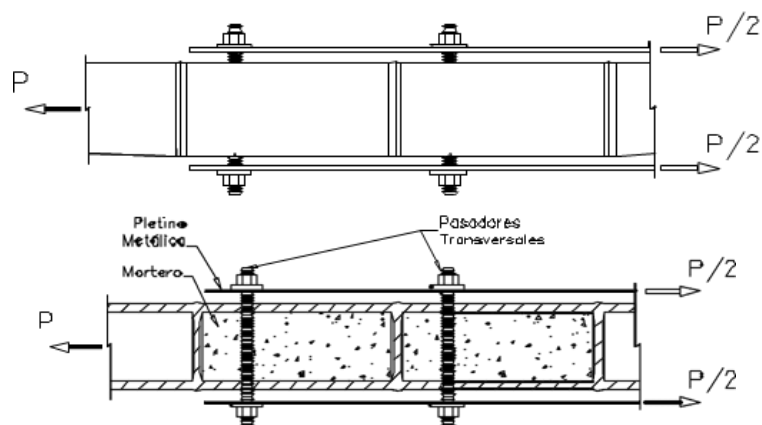


Figura 20. Unión Simón Vélez, tornillo Transversal

Fuente: Camacho y Páez, 2002

1.8.2. Unión Propuesta por Peña – Rodríguez

En su proyecto de grado los estudiantes evalúan la resistencia a tensión de una unión consistente en un sistema llamado conectores, conformados por una lámina circular perforada a la que se le

introduce un pasador de $\frac{1}{2}$ " y ocho puntillas de 1" de longitud y $\frac{1}{8}$ " de diámetro. Para introducir el pasador y las puntillas se pretaladra para evitar que la guadua se raje. Esta unión presenta una resistencia de 1000 Kg por cada par de conectores instalados sobre la guadua, se ensambla más rápidamente, a menor costo y con menor peso que la unión Simón Vélez (Camacho y Páez, 2002).

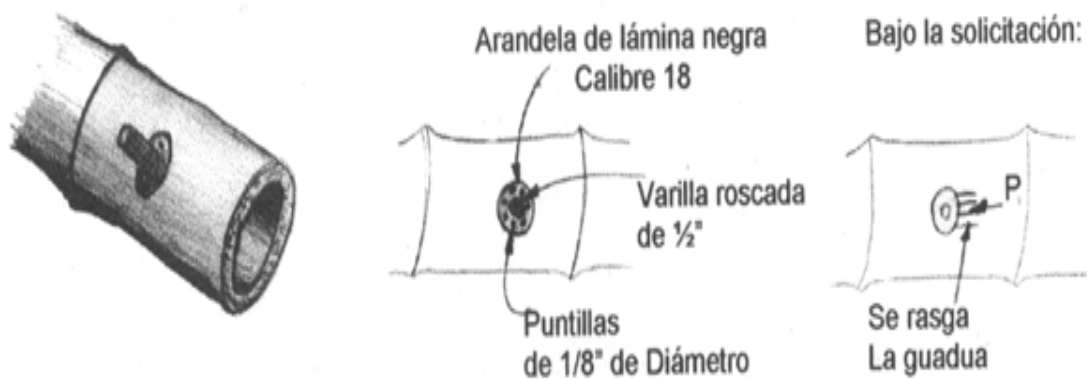


Figura 21. Unión Propuesta por Peña – Rodríguez.

Fuente: Camacho y Páez, 2002

1.8.3. Unión Propuesta por Clavijo – Trujillo

Los estudiantes en su proyecto de grado evalúan y proponen dos tipos de unión a tensión: Unión con mortero, que se realiza pretaladrando 8 orificios en un canuto, de manera que no queden alineados ni vertical ni horizontalmente. Luego se introducen varillas lisas de $\frac{1}{2}$ " en cada orificio. Se taladran dos orificios de $\frac{5}{8}$ " para atravesar una varilla roscada de $\frac{5}{8}$ " y otro orificio de $1\frac{1}{4}$ " para introducir el mortero al entrenudo. La resistencia obtenida es de 6565 Kgn.

Unión con abrazadera, Consiste en una lámina Cold Rolled calibre 22 de 4 cm de ancho, enrollada en la guadua con cinco vueltas y 12 tornillos, unión resiste del orden de 10500 Kg de carga última y la falla se produce por rasgamiento de las paredes de la guadua (Camacho y Páez, 2002)

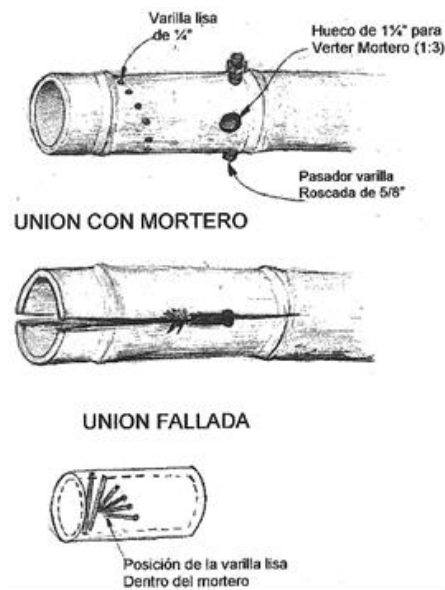


Figura 22. Unión con mortero propuesta por Clavijo – Trujillo.

Fuente: Camacho y Páez, 2002

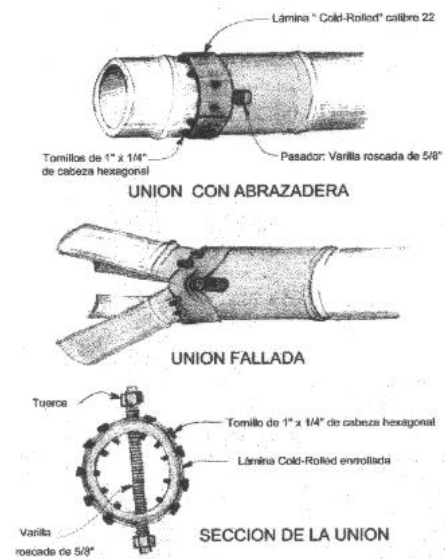


Figura 23. Unión con abrazadera propuesta por Clavijo – Trujillo.

Fuente: Camacho y Páez, 2002

1.9. Usos del Bambú

Como material para la construcción, posee características especiales en cuanto a flexibilidad y ligereza, permitiendo variedad en las construcciones. Además este material es estéticamente agradable y por ende

las casas construidas de bambú son atractivas, económicas y duraderas. Otros usos del bambú recaen en la jardinería como planta ornamental, en la industria como gran proveedor de materia prima para pisos, papel, muebles, cestería, y otros (Fredd y Taco, 2011).

1.10. Industrialización y Usos del Bambú

La *Guadua angustifolia* tiene fibras naturales muy fuertes que permiten desarrollar productos industrializados tales como paneles, aglomerados, pisos, laminados, esteras, pulpa y papel, es decir productos de calidad que podrían competir con otros materiales en el mercado nacional e internacional. Es importante señalar que con el uso de la guadua en los procesos industriales anteriormente mencionados, se reduciría el impacto sobre los bosques nativos, porque la guadua pasa a ser un sustituto de la madera (CORPEI–CBI, 2005)

1.11. Ventajas al Construir con Bambú

1. El bambú es un material liviano debido a su forma circular y las secciones huecas que posee, además es de fácil manipulación, almacenamiento y transporte, lo que permite la construcción rápida de estructuras.
2. Por sus características físicas que lo convierten en un material fuerte y a la vez elástico, el bambú es un material altamente anti-sísmico, de gran confiabilidad, que puede curvarse sin sufrir rupturas.
3. El bambú posee fibras, cuya constitución permite ser cortado transversal o longitudinalmente en piezas de cualquier tamaño, empleando herramientas muy sencillas.
4. El bambú por naturaleza es de un tono muy atractivo, además su corteza es lisa y no requiere ser raspado, o pulido.
5. La caña de bambú puede ser aprovechada en su totalidad.

6. La construcción con bambú permite la combinación de este magnífico material con madera, metal y otros.
7. Del bambú no utilizado en estructuras principales se derivan materiales para enchapes tales como esteras, paneles, contrachapados, etc.
8. El bambú continúa liderando como el material de construcción de más bajo precio Londoño citado por Gonzalo (2006).

1.12. Bambú para Construcción de Viviendas

El bambú es bastante duradero, crece en todo sitio y su costo es bajísimo, con respecto a otros materiales. Además, el sistema de construcción es simple. Igual que la madera, y por ser un material orgánico, el bambú tiende a deteriorarse ante factores bióticos y abióticos. Sin embargo técnicas de preservación y criterios de diseño aplicados adecuadamente, prolongan la vida por 50 años o más. Poblaciones de Colombia, Perú y Ecuador tienen, hasta hoy, edificaciones construidas con bambú, que datan de más de 80 años (Lira, 2014).

2. Viviendas Ecológicas

Las casas bioclimáticas o ecológicas son aquellas que logran condiciones óptimas de habitabilidad con el mínimo consumo energético, teniendo en cuenta la orientación de la construcción, el terreno y la naturaleza que lo rodea. Deben ser autosuficientes y autorreguladas, con un mantenimiento barato que no dependan de fuentes no locales de energía (electricidad, gas, carbón o leña). La energía debe proceder mayoritariamente de fuentes naturales gratuitas.

Reutilizando el agua de lluvia, ahorran recursos; y al ser construidas con materiales no tóxicos se integran perfectamente en el medio ambiente, sin perjudicarlo. Deben usar energías limpias y tener cero emisiones. Hay que tener en cuenta la integración paisajística de la casa (Diana, 2010).



Figura 24. Vivienda ecológica

Fuente: www.casasecologicas.org

2.1. Relación Casa-Entorno

El conocimiento de las arquitecturas locales se puede continuar aplicando hoy para crear viviendas con una mayor relación con la naturaleza y su entorno. Se trata de aprovechar de manera cooperativa los elementos naturales como el sol, el viento o el agua y así ahorrar energía y recursos.



Figura 25. Vivienda con entorno a la naturaleza

Fuente: <http://xavianet.wordpress.com>

2.2. La Construcción de la Casa Ecológica

Lo fundamental es la orientación, de la misma. Deberá levantarse en la ladera al sur, protegida del norte y libre de corrientes. En los

laterales, algún tipo de colina o montaña más suave y al sur una zona de valles que no oculten el sol.

2.2.1. Los Materiales de Construcción

Se recomienda que sean lo más naturales, y a ser posible de la zona más baratos y fáciles de conseguir, pudiéndose apoyar en los materiales de albañilería tradicional y reciclados

2.2.2. Para Ahorrar Agua

Se utilizan sistemas de depuración y aprovechamiento de las aguas (letrinas secas la mitad del consumo familiar de agua se lo lleva tirar de la cadena), recogida de agua de lluvia, etc.

2.2.3. La Calefacción

2.2.3.1. Solar Pasiva

Orientación de la casa al sur en combinación con ventanales de doble acristalamiento.

2.2.3.2. La Calefacción Activa

La proporcionaría la cocina de leña y/o una chimenea. El agua caliente se generaría con un sistema de placas. También se puede usar el sol para cocinar en las asequibles cocinas solares. Células fotovoltaicas, aerogeneradores, turbinas si hay un salto de agua; son posibilidades, según la zona, a considerar para autogenerar la electricidad precisa para electrodomésticos o incluso pequeños talleres.

2.2.4. Electrodomésticos.

Se tienen que emplear aquellos de bajo consumo, que no produzcan ni ondas electromagnéticas, ni tampoco emitan gases nocivos;

que dispongan de una toma de tierra en perfectas condiciones; y, por último, cuyos elementos envolventes sean naturales (Diana, 2010).

2.3. Sistemas Activos en el Funcionamiento de la Vivienda

2.3.1. Filtro Lento de Bioarena

Los filtros de arena eliminan los microorganismos y las partículas por el esfuerzo físico, y algunos compuestos disueltos por adsorción sobre las superficies de los granos de arena pero lo más importante, en los filtros de arena biológicamente activos es la eliminación de microorganismos problemáticos y compuestos químicos a través de la biodegradación (CAWST, 2008).



Figura 26. Filtro de bioarena

Fuente: http://www.redesma.org/boletin/bol_2011/sodis/boletin.php

2.3.2. Cocina Mejorada para la Salud de las Mujeres y Niños

Estas cocinas tienen chimeneas que expulsan los humos tóxicos de la quema de leña o bosta, evitando que las mujeres y niños perjudiquen su salud por los altos niveles de contaminación. Además, el diseño de las cocinas permite ahorrar el consumo de combustible para cocinar.



Figura 27. Cocina Ecológica

Fuente: asopromay.blogspot.com

2.3.3. Baño Ecológico

Este baño, además de la terma solar para la ducha, cuenta con un biodigestor para el tratamiento de las aguas expulsadas por el inodoro que no contamina el subsuelo donde se almacena los residuos humanos. Se complementa con un sistema de limpieza a base de juncos para reutilizar en irrigación las aguas tratadas. (Miguel, 2013)



Figura 28. Baño de vivienda

Fuente: <http://cacita.org.mx/autogestion/servicios/sanitarios-ecologicos/>

2.3.4. Terma Solar para Agua Caliente

Aprovecha la energía solar para calentar agua hasta una temperatura promedio de 50 °C, permitiendo tener agua caliente de manera gratuita para aseo personal en zonas frías. Su principal beneficio es que se puede elaborar con materiales accesibles y económicos (Shyam y Nandwani, 2006).

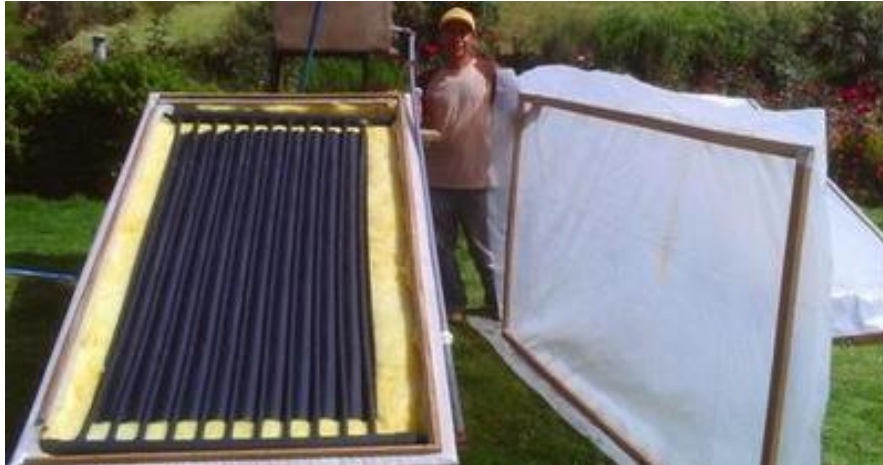


Figura 29. Terma solar de agua caliente

Fuente: <http://solucionessolares.blogspot.com>

2.3.5. Biohuerto Familiar

Entre las principales características del Biohuerto se encuentran la utilización de abono natural, producido a partir de los desechos biodegradables generados por el mismo biohuerto y el control biológico de plagas, evitándose el uso de pesticidas químicos para los cultivos.



Figura 30. Biohuerto Familiar

Fuente: <http://www.agroterra.com/p/kit-huerto-familiar-urbano-ecologico-de-cinta-exudante-porosa-porec/3011038>

2.3.6. Pozo de Compost

Permite obtener abono a partir de los residuos orgánicos del biohuerto y de la vivienda.



Figura 31. Pozo de compost

Fuente: compostajedomestico.wordpress.com

2.3.7. Granja de Gallinas y Cuyes

Proporciona alimento para el hogar e insumo para la producción del humus, los animales se alimentan del propio biohuerto (Miguel, 2013).



Figura 32. Granja de gallinas

Fuente: <http://blogs.publico.es/elpingue/343/blue-hill-at-stone-barns>



Figura 33. Granja de cuyes

Fuente: <http://www.infoagro.com/compraventa/oferta.asp?id=17618>

3. Diseño de la Vivienda con Guadua

3.1. Diseño de Planos

Es un plano, o grupo de planos, que generalmente incluye dibujos generales y de detalles de Arquitectura, de estructuras, de instalaciones, etc., con las dimensiones exactas y la información requerida para la construcción.

3.1.1. Plano de Diseño Urbano.

Es un plano destinado a identificar el sitio y localizar la línea de fábrica de los edificios en relación al plano de la ciudad, a otro conjunto urbano más amplio o a ambos simultáneamente.

3.1.2. Plano de Implantación.

Es un plano destinado a ubicar la posición de los edificios con relación al sitio de construcción, forma de accesos, definiciones generales, redes de servicios, etc.

3.1.3. Plano de Ubicación General.

Es un plano destinado a representar la ubicación de los volúmenes y espacios principales de la construcción en general.

3.1.4. Plano de Referencia.

Es un plano destinado a mostrar las dimensiones principales, sistemas constructivos, datos especiales de ejecución u otros que se estimen necesarios.

3.1.5. Plano de Detalle.

Es un plano que representa los detalles de la construcción, tales como: uniones entre elementos, entre elementos y componentes, y entre componentes

3.1.6. Plano de Exhibición.

Es un plano, o grupo de planos, que generalmente incluye vistas y perspectivas detalladas, eventualmente sombreadas y coloreadas, para indicar al público, en general, la apariencia de un edificio, de una parte de él o de un conjunto de edificios, una vez construidos (INEN, 2011)

3.2. Normas de Diseño de Viviendas

3.2.1. Planos Arquitectónicos.

Los planos arquitectónicos del edificio deben sujetarse a los requisitos establecidos en el Código de Práctica INEN para Dibujo de Arquitectura y Construcción, y deben ser los siguientes:

- 1) Ubicación de lote en el terreno con indicación de las calles y caminos vecinos hasta una distancia de 300 m a la redonda, con indicación del norte geográfico.

- 2) Emplazamiento del o de los edificios en el lote, con indicación de las construcciones existentes, las características topográficas del terreno y los espacios libres requeridos por el presente Código, y las disposiciones del informe de línea de fábrica.
- 3) Fachadas a la calle y a los linderos del lote, cuando se exija un retiro del edificio con relación a dichos linderos.
- 4) Secciones que indiquen con precisión las características estructurales, niveles y alturas interiores.
- 5) Instalaciones de agua potable y sistema de desagüe.
- 6) Instalaciones eléctricas.

3.2.2. Planos Estructurales.

En los edificios que tengan más de tres pisos o de nueve metros de altura, o que ocupen más de 300 m² de área cubierta, deben presentarse los planos de las estructuras de hormigón armado o metálicas correspondientes. En los edificios de menor altura o área, la autoridad municipal puede exigir la presentación de estos planos de acuerdo a su criterio.

3.2.3. Firmas y Datos de los Planos.

Todos los planos deben presentarse debidamente firmados por el propietario y el arquitecto/ingeniero/profesional calificado, debiendo indicarse también sus nombres, direcciones, calificaciones y números de registro, de acuerdo a las leyes de ejercicio profesional.

3.2.4. Muros

Espesor mínimo de muros soportantes de ladrillo para edificios residenciales o comerciales de mampostería. La resistencia de los muros de mampostería depende de varios factores, tales como:

- 1) La calidad de los ladrillos
- 2) Mortero
- 3) Método de aparejo en altura y longitud no soportadas
- 4) Excentricidad de carga
- 5) Posición y cantidad de aberturas en el muro
- 6) Localización de muros longitudinales y transversales
- 7) Combinación de diversas cargas externas a las cuales están sujetos los muros.

Tabla 5. Espesor mínimo admisible de muros soportantes de mampostería

Espesor mínimo admisible de muros soportantes de mampostería de ladrillo (cm)				
Pisos	1^o	2^o	3^o	4^o
1	20			
2	20	20		
3	30	20	20	
4	40	30	20	20

Fuente: INEN, 2011

3.3. Salubridad, Higiene y Otros Requisitos

3.3.1. Requisitos de Espacios Abiertos

Espacio al aire libre para ventilación. Cada local empleado para habitación humana debe colindar con un espacio de aire interior o exterior del ancho que se indica a continuación, o sobre una galería abierta sobre tal espacio interior o exterior.

Tabla 6. Ancho o dimensión mínima de espacio de aire libre en (m)

Donde la altura del edificio (sobre el nivel de la planta baja) adjunto al espacio de aire libre, en m, no exceda de:

9	3,0 (mínimo)
12	4
15	5
18	6
21	7

Fuente: INEN, 2011

Espacio de aire libre adyacente. Cada espacio de aire libre interior o exterior, con excepción de la vía pública, debe mantenerse para beneficio exclusivo de un solo edificio y debe estar incluido dentro de la misma propiedad de dicho edificio.

3.3.2. Área Cubierta en Planta Baja.

El área cubierta por una construcción según la clase de edificio solamente puede ocupar una parte del lote, de acuerdo a las siguientes disposiciones:

- a. En un lote destinado a uso comercial, como mercado, supermercado, almacenes y tiendas, el área cubierta no debe exceder el 75 % del área del lote.

3.3.3. Iluminación y Ventilación

Todo local habitable debe recibir luz y aire por medio de ventanas que abran directamente hacia el exterior o hacia una galería abierta y que tenga un área mínima de:

- a) 1/10 del área de piso del local en lugares de clima templado y seco, y

- b) 1/8 del área de piso del local en lugares de clima caluroso y húmedo.

Toda ventana debe tener por lo menos 1/4 parte de su área compuesta de elementos móviles, para permitir la ventilación de los locales.

Baños e inodoros. Los cuartos de baño e inodoros pueden tener iluminación artificial y ventilación por medio de pozos de aire de 1 m² de área y lados de 1 m como mínimo. Estos pozos no deben tomarse en cuenta como parte del área libre del edificio o del lote.

3.3.4. Otros Requisitos

Construcción de baños e inodoros. Los locales destinados a baños e inodoros deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Deben contar con un piso de material impermeable sea cual fuere su ubicación en el edificio, e independientemente del tipo de construcción de éste.
- b) Deben contar con muros de cerramientos de ladrillo revestidos interiormente con un material impermeable hasta una altura no menor de 1 m sobre el nivel del piso del local.
- c) El piso de los locales debe tener una ligera pendiente hacia un desagüe interior y no hacia otros locales.
- d) Deben tener un nivel de piso a una altura que asegure una caída de agua apropiada al desagüe general del alcantarillado.

Cocina. Los locales destinados a cocina deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Deben contar con un piso de material impermeable sea cual fuere su ubicación en el edificio, e independientemente del tipo de construcción de éste.

- b) Deben contar con muros de cerramiento de ladrillo revestidos interiormente con un material impermeable hasta una altura no menor de 20 cm sobre el nivel del piso del local.
- c) A menos que se provea por separado en un local contiguo de bodega o repostero, deben contar con un lavadero de utensilios de cocina y con un desagüe interior de piso.

Mezzanine (entrepiso). Un mezzanine (entrepiso) puede ubicarse sobre un local siempre que:

- a. Cumpla con los requisitos de iluminación y ventilación
- b. Se construya de modo que no interfiera de ningún modo la ventilación del espacio superior ni la del inferior.
- c. No se subdivide en compartimentos más pequeños.
- d. No se use como cocina
- e. Su área total no exceda en ningún caso 1/3 del área total del local correspondiente, y
- f. En ningún caso se cierre para convertirlo en un local sin ventilación.

Puertas. La altura mínima de una puerta debe ser de 200 cm y su ancho mínimo, de 60 cm.

3.4. Drenaje y Saneamiento

Sitios que contienen desechos. No se permite la construcción de ningún edificio en un sitio en el que haya depósitos de desechos, excretas o materias orgánicas, objetados por las autoridades sanitarias, hasta que estos desechos se remuevan del sitio y éste se habilite en forma apropiada

Suelos húmedos. Donde quiera que la humedad de un suelo haga necesarias tales precauciones, la superficie interior del espacio entre los

muros de cualquier edificio levantado sobre él, debe protegerse de la humedad, a satisfacción de la autoridad municipal.

Drenaje bajo el nivel del piso bajo. En todo edificio, cualquier sótano, bodega o espacio, situado bajo el nivel de la planta baja, debe desaguar directamente o por medio de un sumidero provisto de una bomba adecuada.

Drenaje de techos. Para el drenaje de techos deben cumplirse los siguientes requisitos:

- a. El techo de un edificio debe construirse o colocarse de modo que permita el drenaje efectivo del agua lluvia depositada en él, por medio de un sistema de tubería de agua lluvia de tamaño adecuado, ubicado, dispuesto, unido y sujeto para asegurar que el agua lluvia se lleve lejos del edificio.
- b. Las tuberías de agua lluvia se conecten a un desagüe o sumidero, y de ahí a un canal cubierto ubicado bajo la acera pública, para conectarse al canal colector de la calle, o en otra forma aprobada.
- c. Las tuberías de agua lluvia deben sujetarse al exterior de los muros externos del edificio, o en ranuras cortadas o formadas en tales muros externos (NORMA INEN, 1984)

3.5. Diseño Estructural con Bambú

3.5.1. Método de Diseño

El diseño de los elementos estructurales de bambú en conformidad a esta Norma deberá hacerse para cargas de servicio, utilizando el método de esfuerzos admisibles. Los esfuerzos admisibles serán exclusivamente aplicables al bambú estructural que cumple con lo indicado. Los elementos estructurales de bambú deberán diseñarse teniendo en cuenta criterios de resistencia, rigidez y estabilidad. Deberá considerarse en cada caso la condición que resulte más crítica:

3.5.1.1. Requisitos de Resistencia

Los elementos estructurales de bambú deben diseñarse para que los esfuerzos aplicados, producidos por las cargas de servicio y modificados por los coeficientes aplicables en cada caso, sean iguales o menores que los esfuerzos admisibles del material.

3.5.1.2. Requisitos de Rigidez

- a. Las deformaciones deben evaluarse para las cargas de servicio.
- b. Se consideraran necesariamente los incrementos de deformación con el tiempo (deformaciones diferidas) por acción de cargas aplicadas en forma continua.
- c. Las deformaciones de los elementos y sistemas estructurales deben ser menores o iguales que las admisibles.
- d. En aquellos sistemas basados en el ensamble de elementos de bambú se incluirán adicionalmente las deformaciones en la estructura debidas a las uniones, tanto instantáneas como diferidas.

3.5.2. Cargas

Las estructuras deben diseñarse para soportar todas las cargas provenientes de:

- b) Peso propio y otras cargas permanentes o cargas muertas.
- c) Sobrecarga de servicio o cargas vivas.
- d) Sobrecargas de sismos, vientos, nieve y otras.

3.5.3. Esfuerzos Admisibles

Los esfuerzos admisibles que deberán usarse en el diseño de elementos estructurales de bambú.

Tabla 7. Esfuerzos Admisibles

FLEXIÓN (fm)	TRACCIÓN PARALELA (ft)	COMPRESIÓN PARALELA (fc)	CORTE (fv)	COMPRESIÓN PERPENDICULAR (f'c^l)
5 Mpa (50 Kg/cm ²)	16 Mpa (160 Kg/cm ²)	13 Mpa (130 Kg/cm ²)	1 Mpa (10 Kg/cm ²)	1.3 Mp (13 g/cm ²)

Fuente: INEN, 2011

3.5.4. Módulo De Elasticidad

Los módulos de elasticidad que deberán usarse en el diseño de elementos de bambú son los que se consignan en la Tabla 8.

Tabla 8. Módulo de Elasticidad

E_{PROM}	E_{MIN}
9500 Mpa (95000Kg/cm ²)	7300 Mpa (73000 Kg/cm ²)

Fuente: INEN, 2011

3.5.5. Diseño de Elementos en Flexión

- 1) Los elementos sometidos a flexión son elementos horizontales o casi horizontales que soportan cargas perpendiculares, o casi perpendiculares a su eje: Vigas, viguetas y correas.
- 2) En el diseño de miembros o elementos de bambú sometidos a flexión se deben verificar los siguientes efectos y en ningún caso pueden sobrepasar los esfuerzos admisibles modificados para cada sollicitación.

(a) Deflexiones

- (b) Flexión, incluyendo estabilidad lateral en vigas compuestas.
 - (c) Cortante paralelo a la fibra.
 - (d) Aplastamiento (compresión perpendicular a la fibra).
- 3) Se debe garantizar que los apoyos de un elemento de bambú sometido a flexión no fallen por aplastamiento (compresión perpendicular). Si los nudos no proveen la suficiente resistencia, se deben rellenar los entrenudos de los apoyos con mortero de cemento, taco de madera u otro material que garantice una rigidez similar.
 - 4) Cuando exista una carga concentrada sobre un elemento, ésta debe estar aplicada sobre un nudo. Se deben rellenar los entrenudos adyacentes a la carga con mortero de cemento, taco de madera u otro material que garantice una rigidez similar.
 - 5) Cuando en la construcción de vigas se utiliza más de un bambú los conectores deben diseñarse para resistir las fuerzas que se generan en la unión.
 - 6) Debe evitarse practicar perforaciones en las vigas. De requerirse, debe indicarse en los planos y cumplir con las siguientes limitaciones:
 - a) No son permitidas perforaciones a la altura del eje neutro en secciones donde se tengan cargas puntuales o cerca de los apoyos.
 - b) En casos diferentes al anterior, las perforaciones deben localizarse a la altura del eje neutro y en ningún caso serán permitidas en la zona de tensión de los elementos.
 - c) El tamaño máximo de la perforación será de 4 cm de diámetro.
 - d) En los apoyos y los puntos de aplicación de cargas puntuales se permiten las perforaciones, siempre y cuando éstas sirvan para poder rellenar los entrenudos con mortero de cemento.

3.5.6. Diseño de Elementos Solicitados por Fuerza Axial

Los elementos que serán diseñados por fuerza axial son aquellos solicitados en la misma dirección que el eje longitudinal que pasa por el centroide de su sección transversal.

3.5.7. Muros de Corte, Carga Lateral Sismo o Viento

3.5.7.1. Requisitos de Resistencia y Rigidez

1. El conjunto de diafragmas y muros de corte debe diseñarse para resistir el 100 % de las cargas laterales aplicadas, tales como acciones de viento o sismo y excepcionalmente empuje de suelos o materiales almacenados.
2. Los diafragmas y muros de corte deben ser suficientemente rígidos para:
 - a) Limitar los desplazamientos laterales, evitando daños a otros elementos no estructurales.
 - b) Reducir la amplitud de las vibraciones en muros y pisos a límites aceptables.
 - c) Proporcionar arriostramiento a otros elementos para impedir su pandeo lateral o lateral torsional.
3. Las uniones de los diafragmas y muros de corte, tanto entre si como en otros elementos deben ser adecuadas para transmitir y resistir las fuerzas cortantes de sismo o vientos.
4. Deben ponerse especial atención en los anclajes de los muros de corte a la cimentación. Cada panel independiente debe estar conectado a la cimentación por lo menos en dos puntos y la separación entre ellas no debe ser mayor que 2 m

5. Los muros cuya relación de altura a la longitud en planta sea mayor que 2, no deben considerarse como resistencia.
6. Bajo condiciones normales de servicio, como podrían ser sobrecargas de viento habitual o de sismos pequeños a moderados, deberá verificarse que las deformaciones de los muros no exceden de $h/1200$ ("h" es la altura del muro).
7. Cada muro de corte considerado por separado, debe ser capaz de resistir la carga lateral proporcional correspondiente a la generada por la masa que se apoya sobre él, a menos que se haga un análisis detallado de la distribución de fuerzas cortantes considerando la flexibilidad de los diafragmas horizontales.
8. La fuerza cortante actuante debida a la acción del viento o sismo se determinará a partir de lo que especifica la Norma E.030 Diseño Sismorresistente para ambos tipo de carga o mediante procedimientos más elaborados compatibles con la buena práctica de la ingeniería.
9. Para calcular la fuerza cortante actuante por sismo o viento en edificaciones de hasta dos pisos de altura
10. Los muros de corte de una edificación deben estar dispuestos en dos direcciones ortogonales, con espaciamiento menores de 4 m en cada dirección. La distribución de estos elementos debe ser más o menos uniforme, con rigideces aproximadamente proporcionales a sus áreas de influencia.
11. Si los espaciamientos de los muros son mayores que 4 m y la flexibilidad en planta de los diagramas (entrepisos, techos, etc.) es tal que no garantice un comportamiento en conjunto, este procedimiento no es aplicable.
12. Para el cálculo de la resistencia de los muros de corte, el profesional responsable puede tomar como referencia el artículo 8 "Muros de corte,

carga lateral, sismo o viento”, de la norma E.010 Madera, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.5.8. Diseño de Uniones

La resistencia de las uniones dependerá del tipo de unión y de los elementos utilizados. Los valores admisibles se determinarán en base a los resultados de cinco ensayos como mínimo, con los materiales y el diseño a utilizar en la obra, considerando un Factor de Seguridad de 3

4. Marco Legal

4.1. Constitución del Ecuador

Sección segunda

Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Art. 42.- Se prohíbe todo desplazamiento arbitrario. Las personas que hayan sido desplazadas tendrán derecho a recibir protección y asistencia humanitaria emergente de las autoridades, que asegure el acceso a alimentos, alojamiento, vivienda y servicios médicos y sanitarios.

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

2. El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

Art. 261.- El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre:

6. Las políticas de educación, salud, seguridad social, vivienda.

Art. 375.- El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual:

2. Mantendrá un catastro nacional integrado georreferenciado, de hábitat y vivienda.

3. Elaborará, implementará y evaluará políticas, planes y programas de hábitat y de acceso universal a la vivienda, a partir de los principios de universalidad, equidad e interculturalidad, con enfoque en la gestión de riesgos.

4. Elaborará, implementará y evaluará políticas, planes y programas de hábitat y de acceso universal a la vivienda, a partir de los principios de universalidad, equidad e interculturalidad, con enfoque en la gestión de riesgos.

6. Desarrollará planes y programas de financiamiento para vivienda de interés social, a través de la banca pública y de las instituciones de finanzas populares, con énfasis para las personas de escasos recursos económicos y las mujeres jefas de hogar.

4.2. Acuerdo ministerial 139 del ministerio del ambiente

Art. 4.- El Ministerio del Ambiente en calidad de Autoridad Nacional Ambiental autorizará el aprovechamiento forestal de madera, en bosques públicos o privados, mediante la emisión de la Licencia de Aprovechamiento Forestal, la cual será emitida previa la aprobación de los siguientes documentos, según el caso:

- a) Para bosques naturales húmedos, andinos y secos, mediante:
 - 1. Plan de Manejo Integral y Programa de Aprovechamiento Forestal Sustentable, respectivo;
 - 2. Programa de Aprovechamiento Forestal Simplificado; y,
 - 3. Plan de Manejo Integral y Programa de Corta para Zona de Conversión Legal, respectivo.
- b) Para el caso de formaciones pioneras, árboles relictos, plantaciones forestales, árboles plantados y árboles de la regeneración natural en cultivos, mediante Programas de Corta.

CAPITULO III: De la Emisión de Guías de Circulación

Art. 47.- El funcionario competente, entregará directamente las especies valoradas para la impresión de las Guías de Circulación de madera proveniente de: bosques naturales, húmedo, andino y seco; formaciones pioneras y árboles relictos, plantaciones forestales, árboles plantados, de árboles de regeneración en cultivos y de productos forestales diferentes de la madera. Para esto, deberá considerarse que el número estimado de especies valoradas a ser entregadas, corresponde a la división del volumen total de la Licencia para la capacidad de carga volumen estimado del medio de transporte.

E. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

Para la elaboración del informe tesis se empleó una serie de materiales y suministros de oficina para facilitar una mejor logística en el contenido del mismo, para lo cual es importante detallar estas herramientas que se utilizaron durante la investigación que a continuación se especifican.

1. Libros electrónicos
2. Artículos
3. Revistas.
4. Libros
5. Computador
6. Impresora
7. Hojas de papel bond, anillados
8. Medios de almacenamiento: flas memory, CDs
9. Bolígrafos, tablero, borrador, etc.

2. Métodos

2.1. Ubicación Política y Geográfica del Área de estudio.

2.1.1. Ubicación Política del Área de Estudio

Yantzaza, es un cantón de la Provincia de Zamora Chinchipe, ubicado en la parte sur del Ecuador, el diseño de la vivienda ecológica optado como tema de tesis está dirigida la población rural de este cantón, políticamente Yantzaza está dividido por tres parroquias, Yantzaza, Chicaña y Los encuentros

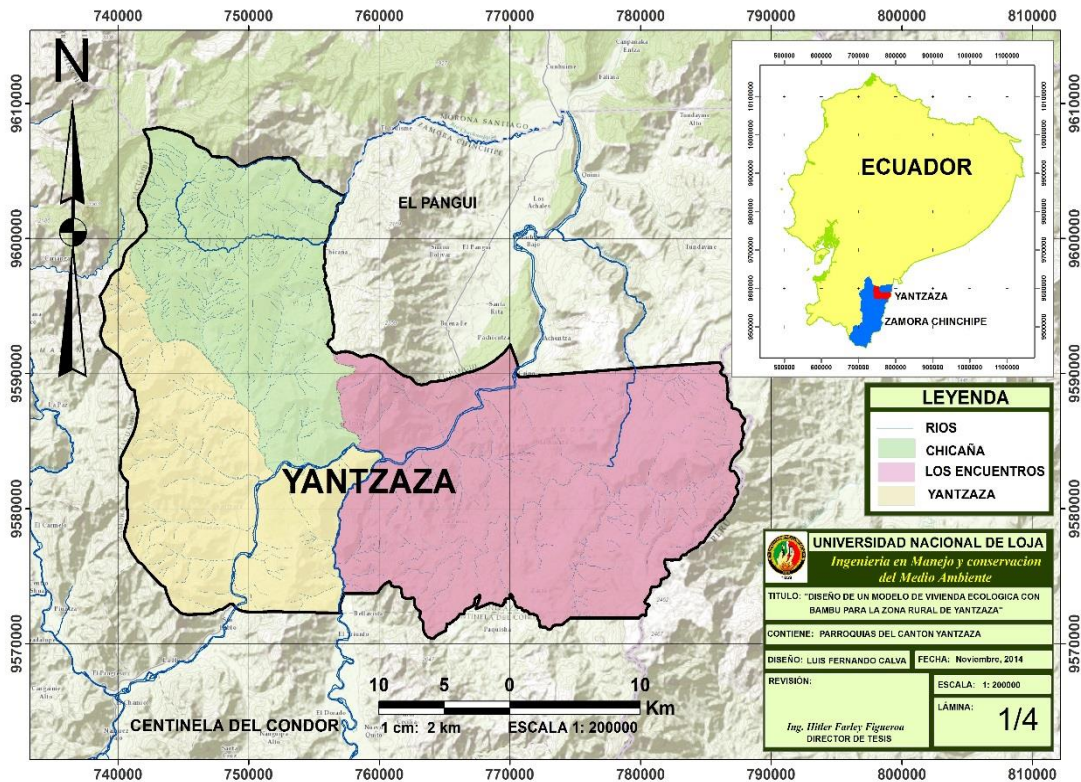


Figura 34. Mapa de división política del cantón Yantzaza

2.1.2. Ubicación Geográfica del Área de Estudio

Tabla 9. Coordenadas del cantón Yantzaza

SISTEMA	COORDENADAS	
UTM WGS 84 ZONA 17 SUR	X	Y
	748684	9576063

Fuente: Plan de ordenamiento territorial del cantón Yantzaza

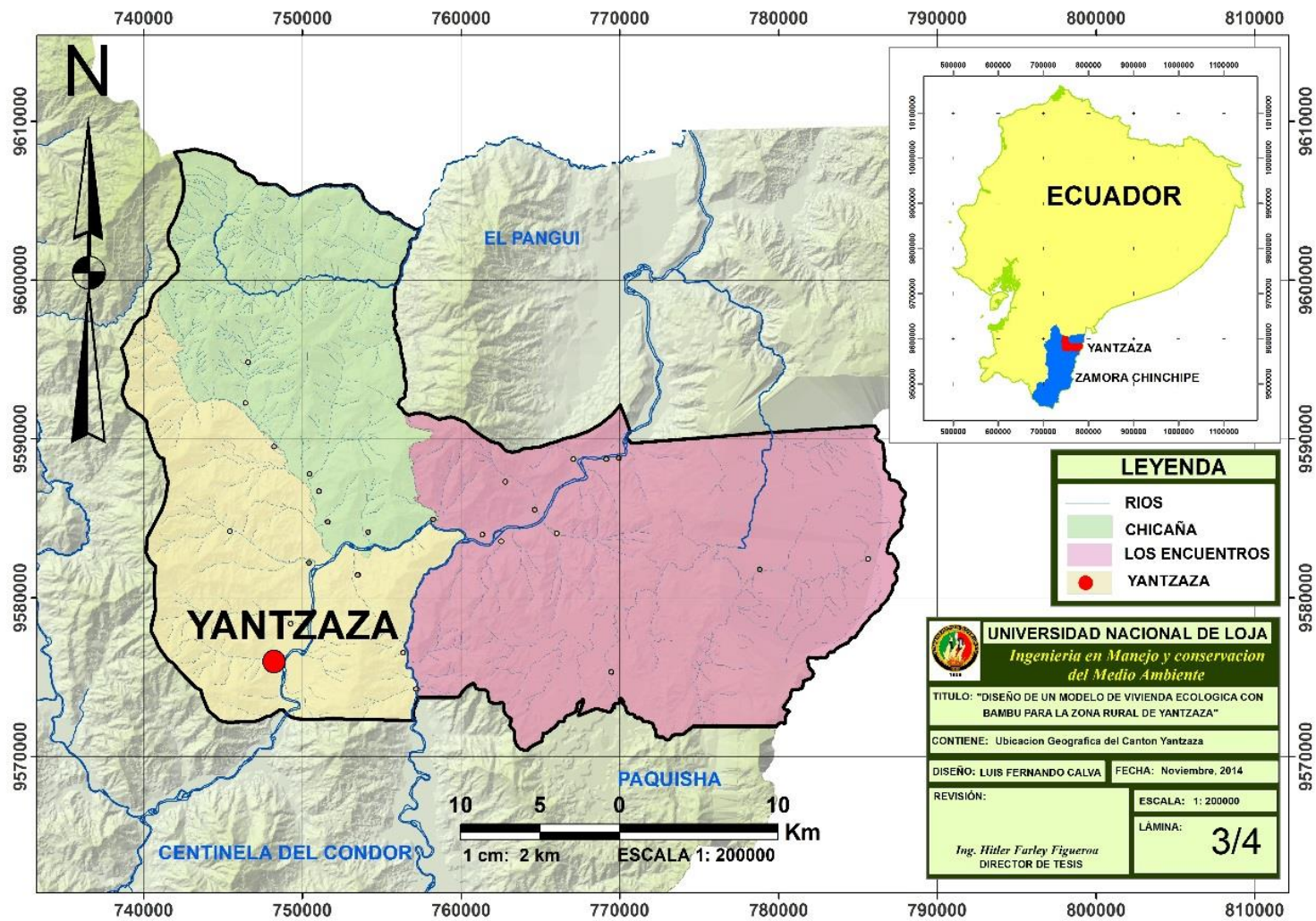


Figura 35. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio

2.2. Aspectos biofísicos, climáticos, sociales y ambientales

2.2.1. Aspecto biofísico

2.2.1.1. Topografía

El cantón Yantzaza presenta una topografía altamente irregular, con alturas extremas superiores oscilantes en 3135 y cotas mínimas oscilantes entre 810 m.s.n.m. Se reconoce a su topografía con elevaciones máximas de 3835 metros, representada en la Cordillera de Sadal. Los accidentes orográficos más significativos son las Cordilleras de Chicaña, de Miraflores, Tunantza y de Sadal. El área de estudio se caracteriza por tener valles tipo “V” relativamente jóvenes y en formación, también se debe relacionar que los flancos de los valles poseen pendientes abruptas que superan los 50° de inclinación. En los sectores más representativos de análisis no se evidencian zonas de erosión extrema debido a la vegetación existente en este sector Oriental (Maldonado, 2013).

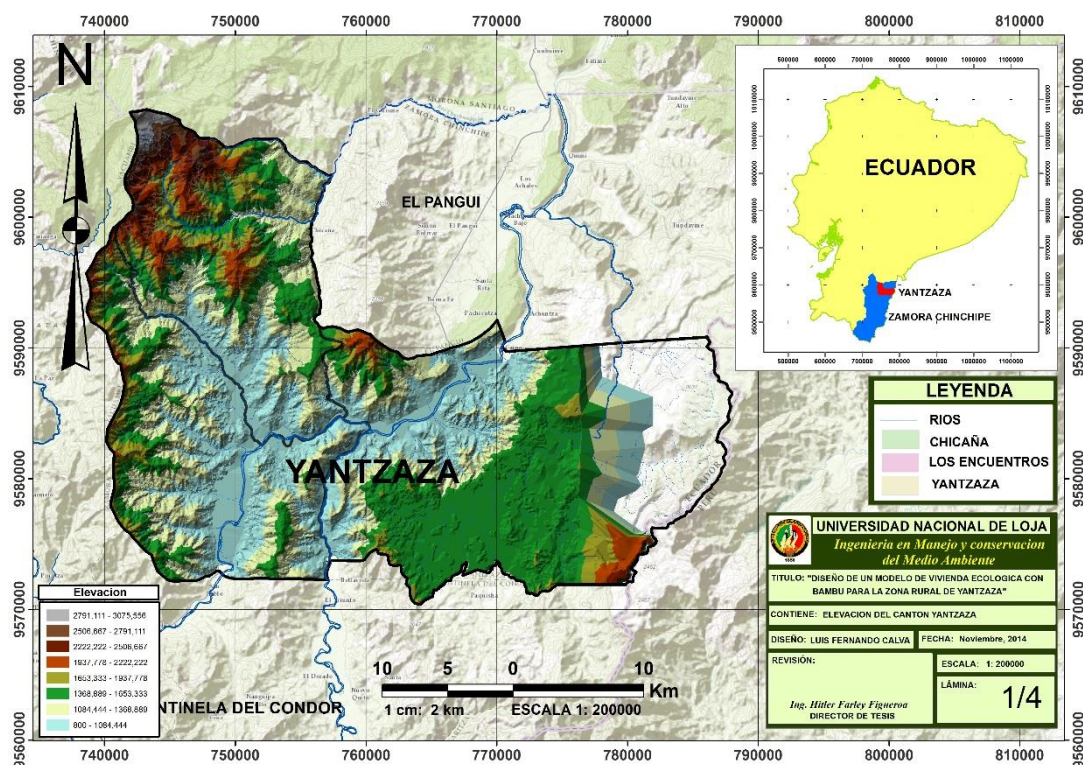


Figura 36. Mapa de elevaciones del área de estudio

2.2.2. Aspectos climáticos

2.2.2.1. Clima

Se ha tomado en cuenta los valores de los parámetros del clima que se registraron en las Estaciones Climatológicas y Pluviométricas instaladas por el INAMHI, y el Ex-INECEL en la provincia de Zamora Chinchipe y especialmente en los Cantones: Yantzaza y Zamora. Para la definición de la Estación Meteorológica base fue elegida la de “Zamora“, ya que esta se encuentra adyacente al área de estudio con un registro de datos confiables, los mismos que se proyectaron al espacio geo-social del área de estudio. Los elementos climáticos considerados fueron: Temperatura, Precipitación y Velocidad del Viento; únicamente para la estación base.

2.2.2.2. Temperatura

Tabla 10. Temperaturas Medias, Max, Min de los años 2002-2012

AÑO	Max	Min	ANUAL
2002	218	54	120,5
2003	304	50	113,96
2004	242	80	136,6
2005	229	101	141,46
2006	277	87	148,45
2007	301	11	70,91
2008	347	6	31,19
2009	231	75	125,1
2010	213	91	144,73
2011	379	113	190,55
2012	413	80	134,88

Fuente: Estación meteorológica Zamora

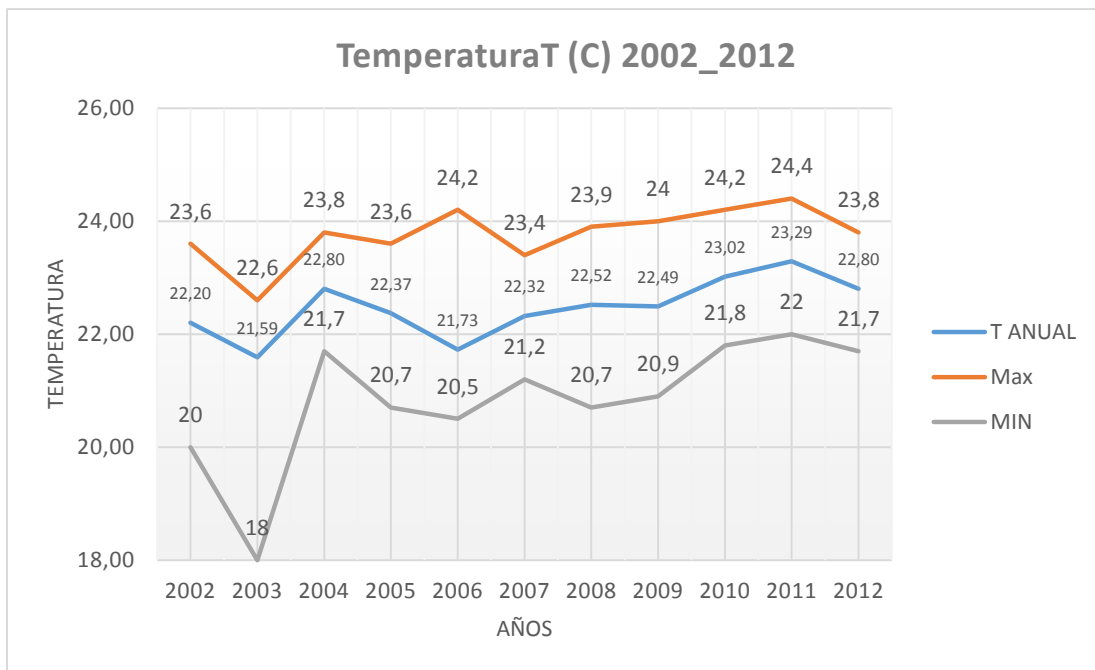


Figura 37. Temperatura Anual, Máxima y Mínima

Fuente: Estación meteorológica Zamora

La temperatura mínima y máxima en el área de estudio oscila entre 18 y 24,4 °C durante la última década, siendo los años con mayor temperatura del aire entre el 2006, 2010 y 2011 con 24,2 y 24,4 °C y los más fríos los años 2002 y 2003 con 18 °C y 20°C respectivamente.

2.2.2.3. Precipitaciones

Tabla 11. Precipitaciones Medias, Max, Min de los años 2002_2012

AÑO	Max	Min	ANUAL
2002	218	54	120,5
2003	304	50	113,96
2004	242	80	136,6
2005	229	101	141,46
2006	277	87	148,45
2007	301	11	70,91
2008	347	6	31,19
2009	231	75	125,1

AÑO	Max	Min	ANUAL
2010	213	91	144,73
2011	379	113	190,55
2012	413	80	134,88

Fuente: Estación meteorológica Zamora

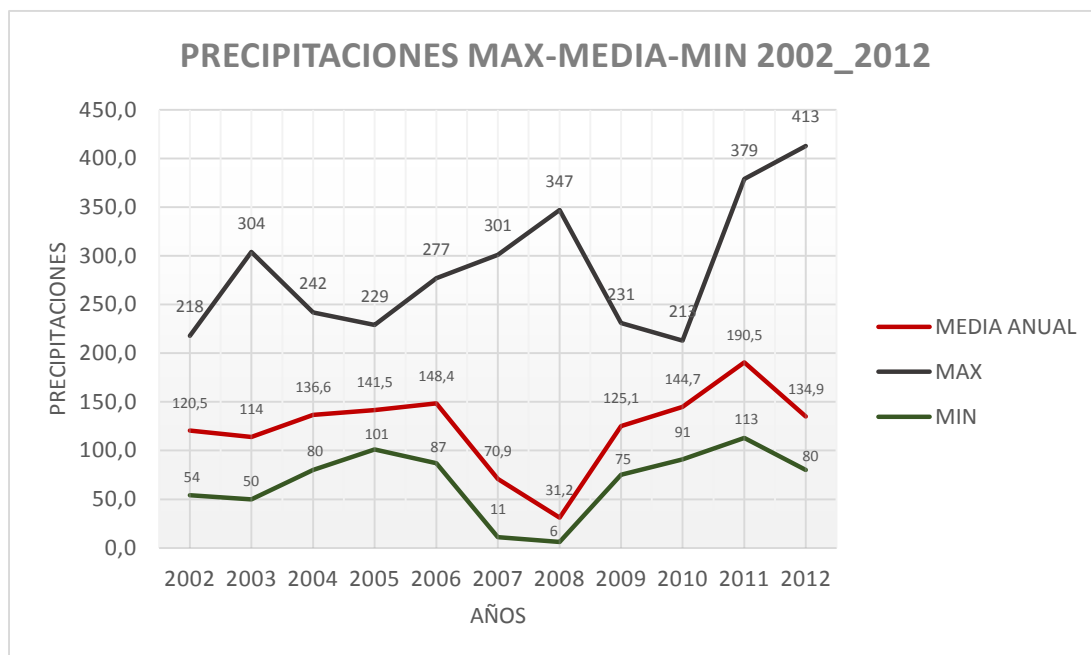


Figura 38. Precipitaciones Medias, Max, Min de los años 2002_2012

Fuente: Estación meteorológica Zamora

Los valores otorgados por la estación meteorológica de Zamora las precipitaciones anuales en la ciudad de Yantzaza nos muestran que durante los 10 últimos años, las lluvias alcanzan una media en torno a los 2540 mm en un año, medio del período de lluvias que se inicia en abril hasta el mes de mayo.

2.2.2.4. Velocidad del viento

Tabla 12. Velocidad del Viento Medias, Max, Min de los años 2002_2012

AÑO	MAX	MIN	MEDIA ANUAL
2002	1,2	0,4	0,8

AÑO	MAX	MIN	MEDIA ANUAL
2003	0,5	0	0,2
2004	0,3	0	0,2
2005	0,3	0,1	0
2006	0,4	0,1	0,2
2007	0,9	0,1	0,3
2008	7,9	1,3	2,6
2009	7	2,9	4,5
2010	6	1,7	3,1
2011	2	0,9	1,3
2012	7,9	2,9	4,6

Fuente: Estación meteorológica Zamora

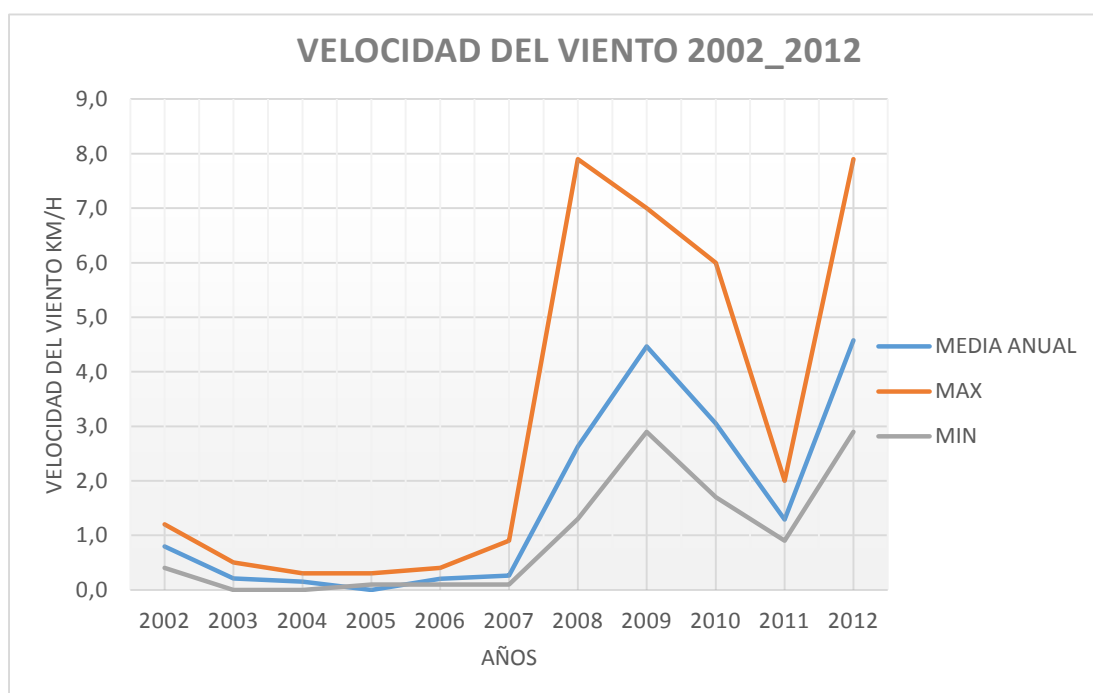


Figura 39. Velocidad del Viento Medias, Max, Min de los años 2002_2012

Fuente: Estación meteorológica Zamora

La velocidad del viento máximo registrado por la estación meteorológica de Zamora entre los años 2002 y 2012 es de 7,9 km/h y la mínima de 0 km/h registrado en los años 2003 y 2004.

2.2.3. Aspecto Social

La pobreza en el Cantón de Yantzaza es un fenómeno latente que afecta a un grupo importante de población (69%) y la margina de cualquier posibilidad de desarrollo en ámbitos laborales. Se calculan los indicadores necesarios para establecer la existencia de condiciones de pobreza en los hogares, es decir: déficit de servicio eléctrico, déficit de agua potable, déficit de alcantarillado, hacinamiento, analfabetismo, insuficiente escolaridad, insuficiente matrícula escolar, deficiente atención de salud y baja participación laboral (Maldonado, 2013).

2.2.4. Aspecto ambiental

Citado por el mismo autor, en su proyecto Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Yantzaza dice que entre los problemas ambientales identificados y que afectan deliberadamente a este cantón se encuentran:

1. La pérdida de agro diversidad, es decir de los saberes regionales, producto de una a culturización de los pobladores, en las zonas urbanas han reemplazado la alimentación de productos tradicionales por alimentos procesados de rápida ingesta.
2. Prácticas agrícolas inadecuadas con la estructura y aptitud de los suelos de la región, lo que hace, que se esté produciendo un acelerado proceso de erosión.
3. Ampliación de la frontera agropecuaria hacia el interior de los bosques y áreas protegidas.

2.2.5. Involucrados para el Desarrollo dela Tesis

El proyecto de investigación involucra a la población rural de Yantzaza que es 9476 habitantes, en esta zona existen 2032 viviendas, de las cuales 1062 se encuentran en condiciones regulares y 320

en malas condiciones, estas viviendas están construidas por material de techo o cubierta de Asbesto, Zinc, Teja, Palma y paja u hoja (Censo Inec, 2010).

2.3. Tipo de Investigación

La investigación que se realizó para la ejecución del proyecto de tesis no fue de tipo experimental, ya que no se manipularon las variables independiente y dependiente, se realizó la recolección de datos sin medición numérica y sin un análisis estadístico; se realizó una recopilación bibliográfica para la construcción del conocimiento, a partir de la revisión, el análisis y la síntesis de la información científica recolectada en libros, folletos y artículos y proyectista, ya se diseñó un modelo de vivienda ecológica con bambu, así como los sistemas activos de la vivienda; y finalmente se diseñó un manual de construcción.

2.4. Metodología para el primer objetivo específico:

Recopilar información sobre el bambú como un material alternativo para la construcción, sus propiedades, cualidades de bajo costo y resistencia a los sismos.

Para desarrollar este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

Por medio de la investigación bibliográfica se pudo recopilar información secundaria sobre el bambú, a través de la consulta de libros, tesis, proyectos y publicaciones relacionadas al tema de estudio y sus formas de aplicación, esto con el fin de validar la información con respecto a este material, sus propiedades, su costo y su resistencia a los sismos.

Con respecto a las propiedades del bambú y resistencia a los sismos, se recurrió a obtener datos técnicos de las normas de construcción con bambú como son las normas INEN y se realizó un análisis comparativo con diferentes tesis y proyectos.

Para determinar los costos de este material se recurrió a fuentes primarias de información como son los propietarios de los aserríos de la localidad, para averiguar sobre las fuentes de producción, el costo del producto y sus respectivos permisos de aprovechamiento.

2.5. Metodología para el segundo objetivo específico:

Diseñar un modelo de vivienda ecológico con bambú para la zona rural del cantón Yantzaza.

A través de la utilización del software AutoCAD 2010, se diseñó los planos base de la vivienda ecológica con bambú como son los planos arquitectónicos estructurales, eléctricos, y sanitarios, donde constan el nombre del proyecto, la ubicación, fecha del diseño, nombre del autor responsable, nombre y versión de la norma utilizada en el diseño, especificaciones de los materiales a utilizarse.

Para el diseño de la vivienda también se tomó en cuenta las consideraciones cualitativas y cuantitativas del bambú, existentes en las normas y reglamentos de construcciones vigentes de nuestro país como son las normas INEN, en ellas también constan el tamaño de las ventanas, de las puertas, de los dormitorios, y la inclinación ideal de una cubierta.

Se diseñó además de la vivienda sistemas activos como son, Filtro lento de bioarena, cocina mejorada, filtro biológico para aguas residuales, calentador solar de agua, pozo de compost, bihuerto familiar y una granja de gallinas y cuyes; utilizando el mismo software de diseño, para poder diseñar estos sistemas se tomó en cuenta como base de información proyectos ya ejecutados en nuestro país y se los adapto de acuerdo a la realidad local.

Se realizó un diseño tridimensional de la vivienda ecológica y de los sistemas activos de la vivienda, para esto se partió de los planos base que se diseñó anteriormente, y se usó la aplicación de diseño 3D de AutoCAD 2010.

Se elaboró el costo total de la vivienda, incluidos sus sistemas activos, teniendo en consideración los costos de materiales actuales, estos se los obtuvo en el GAD Cantonal de Yantzaza, y través de estos rubros ya establecidos, se hizo el respectivo calculo utilizando los planos de la vivienda.

2.6. Metodología para el tercer objetivo específico

Realizar un manual de construcción de la vivienda ecológica con bambú

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

Para elaborar el orden del contenido del manual de construcción de la vivienda ecológica se procedió a recopilar información relevante sobre manuales de construcción de viviendas con bambú y de otros documentos de construcción con madera y concreto.

Se describió cada uno de los procesos de construcción de la vivienda, como es la nivelación y replanteo del terreno, la cimentación de muros, las columnas, paredes, tipos de uniones, aplicación correcta del bambú en la estructura de la vivienda y la cubierta, para desarrollar este contenido se procedió a tomar información del primer objetivo específico, de los planos base y de otros proyectos de construcción con guadua.

Se detalló cada uno de los procedimientos de construcción de los sistemas activos de la vivienda como son: Filtro lento de bioarena, cocina mejorada, filtro biológico para aguas residuales, calentador solar de agua, pozo de compost, bihuerto familiar y una granja de gallinas y cuyes, para construir este contenido se recurrió a los planos base y a otros proyectos investigados para adaptarlos al actual diseño, en el constan materiales y herramientas que se utilizan para construirlos y el procedimiento constructivo que hay que realizar, también se ubicó un diseño tridimensional de cada uno los sistemas.

F. RESULTADOS

1. Resultados del Primer Objetivo Específico

Información sobre el bambú como un material alternativo para la construcción, sus propiedades, cualidades de bajo costo y resistencia a los sismos

1.1. El Bambú como material alternativo para construcción

1.1.1. Construcciones con Guadua

La guadua es un material de importantes características en su comportamiento físico mecánico en estructuras. La relación resistencia/peso la hace tan importante como las mejores maderas, con una ventaja a su favor y es la de ser un recurso natural renovable de rápido crecimiento y fácil manejo, que además aporta importantes beneficios ecológicos durante su crecimiento.

Sus ventajas ecológicas y económicas lo hacen atractivo para diseñadores y constructores. Entre sus características destacadas se tienen:

1. La capacidad para absorber energía por su gran ductilidad, su resistencia a las acciones mecánicas y su liviandad convierten a la guadua en un material a ser considerado para construir en zonas sísmicas.
2. Es un material sólido pero gracias a su interior vacío es liviano y particularmente elástico.
3. La guadua presenta muy buenas propiedades mecánicas de tensión y compresión.
4. Su capacidad de carga en tensión se mantiene con el pasar de los años, mientras que su capacidad de compresión crece con el tiempo.

5. Algunos estudios muestran que procesar bambú requiere 1/8 de la energía para procesar concreto, 1/3 de la energía utilizada en la construcción con madera y 1/50 de la energía necesaria para procesar el acero (Nolivos y Yacelga, 2010).

1.1.2. Encofrado y Andamiaje

Actualmente el bambú se emplea en gran escala para encofrados en la industria de la construcción, principalmente por sus cualidades de resistencia y peso reducido, así como porque la durabilidad del bambú, no tratado, es limitada. Su forma redondeada presenta algunos problemas constructivos para la colocación, lo cual se soluciona con el uso de puntales.

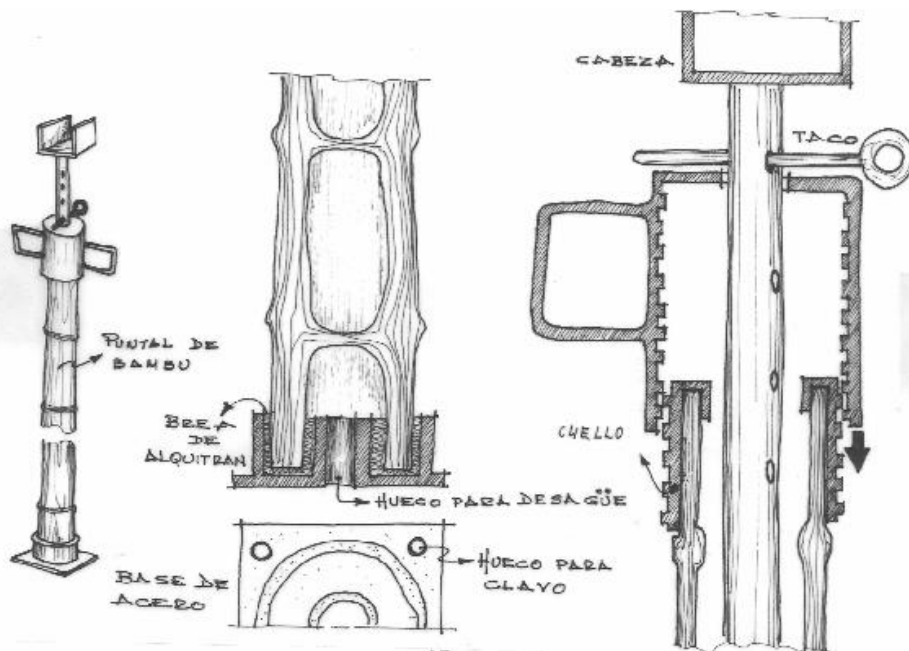


Figura 40. Diafragmas de los nudos

Fuente: (INEN, 1976)

El andamiaje de caña guadua es una aplicación muy usada actualmente. Para aumentar la vida de los elementos de andamiaje no es recomendable perforar los troncos, sino usar cuerdas o sogas para las juntas.

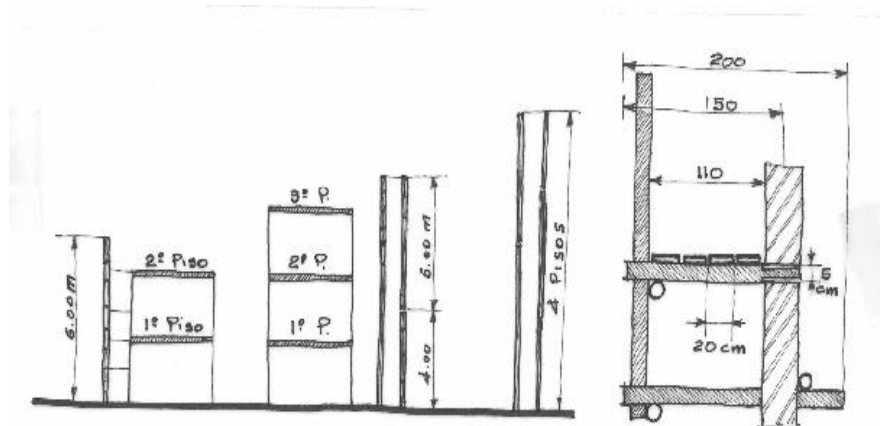


Figura 41. Andamiaje de caña guadua

Fuente: (INEN, 1976)

El empalme entre los elementos de 4 y 6 m se hace mediante 2 medias cañas de aproximadamente 1 m de largo, en los cuales se mantiene el diafragma en la mitad. Toda la unión se sujeta con cuerdas, de la manera que se indica en el esquema

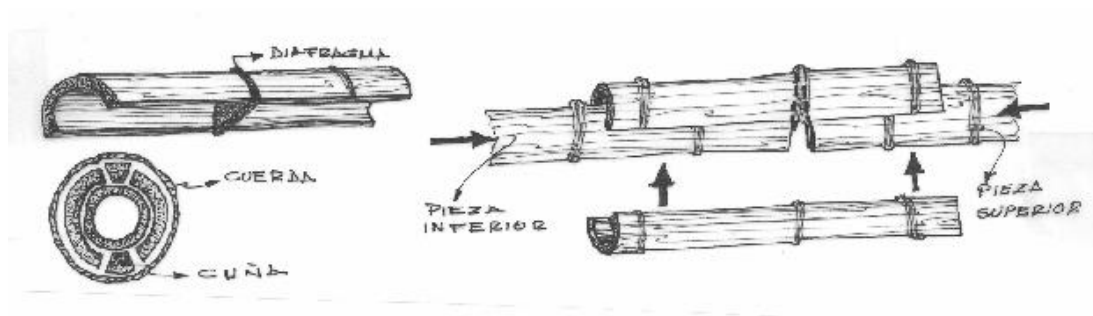


Figura 42. Empalme mediante 2 medias cañas

Fuente: (INEN, 1976)

Esta cuerda se puede ajustar, después, colocando una cuña entre la misma y el tronco de bambú.

Para construcciones permanentes de bambú, se pueden empalmar los elementos según los métodos anteriormente descritos, pero, además, mediante otro acoplamiento adaptado para empalmar troncos con pequeñas diferencias de diámetro. Un tipo tal de acoplamiento puede ser el siguiente:

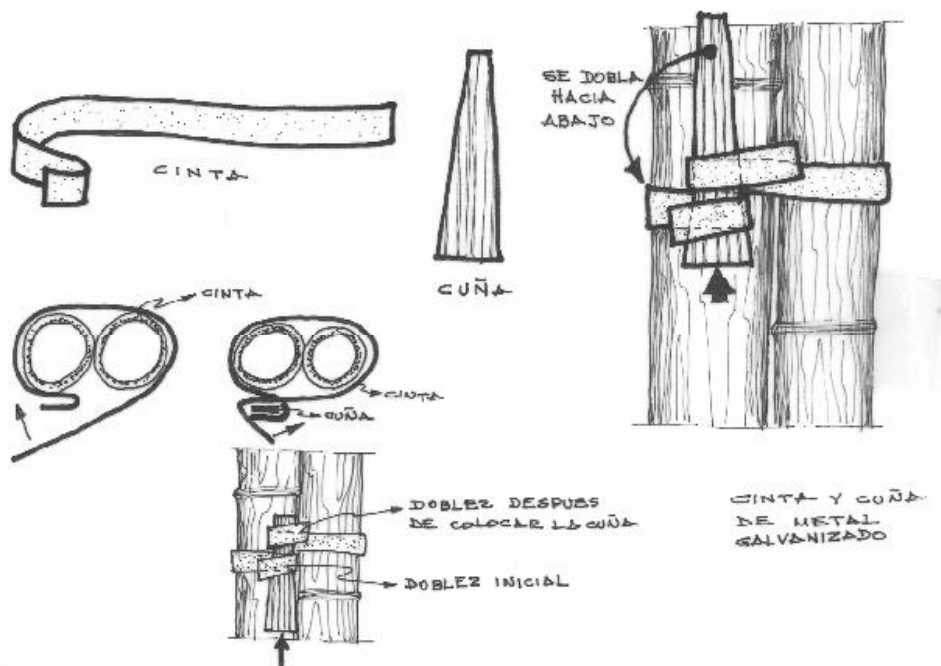


Figura 43. Acoplamiento adaptado para empalmar troncos con guadua

Fuente: (INEN, 1976)

1.1.3. Juntas Permanentes de Bambú

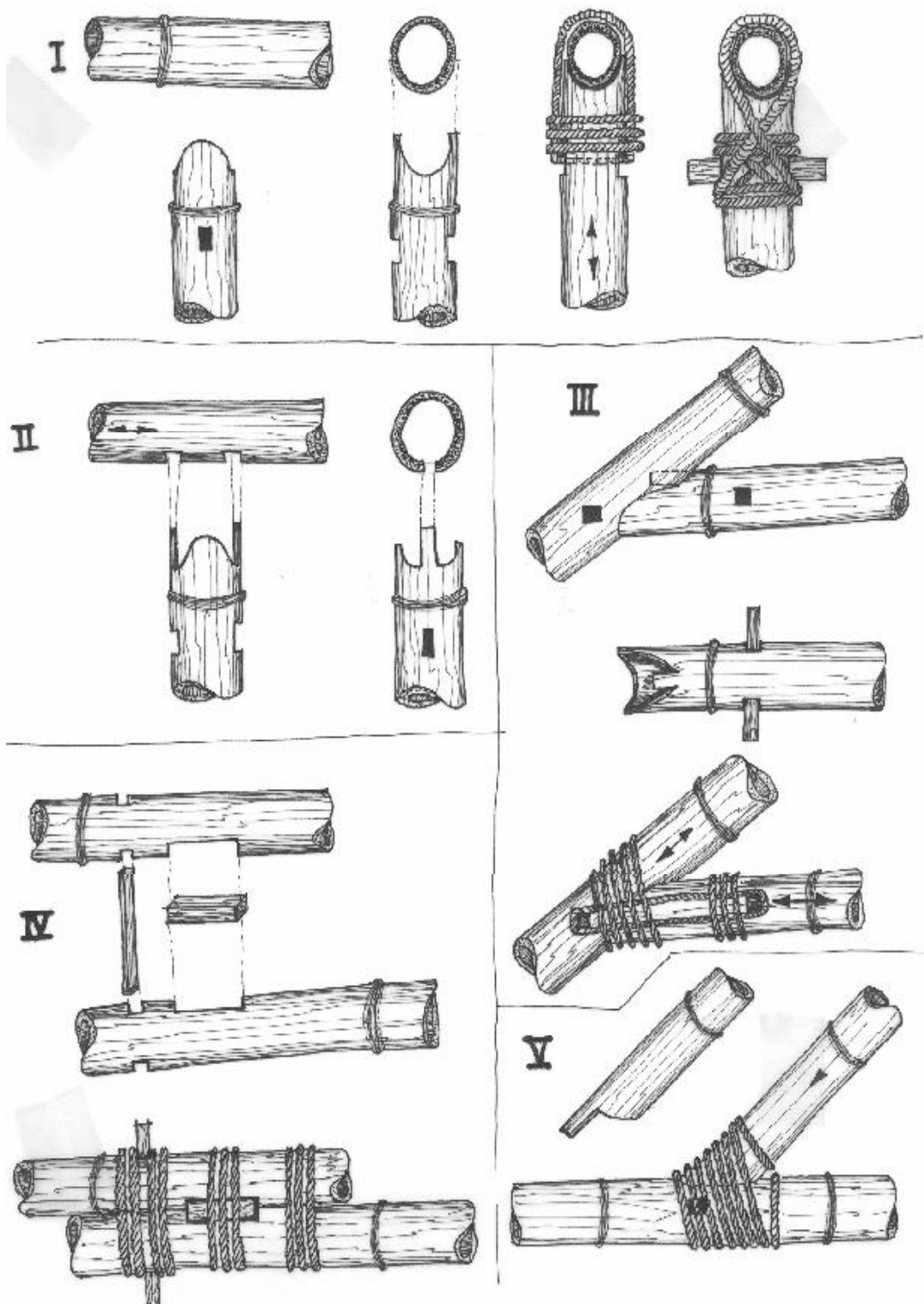
El uso del bambú en construcciones permanentes necesita juntas que puedan transportar las fuerzas de presión y tensión de una parte a otra sin causar mayores deformaciones. Como se ha demostrado en algunos ensayos, generalmente las juntas son los puntos más débiles y las fallas, que se han producido bajo grandes fuerzas, han sido causadas por la hendidura.

1.1.4. Principios básicos de las juntas de bambú

Consiste en la manera de envolver la junta con una cuerda o soga de una fibra sintética o alambre de acero galvanizado. Otro punto importante es, que las juntas hechas alrededor de los nudos o diafragmas son más resistentes que las hechas entre dos nudos. Con relación a la facilidad de la hendidura, no es aconsejable usar clavos gruesos o tornillos y, en todo caso, es mejor taladrar los huecos con anticipación.

1.1.5. Las juntas de bambú usadas para la construcción

Se indican en las figuras I a IX adjuntas.



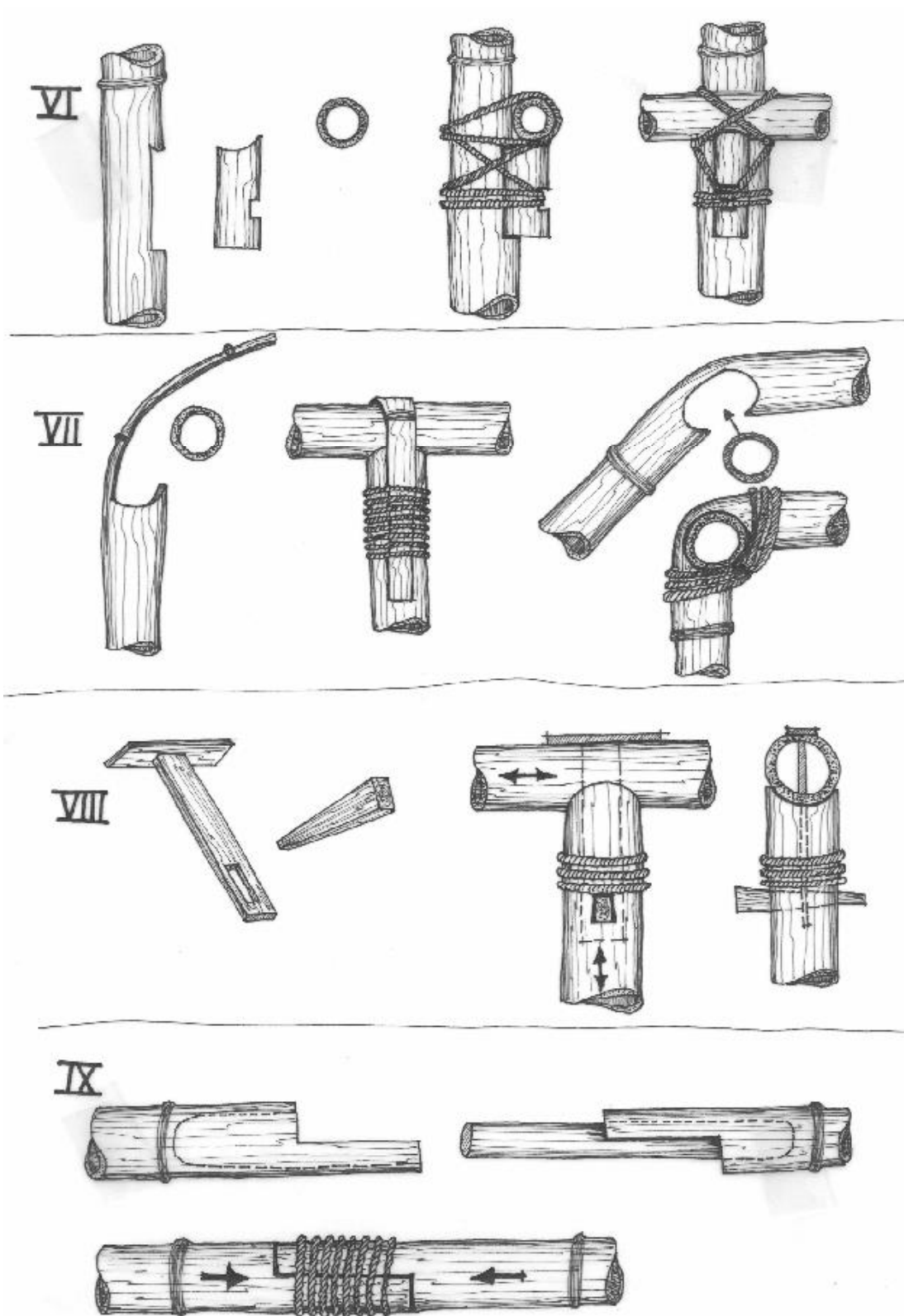


Figura 44. Juntas de bambú usadas para la construcción

Fuente: (INEN, 1976)

1.1.6. Tipos de juntas

Los diversos tipos de juntas antes ilustrados, muestran los principios básicos con los cuales se pueden construir juntas de armaduras más complicadas o con más elementos, según los métodos existentes. Para incrementar el uso del bambú, se pueden realizar nuevos tipos de juntas con elementos metálicos o plásticos.

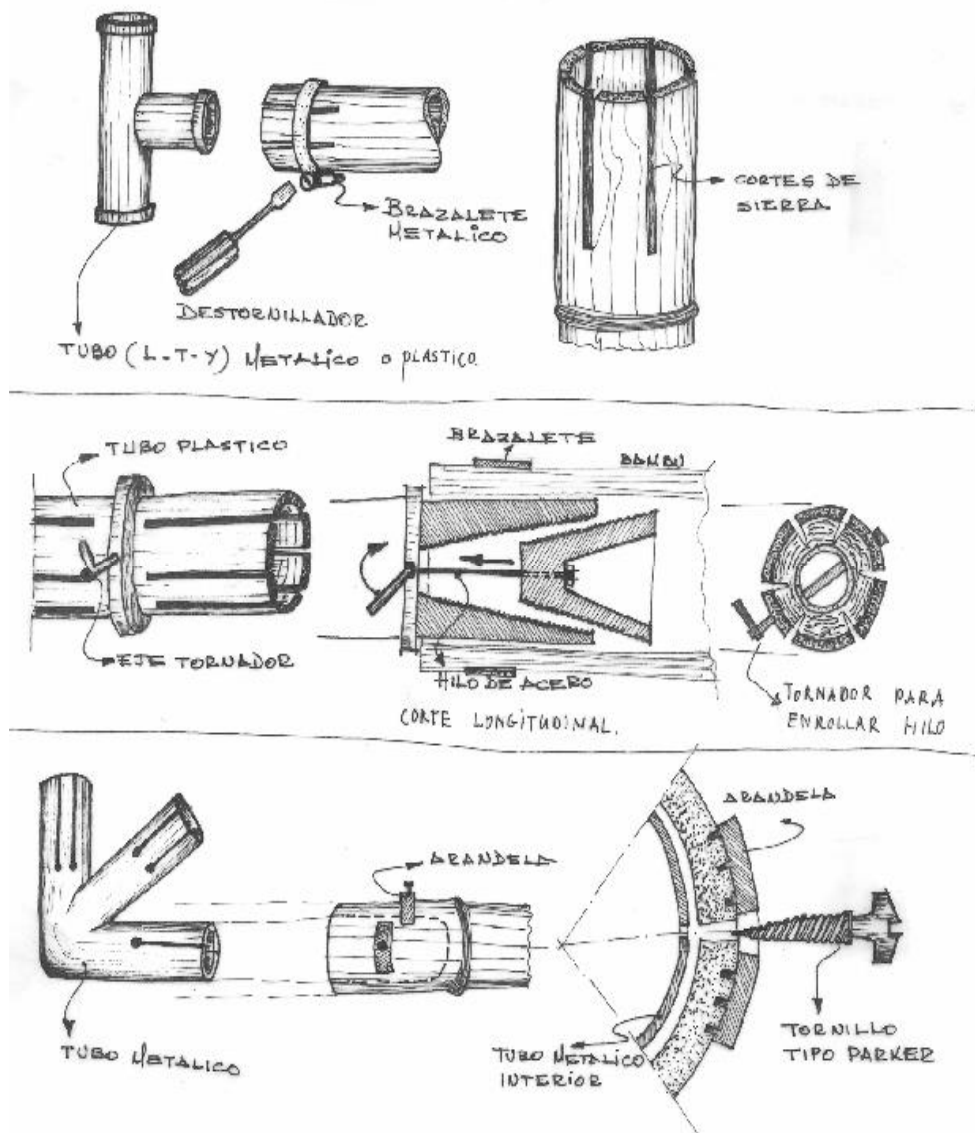


Figura 45. Juntas con elementos metálicos o plásticos.

Fuente: (INEN, 1976)

1.1.7. La Construcción de Paredes

En el Ecuador, como en otros países latinoamericanos, se conocen varios tipos de construcción con paredes de bambú o cañas y tienen nombres como "bajareque", "taquezal" y "quincha", los cuales son combinaciones de bambú o cañas y tierra arcillosa.

- 1) Al reemplazar la mezcla de adobe por una mezcla de cemento-arena o estuco, se mejora un poco más la durabilidad.
- 2) Una experiencia de prefabricación de elementos de paredes terminadas, hechas según el método antes mencionado, muestra que, para la seguridad del transporte, se necesita hierro de refuerzo y, por otro lado, los elementos son demasiado pesados.
- 3) Las construcciones en los países andinos deben ser antisísmicas, lo cual implica generalmente el empleo de estructuras indeformables con diagonales. Por su baja relación peso-resistencia y gran durabilidad, el bambú es el material de construcción preferido para estas estructuras.

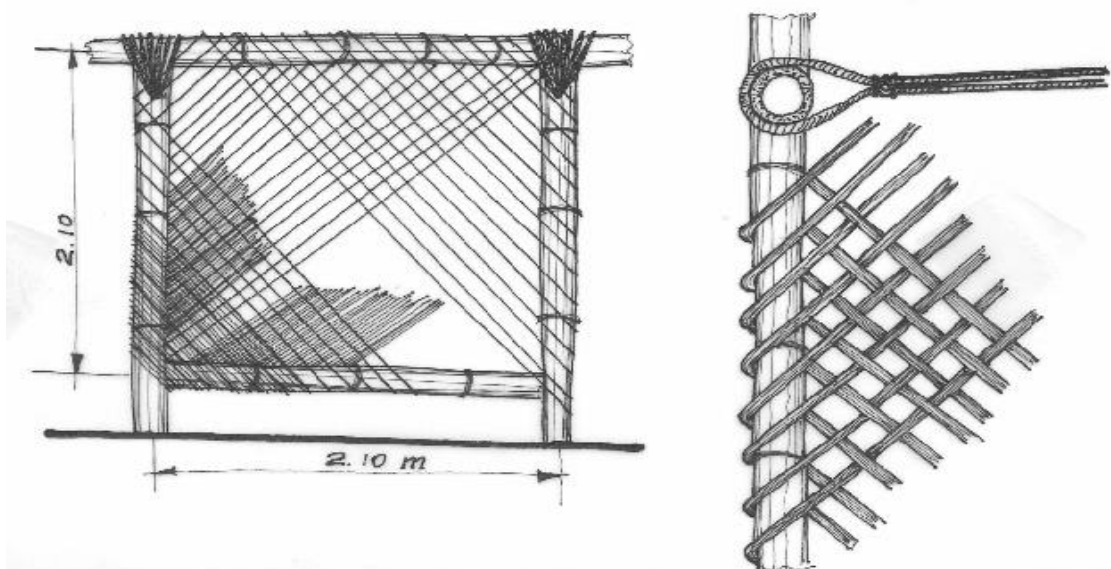


Figura 46. Pared acabada con estuco o tejido muy fino de recubrimiento.

Fuente: (INEN, 1976)

- 4) **Cielo raso.** Para los acabados de cielos rasos se usan paneles de yeso con marco de caña. Estos marcos pueden ser de 40 cm a 120 cm de largo. Para hacer estos marcos se usa caña que fue sumergida en agua de tal manera y durante el tiempo necesario para que las fibras de caña sean suficientemente ralas. Estas fibras dan refuerzo al panel.

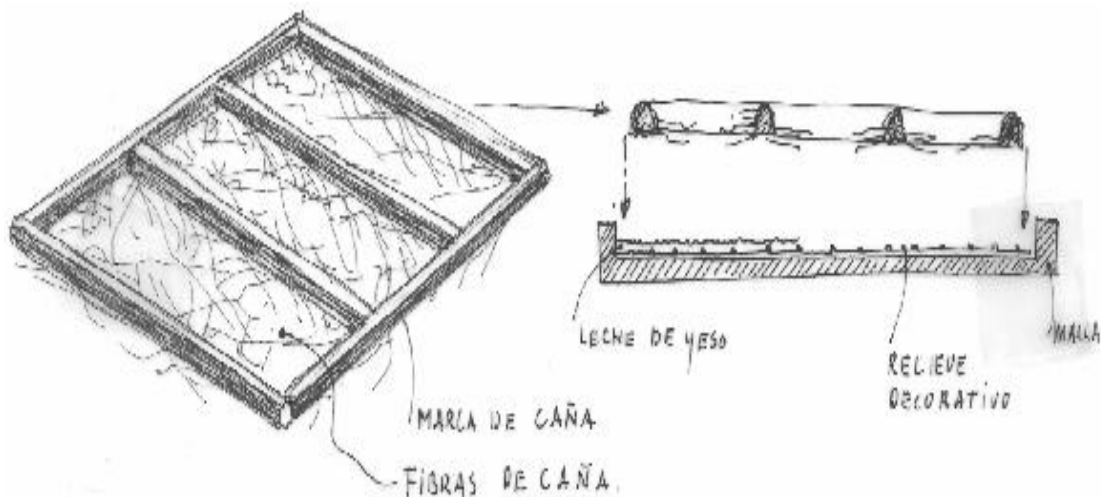


Figura 47. Encofrado se usa una placa metálica o de plástico

Fuente: (INEN, 1976)

1.1.8. Pisos de Hormigón Armado

La resistencia del bambú a la tensión es de 1400 kg/cm^2 hasta 2800 kg/cm^2 ; por consiguiente, se puede reemplazar el acero de refuerzo del hormigón con bambú, cuando se consideran los diferentes aspectos físicos del mismo. Las experiencias descritas en el documento antes mencionado de Naciones Unidas llegan a las conclusiones siguientes:

- 1) Para el cálculo de los pisos, la resistencia a la tensión de la caña se toma con un máximo de 700 kg/cm^2 , en troncos de un diámetro de 3 - 3,5 cm. El valor admisible para cálculos sería 400 kg/cm^2 de tensión.
- 2) El anclaje entre las piezas de bambú y de hormigón es pequeño y disminuye hasta cero, cuando el bambú se contrae para resecarse, después que ha absorbido agua del hormigón vertido.

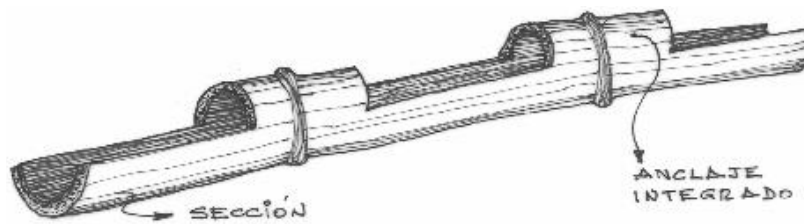


Figura 48. Anclaje Integrado con guadua

Fuente: (INEN, 1976)

- 3) El módulo de elasticidad del hormigón-bambú es de 150 000 hasta 180000 kg/cm², igual al hormigón (acero) de mezcla 1: 2: 4. No obstante, la flexión todavía es grande, y el uso de bambú para refuerzo de vigas no es conveniente, por cuanto se producen después muchas grietas en el hormigón.

1.2. Propiedades

1.2.1. Aspectos físicos

Los aspectos físicos del bambú son determinados según su uso. Considerando el tipo de bambú, guadua de la región de Colombia, Ecuador y Perú, podemos dar los datos en los párrafos siguientes:

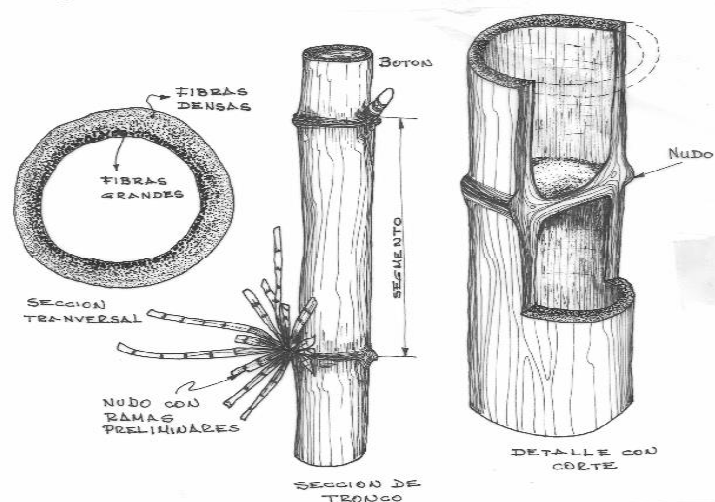


Figura 49. Aspectos físicos del bambú

Fuente: (INEN, 1976)

1.2.1.1. Durabilidad.

Comparando con otros tipos de bambú, el bambú tiene una alta resistencia contra los insectos, moho y putrefacción. Sin embargo, debe proveerse una protección contra estos tres factores, cuando el bambú está en contacto con la tierra o suelo. Así mismo, no es recomendable su uso para cuartos de baño o de cocina.

1.2.1.2. Humedad

La humedad del tronco del bambú disminuye con la altura y con la edad. Igualmente, la humedad puede cambiar con la época del año; más humedad durante las lluvias; menos, durante los tiempos secos. Esta contracción es importante considerando el uso en hormigón armado (INEN, 1976)

1.3. Cualidades de bajo costo del bambú

La plantación en 1 hectárea es de 400 las plantas aptas para la siembra de \$1.25. El proceso de producción nos cuesta \$6,00 o 7,00 y para venderla bajo el proceso y normas de calidad a \$9.00 la caña de 6 metros, para exportación a \$16.00 (Mercado y Molina, 2015). En la ciudad de Yantzaza el precio de una guadua de 12 m de longitud y 12 cm de diámetro según las versiones del Sr. José Emilio Guayllas propietario del Aserrío “El Bosque” es de \$10, según manifiesta el propietario, es que para vender este producto no maderero tiene que sacar una guía de circulación de productos forestales diferentes a la madera en el Ministerio del ambiente y los proveedores de este material tienen que tener un Plan de aprovechamiento de explotación de la guadua, pero además manifestó que el bajo costo de este material se debe a que no existe un control por partes de las autoridades competentes, ya que existen explotaciones clandestinas del producto y además lo venden muy barato, reduciendo la demanda de la guadua y por ende le toca pagar al proveedor muy barato. Por ultimo manifestó que esta

por alzar los precios de la guadua a \$12, ya que al proveedor no le resulta debido a los permisos que tienen que sacar.

1.3.1. Viviendas de bambú

El solo bambú puede ser utilizado para hacer partes de una casa con excepción del fogón de la chimenea. En la mayoría de los casos, sin embargo, el bambú es combinado con otros materiales de construcción tales como madera, arcilla, cal, cemento, hierro galvanizado, y hojas de palma, de acuerdo con su relativa eficiencia, disponibilidad y costo (Castillo, 2011). "Hay que investigar la manera de aumentar la resistencia del bambú contra los insectos, moho, y fuego, para proteger su vida hasta 40 - 50 años. Otra investigación es necesaria para establecer métodos más económicos y convenientes para hacer las uniones entre los troncos de bambú por ser cilíndricos y poco resistentes a la fractura longitudinal" (INEN, 1976)

1.4. Resistencia a los Sismos

La experiencia en varias regiones del mundo demuestra que las construcciones hechas de bambú y con buenas estructuras son sismo-resistentes y, en muchas ocasiones, mejores que las de madera. La capacidad de absorción de energía y la grande flexión sobre la rotura, unida a la alta relación resistencia-peso, hacen que el bambú sea considerado como uno de los mejores materiales para construcciones sismo-resistentes (INEN, 1976).

1.5. Diseño estructural con bambú

1.5.1. Conexiones

a) Conexión tipo Simón Vélez

Permite la unión entre columna y viga; se realiza un corte en forma de "boca de pescado" en la columna para generar un mejor ajuste a la viga y se coloca el pasador axialmente en el entrenudo superior de la columna y

transversalmente en el entrenudo de la viga. Los entrenudos por los que pasa el tornillo son rellenos con mortero.

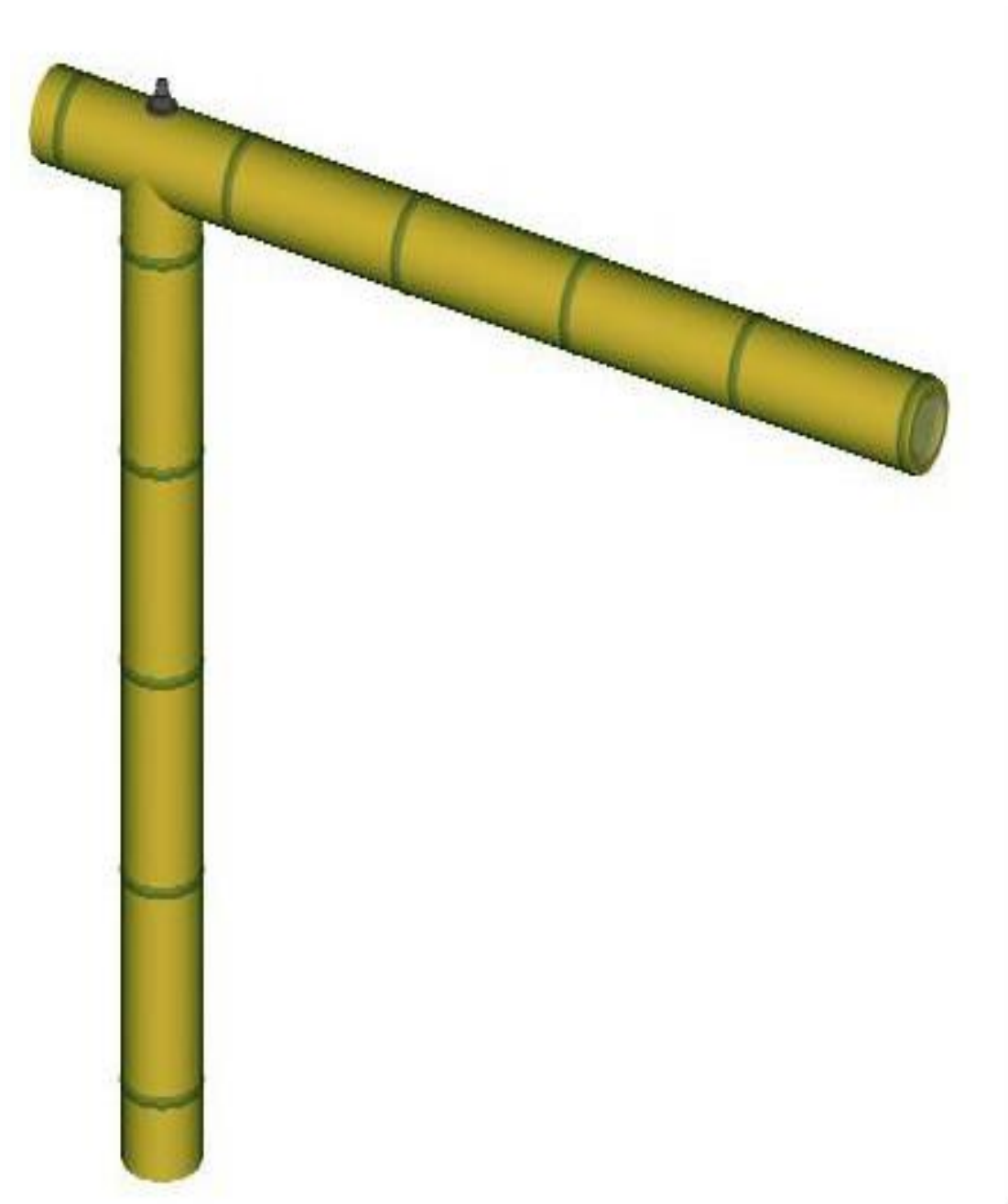
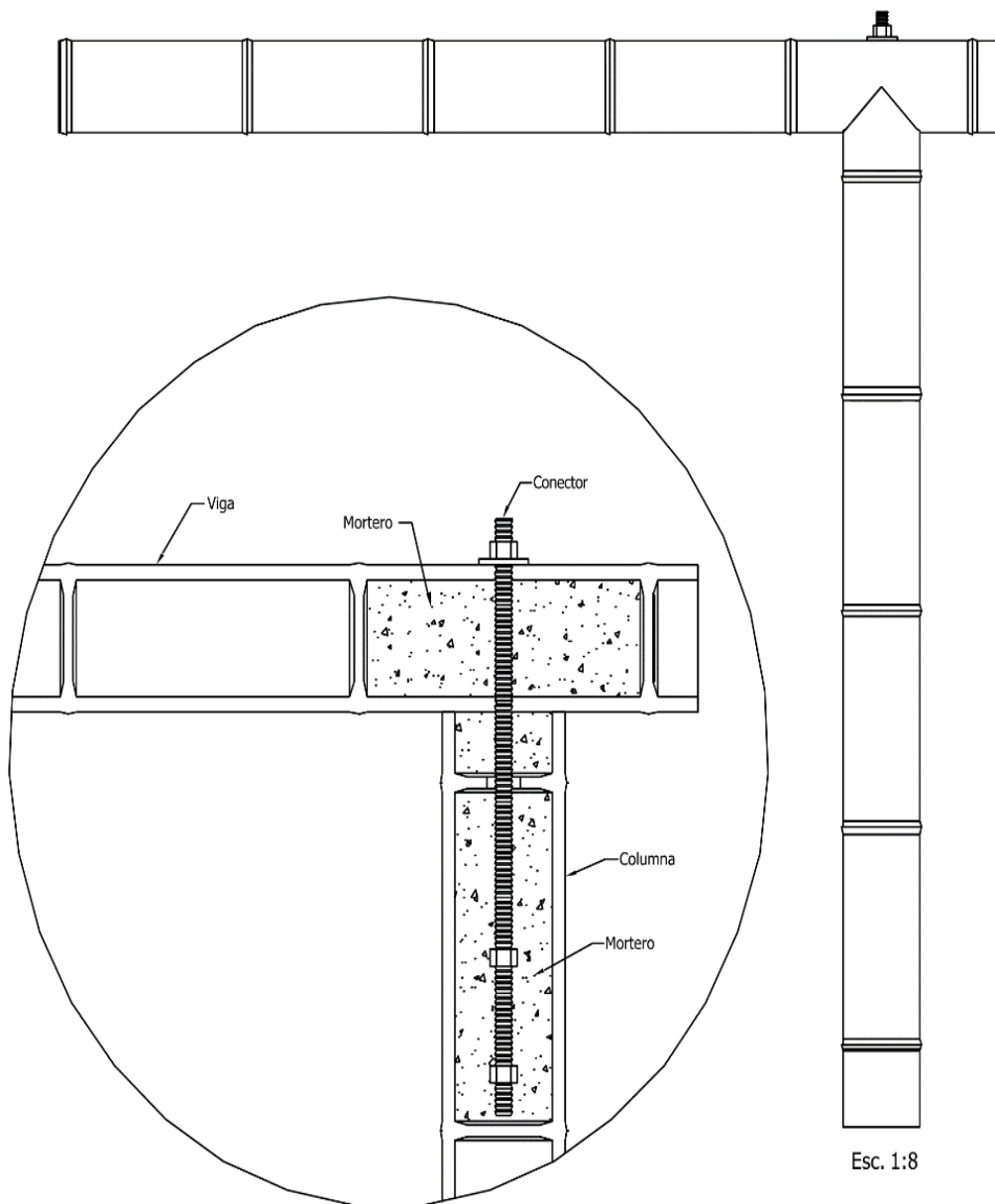
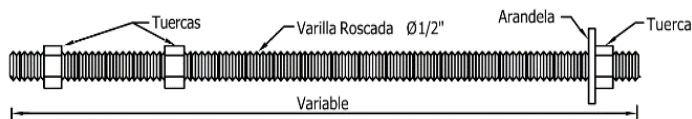


Figura 50. Conexión tipo Simón Vélez.

Fuente: Camacho y Páez, 2002



Detalle Corte Conexión Esc. 1:5



Detalle Conector Esc. 1:4

Material	Especificación
Mortero	$f_c = 21 \text{ Mpa}$
Var. Roscada	Acero AISI 1010

Figura 51. Plano de Conexión tipo Simón Vélez.

Fuente: Camacho y Páez, 2002

b) Conexión en boca de pescado y amarre de alambre

Esta conexión tiene en la columna un corte en boca de pescado sobre el que se coloca la viga que es amarrada con alambre a tres tornillos acoplados a cada lado de la columna.

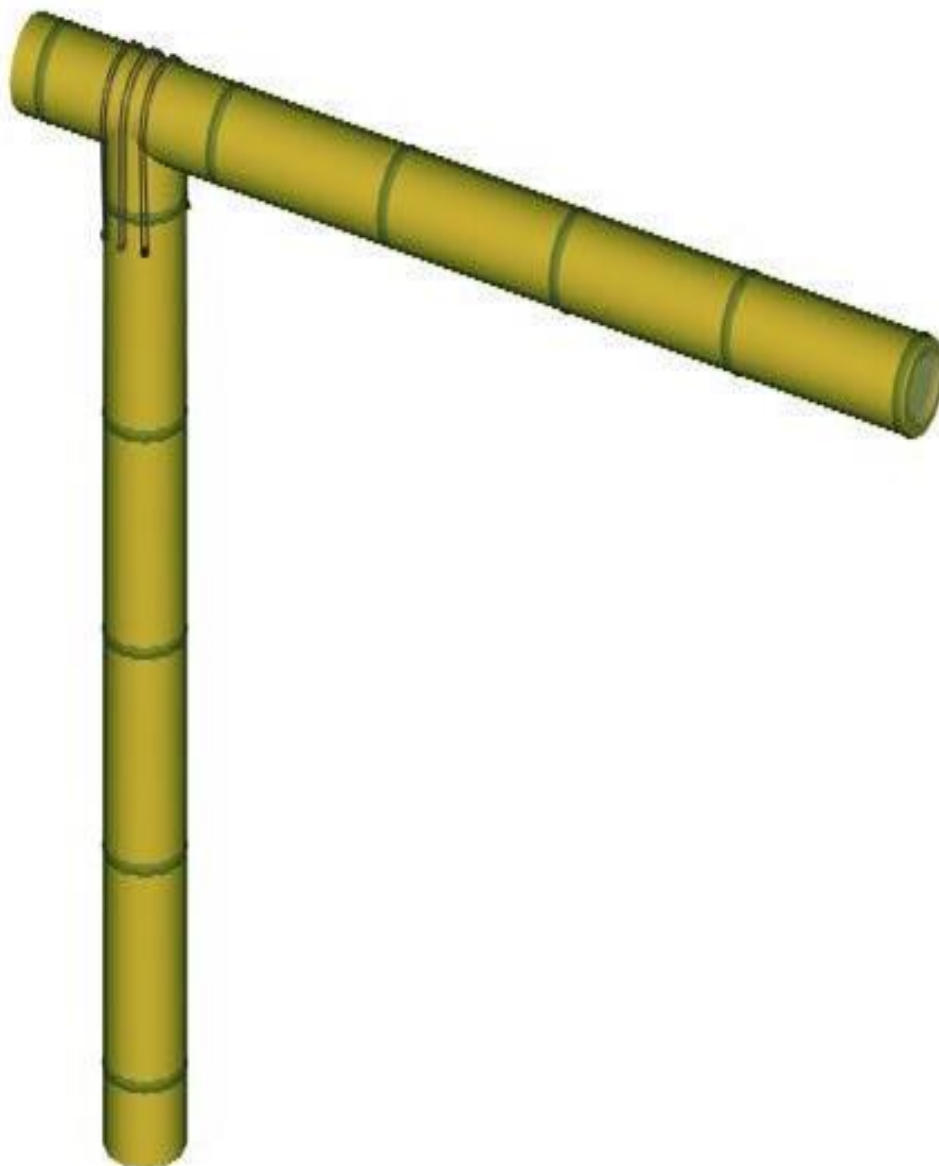


Figura 52. Conexión en boca de pescado y amarre de alambre.

Fuente: Camacho y Páez, 2002

Se espera que la conexión transfiera el momento flector de la viga a la columna mediante una fuerza de tensión en el alambre y una fuerza de compresión en la superficie de contacto viga–columna.

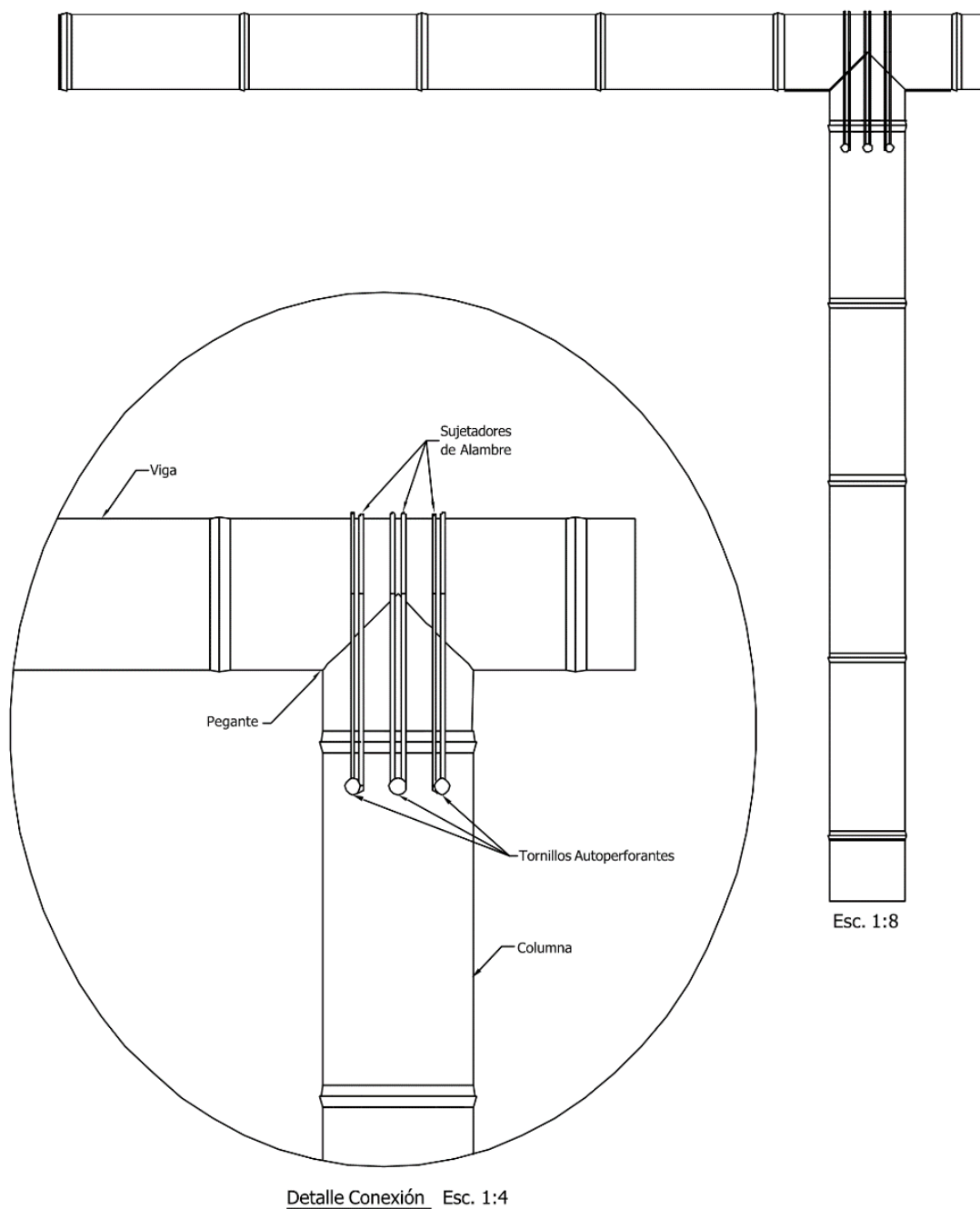


Figura 53. Plano de conexión en boca de pescado y amarre de alambre.

Fuente: Camacho y Páez, 2002

c) Conexión con cilindro de madera

Para conectar la viga y la columna se usa un cilindro de madera que se introduce longitudinalmente dentro de la viga y transversalmente en la columna.

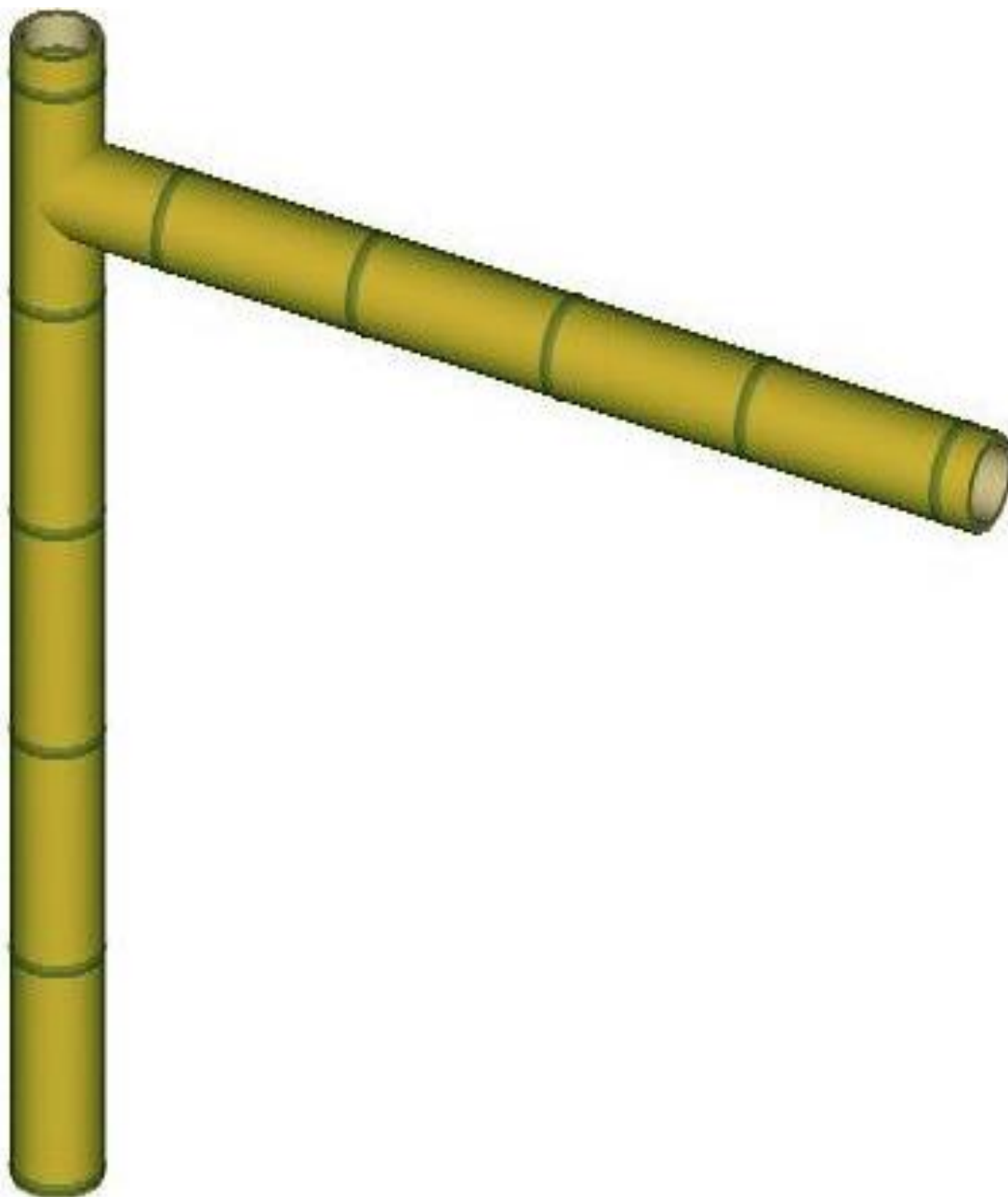


Figura 54. Conexión con cilindro de madera

Fuente: Camacho y Páez, 2002

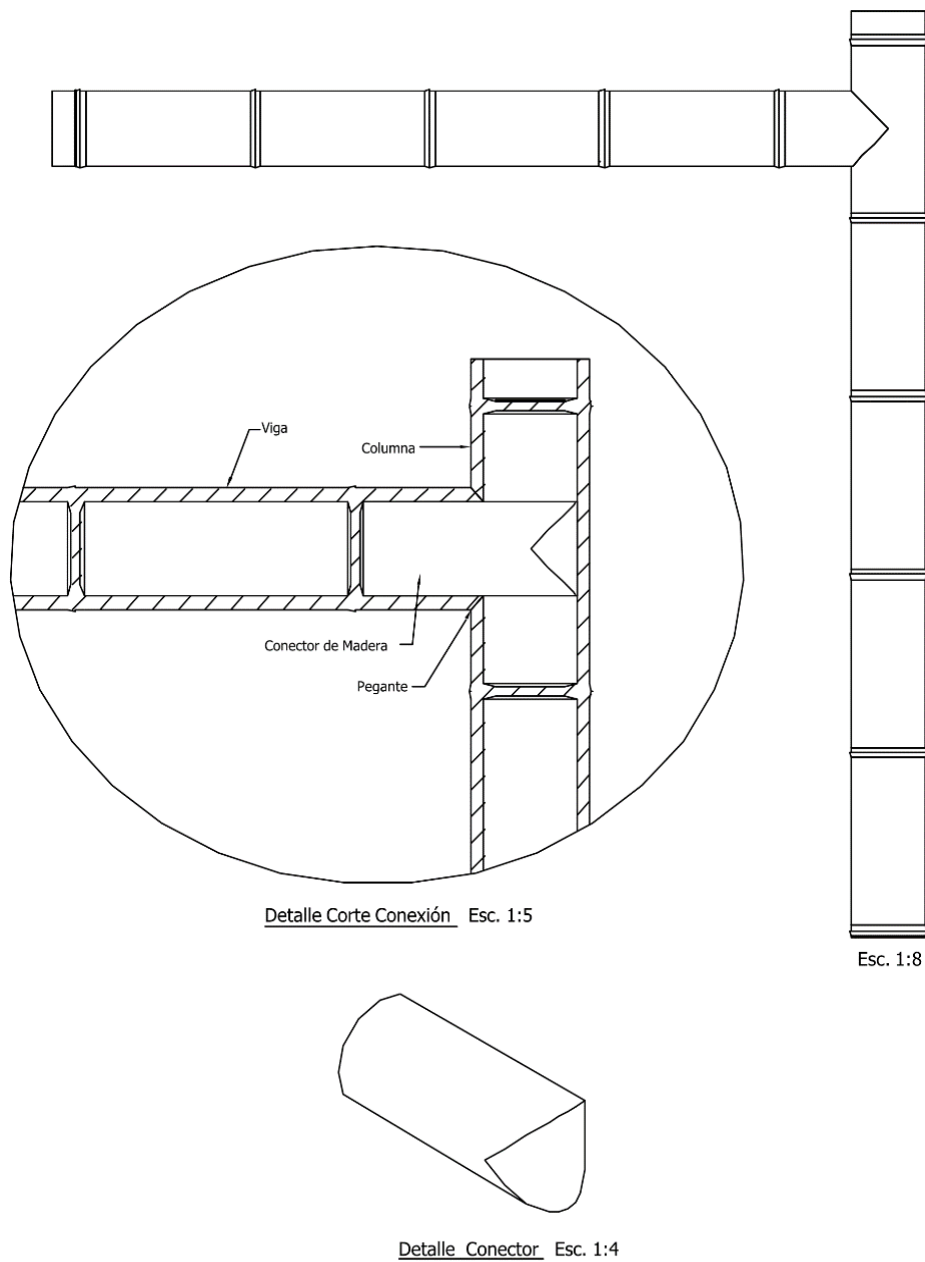


Figura 55. Plano de conexión con cilindro de madera

Fuente: Camacho y Páez, 2002

1.5.1.1. Conexiones propuestas

1) Conexión ECMF_1

Esta conexión se refuerza con una pieza de guadua para aumentar la rigidez de la viga, éste recorte de guadua se fija por debajo de la viga con dos

pasadores que atraviesan verticalmente el primer entrenudo de los dos elementos y los confina por la acción de las tuercas; La viga se une a la columna por medio de dos pasadores colocados axialmente en el primer entrenudo del elemento largo y del recorte, los extremos de la viga que se unen a la columna tienen corte en boca de pescado para mejorar el ajuste. Se coloca mortero en el primer entrenudo para la sección compuesta de viga y en el entrenudo superior de la columna. En total hay tres entrenudos con mortero por lo que el peso de la conexión aumenta considerablemente.

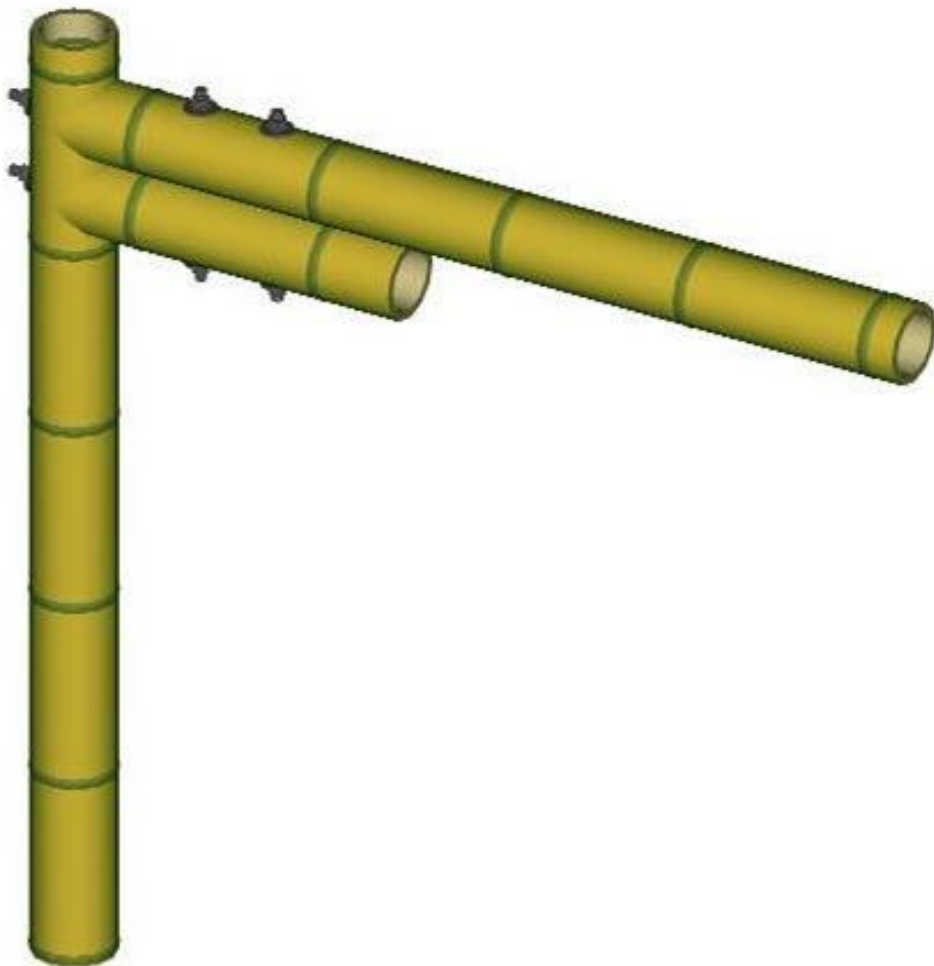
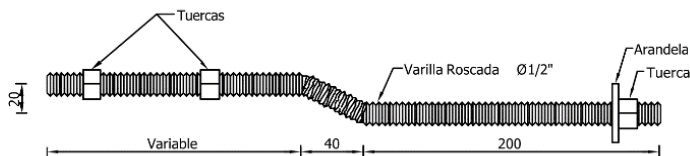
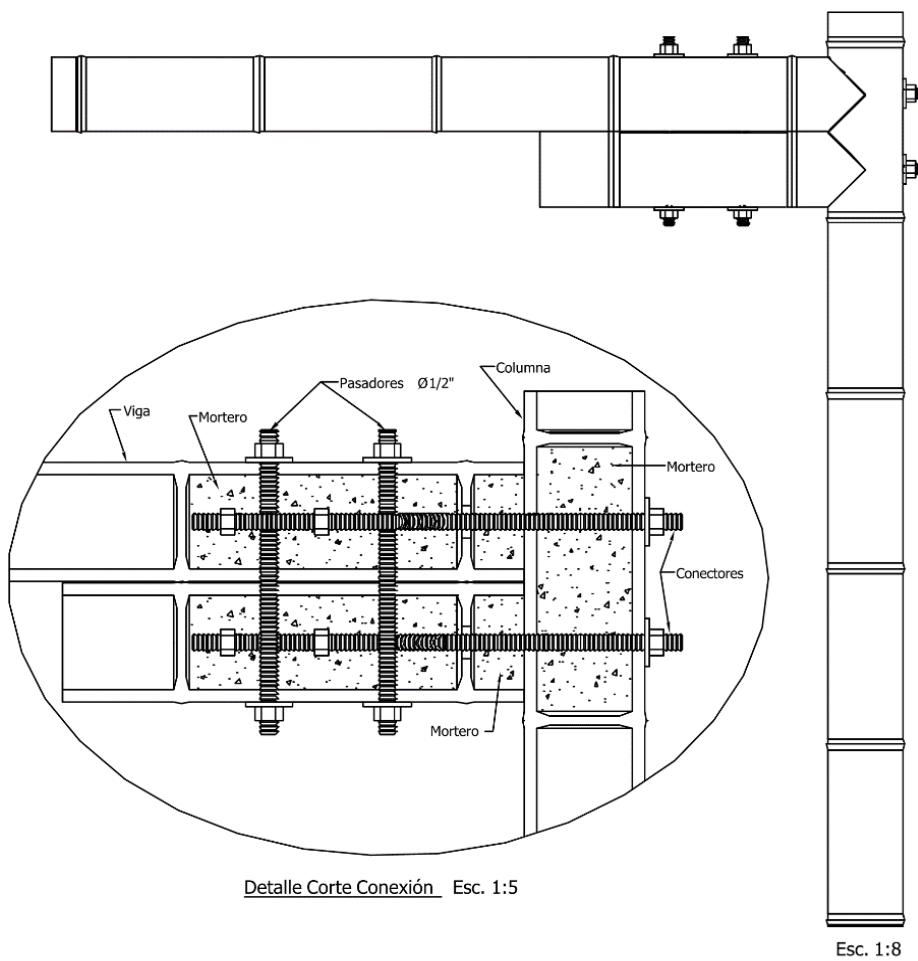


Figura 56. Conexión ECMF_1

Fuente: Camacho y Páez, 2002

Se espera que en la viga los pasadores que unen el elemento largo y el recorte funcionen como conectores de cortante, lo cual permite desarrollar un par tensión compresión que a su vez es transmitido a la columna como una fuerza de tensión en el pasador que conecta el elemento largo (superior), y de compresión por el pasador del recorte y por contacto entre las superficies de recorte y columna.



Material	Especificación
Mortero	$f_c = 21 \text{ Mpa}$
Var. Roscada	Acero AISI 1010

Figura 57. Plano de conexión ECMF_1

Fuente: Camacho y Páez, 2002

2) Conexión ECMF_2

La conexión ECMF_2 está reforzada por un segmento de guadua asegurado verticalmente a la columna por medio de dos pasadores horizontales; al primer entrenudo de la viga se le coloca mortero y un pasador axial que permite fijar la viga a la columna; el entrenudo superior de la columna se rellena con mortero.

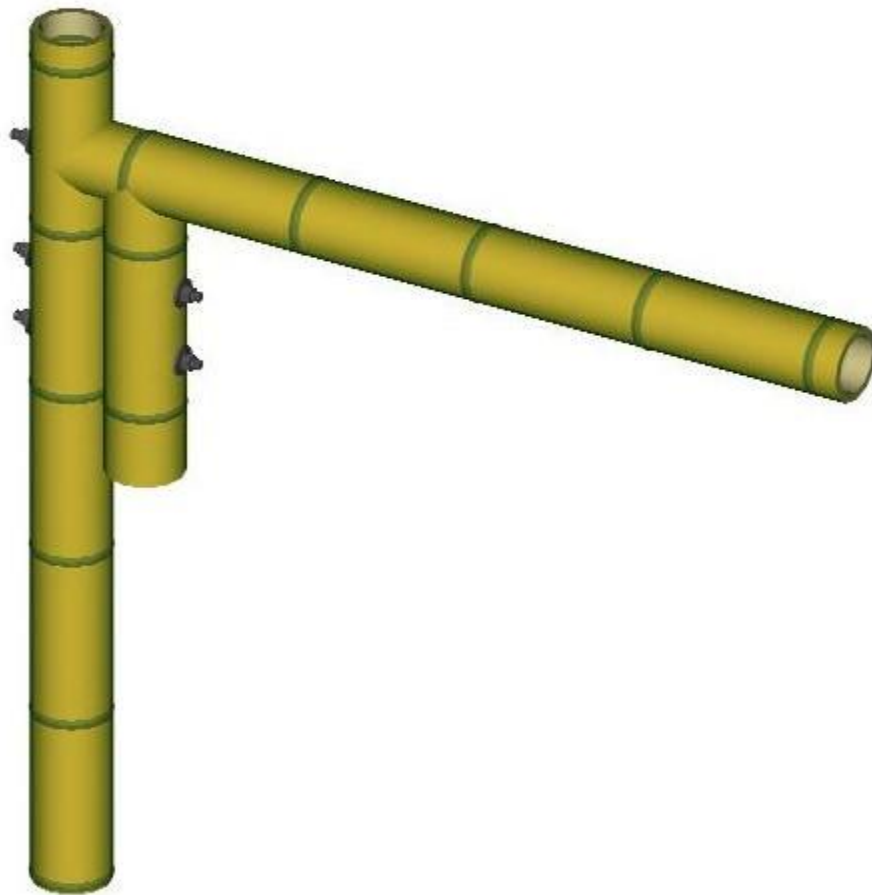
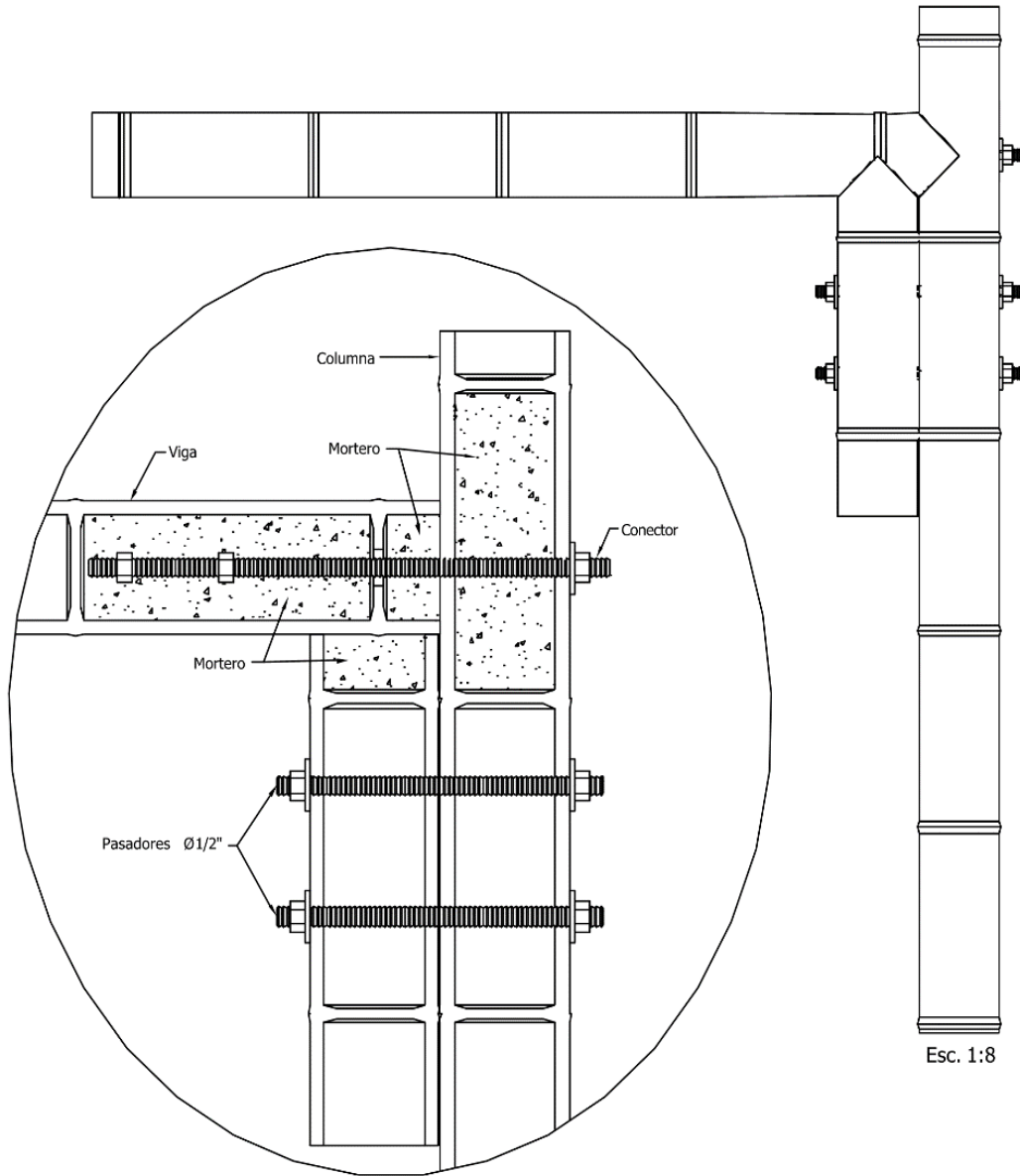


Figura 58. Conexión ECMF_2

Fuente: Camacho y Páez, 2002

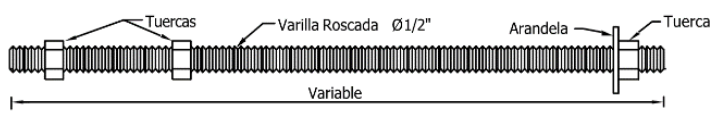
Se espera que la conexión transfiera el momento flector de la viga a la columna mediante una fuerza de tensión en el pasador de la viga y una fuerza de compresión en la superficie de contacto viga-retazo. Los pasadores que

unen en la columna el elemento largo y el recorte funcionan como conectores de cortante.



Esc. 1:8

Detalle Corte Conexión Esc. 1:5



Detalle Conector Esc. 1:4

Material	Especificación
Mortero	$f_c = 21 \text{ Mpa}$
Var. Roscada	Acero AISI 1010

Figura 59. Plano de conexión ECMF_2

Fuente: Camacho y Páez, 2002

3) Conexión ECMF_3

Esta conexión usa dos elementos pletina pasador que están conformados por un pasador soldado a una pletina que tiene dos perforaciones. La viga se refuerza con un recorte de guadua que se fija con dos pasadores verticales. Los elementos pletina pasador son colocados en la viga dentro del primer entrenudo del elemento largo y del retazo y los pasadores verticales se hacen cruzar por las perforaciones de las pletinas, en el momento del ensamble los pasadores soldados a la pletina pasan por agujeros en la columna y permiten que la viga se fije a ésta.

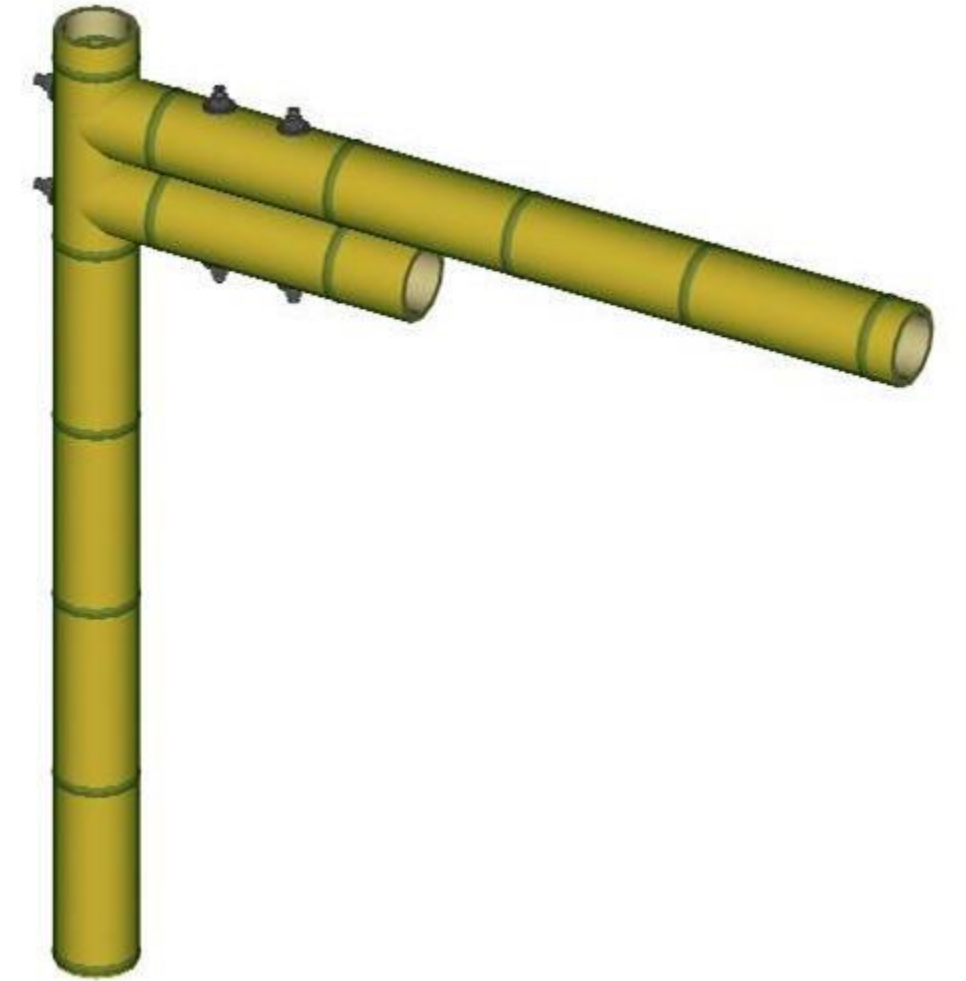


Figura 60. Conexión ECMF_3

Fuente: Camacho y Páez, 2002

Se espera que en la viga los pasadores que unen el elemento largo y el recorte funcionen como conectores de cortante, lo cual permite desarrollar un par tensión compresión que a su vez es transmitido a la columna como una fuerza de tensión en el elemento pletina pasador que conecta el elemento largo (superior), y de compresión por el elemento pletina pasador del recorte y por contacto entre las superficies de recorte y columna.

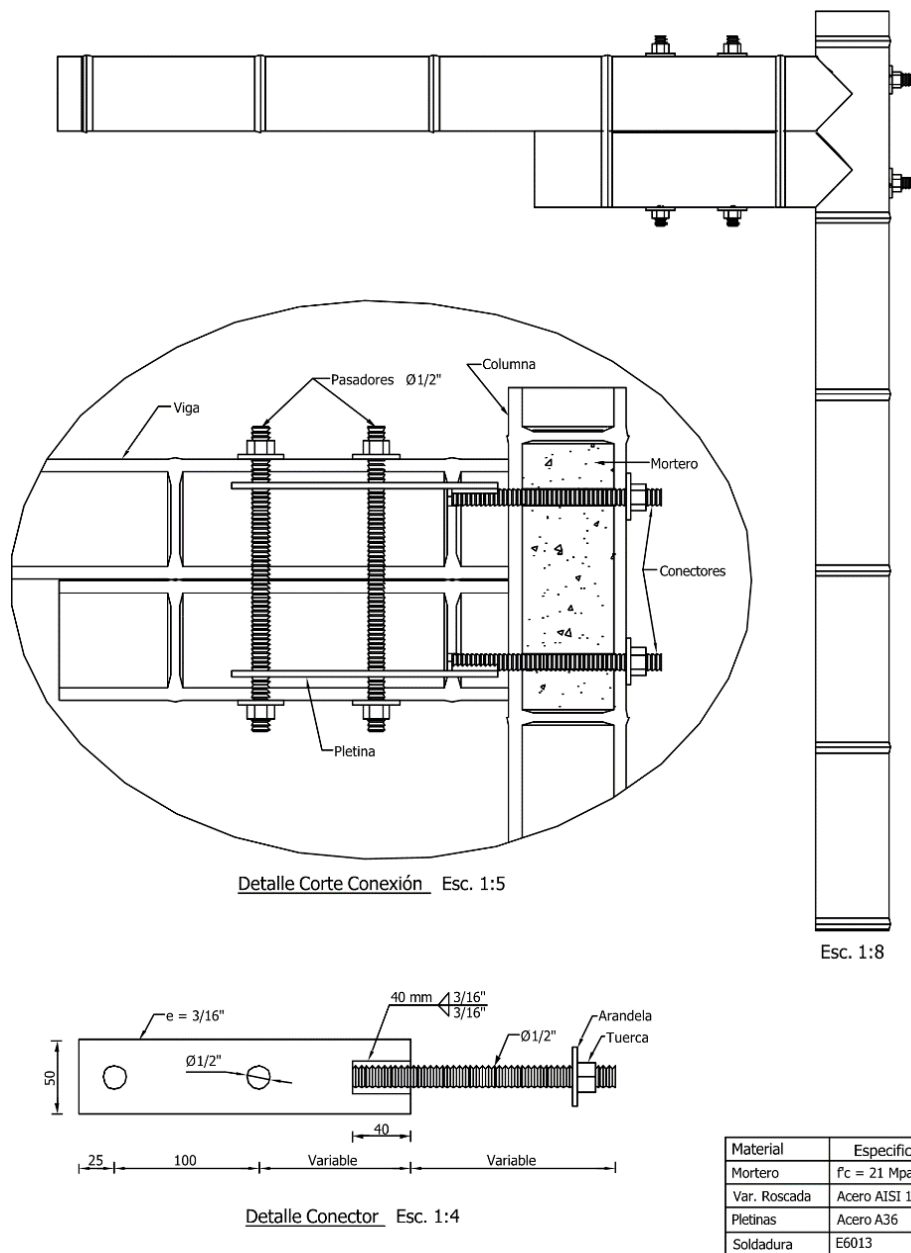


Figura 61. Plano de conexión ECMF_3

Fuente: Camacho y Páez, 2002

4) Conexión ECMF_4

Esta conexión consta de una viga a la que se le introduce mortero y un pasador en el primer entrenudo, para el ensamble el pasador atraviesa la columna para permitir el ajuste viga columna y se introduce mortero en el entrenudo superior de la columna; adicionalmente se coloca un codal de guadua que se fija a la columna y a la viga con pegante para madera.

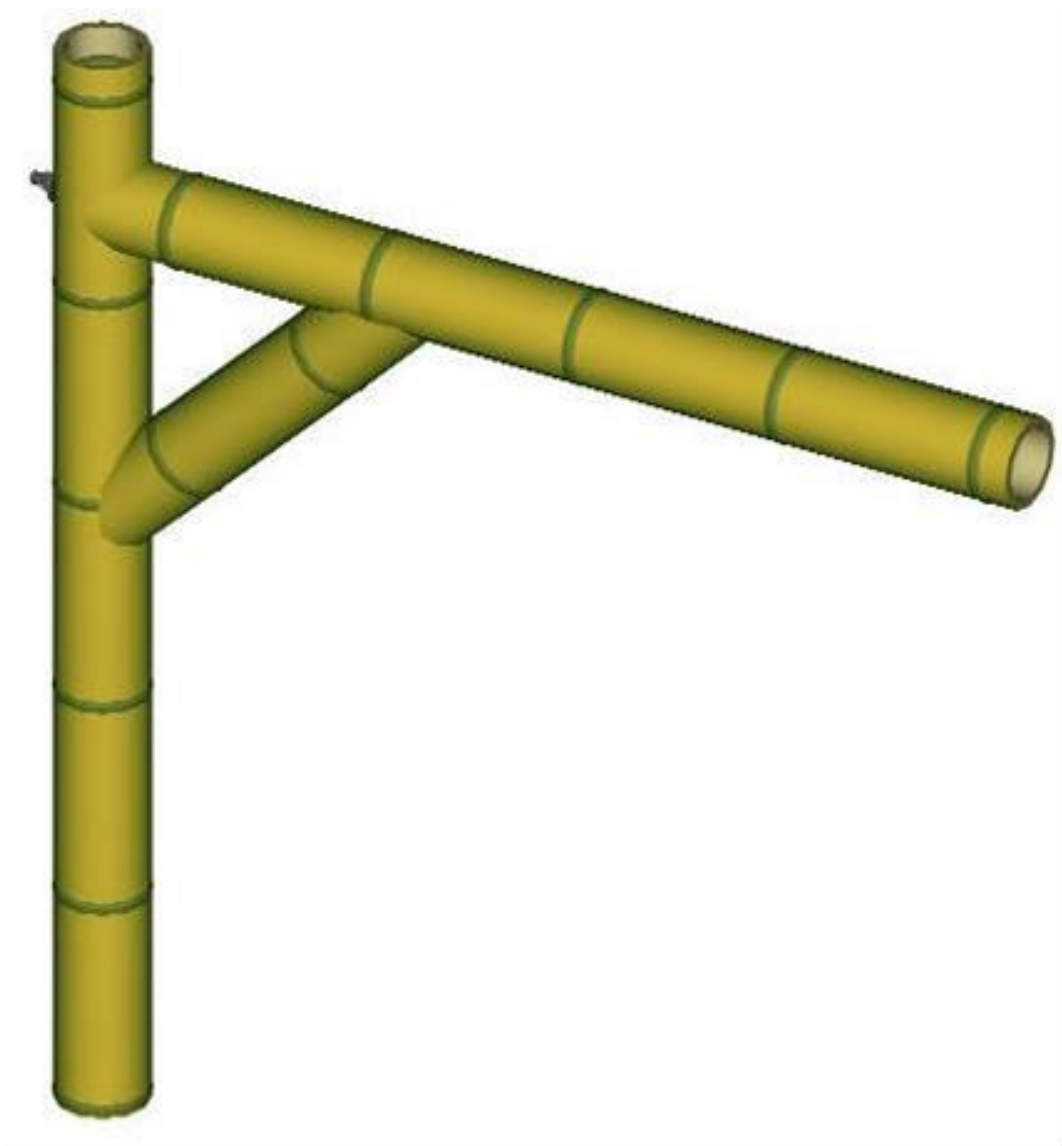


Figura 62. Conexión ECMF_4

Fuente: Camacho y Páez, 2002

Se espera que la conexión transfiera el momento flector de la viga a la columna mediante una fuerza de tensión en el pasador de la viga y una fuerza de compresión en el codal. Además se espera que el pegante aplicado en las superficies de contacto trabaje a corte restringiendo el desplazamiento relativo de los elementos.

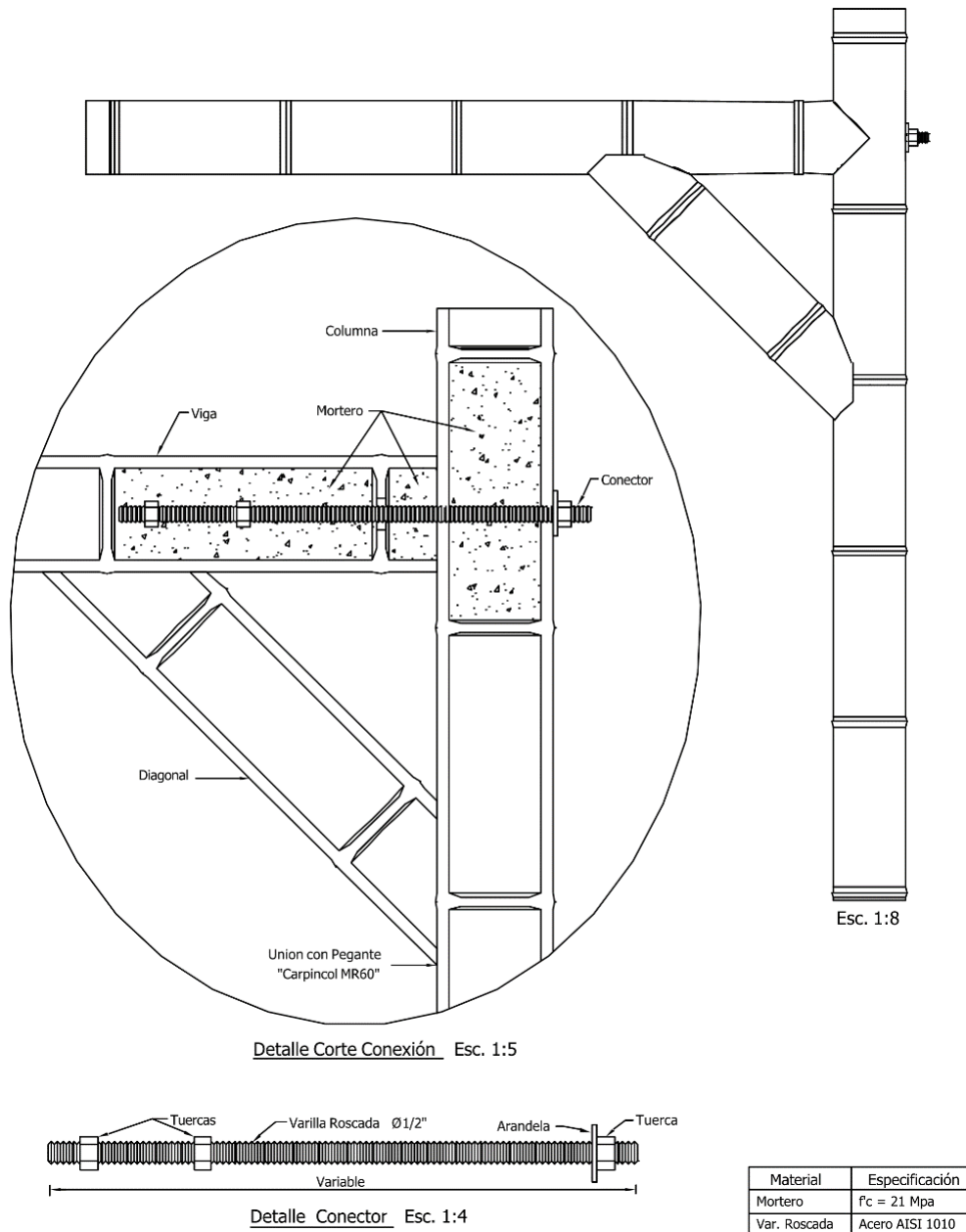


Figura 63. Plano de conexión ECMF_4

Fuente: Camacho y Páez, 2002

1.5.1.2. Marcos

La conexión seleccionada para la construcción de los marcos es la ECMF_3.

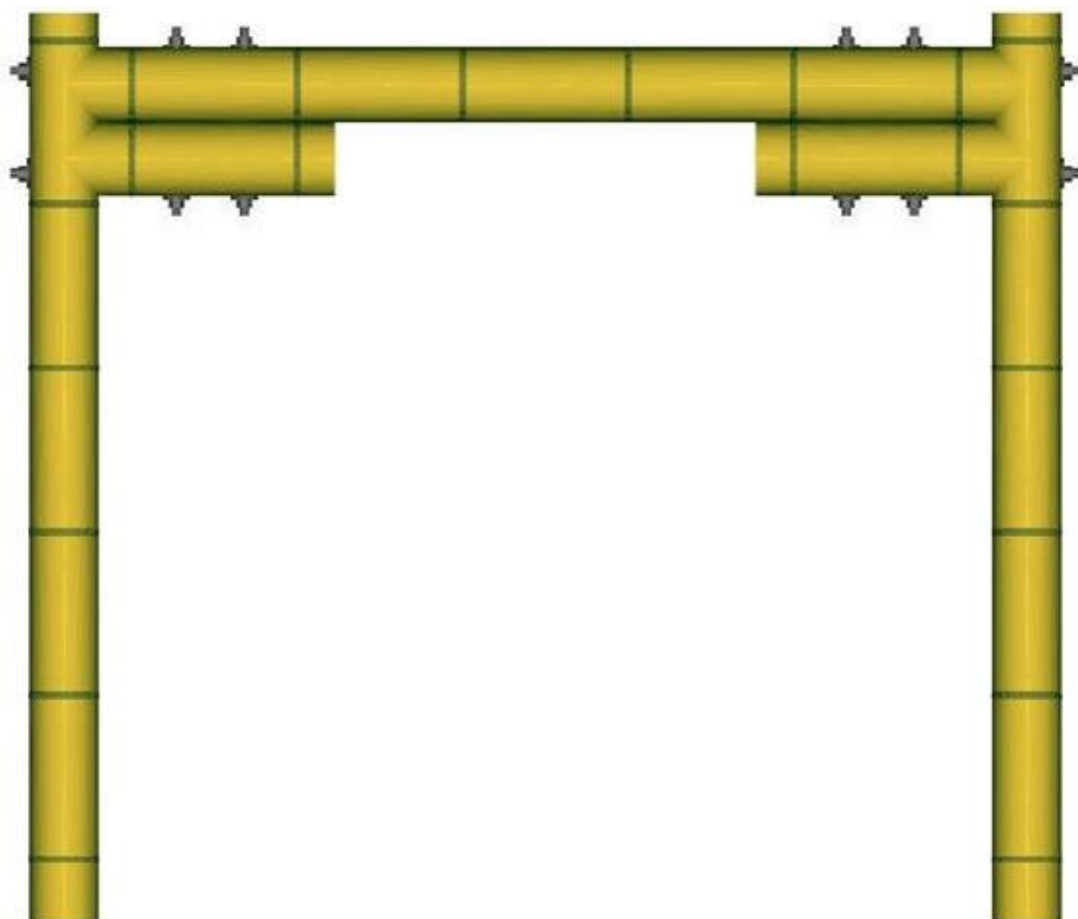


Figura 64. Conexión en boca de pescado y amarre de alambre.

Fuente: Camacho y Páez, 2002

1.5.1.3. Ensayo

Los ensayos se realizaron usando el marco de carga del laboratorio de estructuras, para garantizar empotramiento en el apoyo de las columnas se diseña un mecanismo que permite fijar la guadaña al marco de carga. En las conexiones se aplica la carga en la viga a 1.0 m y se toman lecturas de desplazamiento en: 1, extremo superior del dispositivo de apoyo; 2, columna a la altura del eje de la viga y 3, viga a 0.8 m del apoyo.

La carga se mide mediante celda de carga de 1 tonelada para las conexiones individuales y de 5 toneladas para los marcos, la velocidad de aplicación de la carga está limitada aproximadamente a 0.5 mm/seg para el deformimetro donde se registra el mayor desplazamiento.

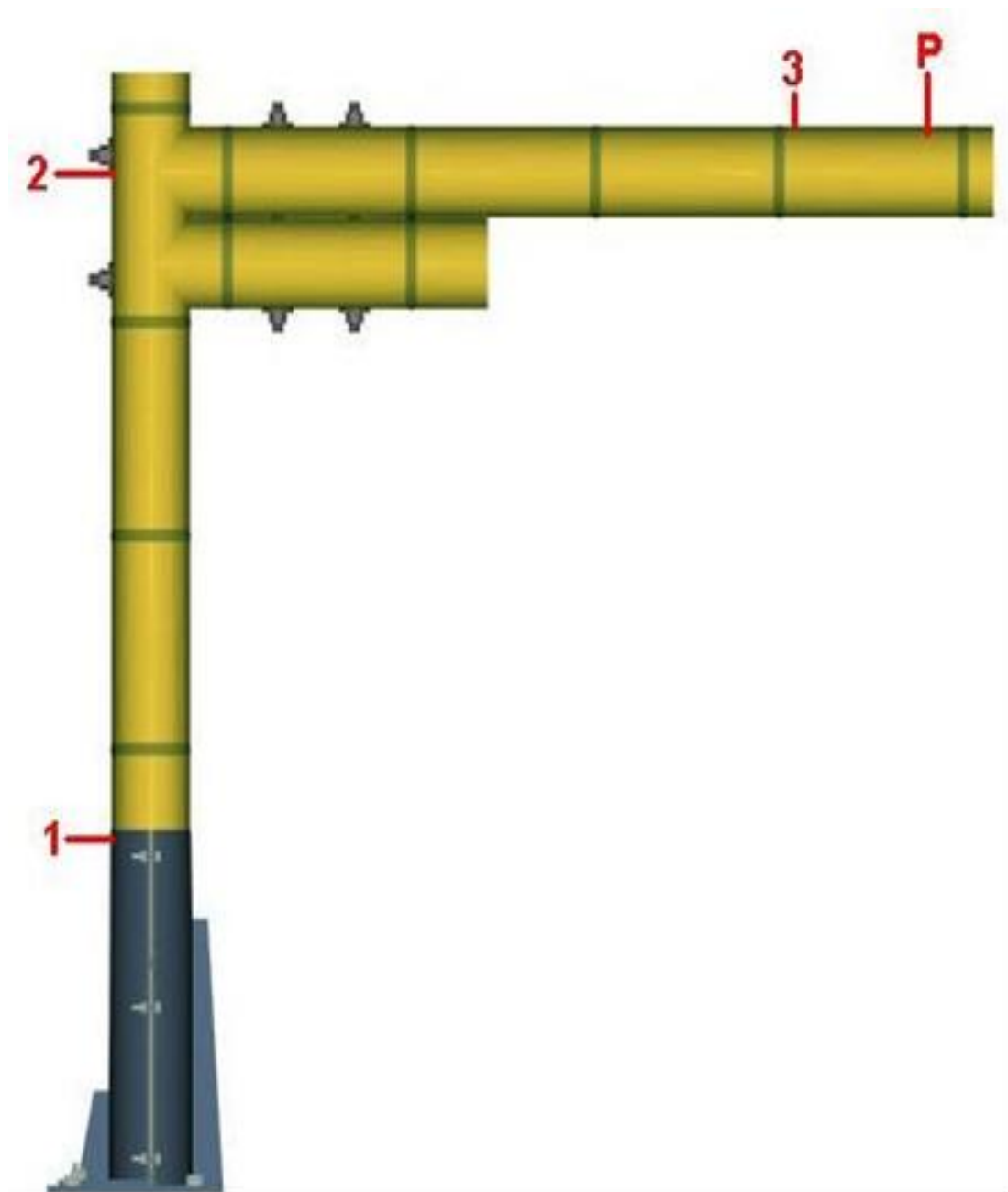


Figura 65. Conexión en boca de pescado y amarre de alambre.

Fuente: Camacho y Páez, 2002



Figura 66. Dispositivo de aplicación de carga.

Fuente: Camacho y Páez, 2002



Figura 67. Ubicación de deformímetros

Fuente: Camacho y Páez, 2002



Figura 68. Detalle del mecanismo de apoyo

Fuente: Camacho y Páez, 2002

Para la prueba de los marcos la carga se aplica en el centro de la luz y se miden desplazamientos en: 1 y 7, apoyos; 2 y 3, columnas en el eje de la viga; 3 y 5, viga en el cambio de sección y 4, viga en el centro de la luz.

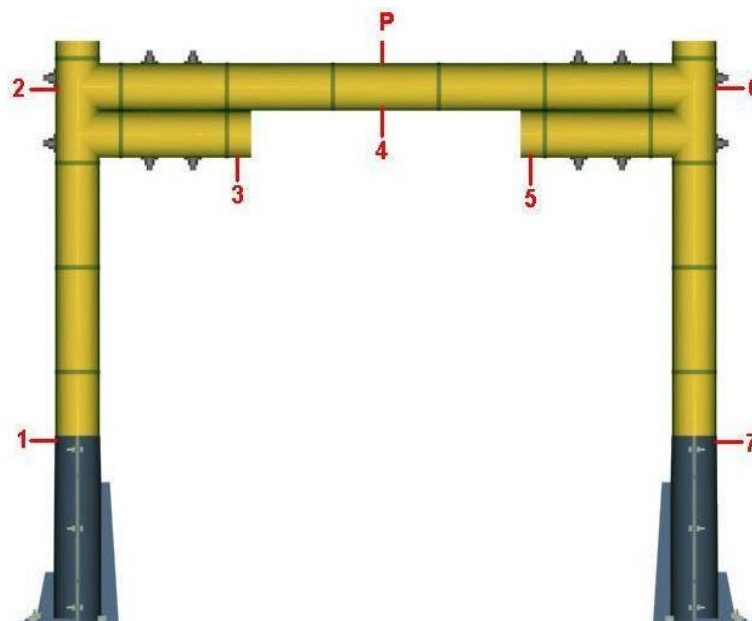


Figura 69. Ubicación de los deformímetros para el marco.

Fuente: Camacho y Páez, 2002



Figura 70. Montaje del marco.

Fuente: Camacho y Páez, 2002



Figura 71. Detalle aplicación de carga.

Fuente: Camacho y Páez, 2002

a) Resultado del Ensayo

En las siguientes tablas se exponen en forma comparativa los resultados obtenidos mediante distintos modelos de análisis para una probeta representativa de cada conexión propuesta. La condición de carga empleada

en el análisis corresponde a un valor obtenido en los ensayos, lo cual, permite incluir los desplazamientos medidos para la probeta.

Tabla 13. Desplazamiento calculado con DesignStar, SAP-2000,

Conexión	Carga (KN)	Desplazamiento en 2 m*10 ⁻³				Desplazamiento en 3 m*10 ⁻³			
		DesignStar	SAP-2000	Doble integrac	Ensayo	DesignStar	SAP-2000	Doble integrac	Ensayo
ECMF_1	1,04	9,00	9,7	9,72	11,3	20,0	22,	22,72	24,4
ECMF_2	0,88	6,00	4,3	--	6,0	13,0	12,	--	32,0
ECMF_3	1,40	10,0	14,	14,62	15,1	27,0	34,	34,24	39,3
ECMF_4	1,39	12,0	13,	--	20,9	23,0	27,	--	25,6

Fuente: Camacho y Páez, 2002

Tabla 14. Giro calculado con SAP-2000 y doble integración.

Conexión	Carga (KN)	Giro en 2 Radia				Giro en 3 Radia			
		DesignStar	SAP-2000	Doble integrac	Ensayo	DesignStar	SAP-2000	Doble integrac	Ensayo
ECMF_1	1,04	-	0,0	0,025	-	-	0,0	0,033	-
ECMF_2	0,88	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-
ECMF_3	1,40	-	0,0	0,037	-	-	0,0	0,050	-
ECMF_4	1,39	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-

Fuente: Camacho y Páez, 2002

b) Análisis comparativo entre conexiones propuestas mediante cosmos designstar.

- En forma general se puede decir que las conexiones propuestas de mayor versatilidad son la ECMF_1 y ECMF_3, pues a pesar de presentar mayores deflexiones que la conexión ECMF_4, dada su conformación, no son susceptibles de alteraciones en su desempeño bajo la acción de cargas horizontales o la inversión del sentido en la carga vertical.
- El comportamiento de las conexiones ECMF_1 y ECMF_3, se considera que es simulado en forma adecuada por los modelos para análisis de doble integración y mediante SAP-2000.
- El comportamiento de la conexión ECMF_3 trabajando en conjunto (marco), es satisfactorio, los desplazamientos se pueden obtener mediante análisis estructural convencional.

- Los análisis realizados mediante Cosmos DesingStar, son prácticamente improcedentes para el análisis de una estructura completa; para fines prácticos de diseño, pero constituyen un punto de fundamental importancia para comprender el funcionamiento de cada elemento que conforma la conexión

2. Resultados del Segundo Objetivo Especifico

Diseño de un modelo de vivienda ecológico con bambú para la zona rural del cantón Yantzaza.

2.1. Diseño de la vivienda ecológica con bambú

Para la vivienda ecológica con bambú se diseñaron planos arquitectónicos y estructurales donde constan el nombre del proyecto, fecha del diseño, nombre del autor responsable, nombre y versión de la norma utilizada en el diseño, cargas vivas adoptadas, resistencia y especificaciones de los materiales a utilizarse y aclarar que el proyecto es exclusivamente de vivienda.

2.1.1. Planos de la vivienda

Se diseñó una vivienda unifamiliar para 4 personas de un piso con una altura libre entre pisos de 3 m, y un área total diseñada de 64m², estas áreas se deben, una forma simple y regular sin asimetrías exageradas, las cuales conllevan a concentraciones de fuerzas no deseadas en algunos sectores. Las partes principales que componen un plano son las siguientes:

1) Ejes

Los ejes son líneas punteadas con una numeración consecutiva por un lado

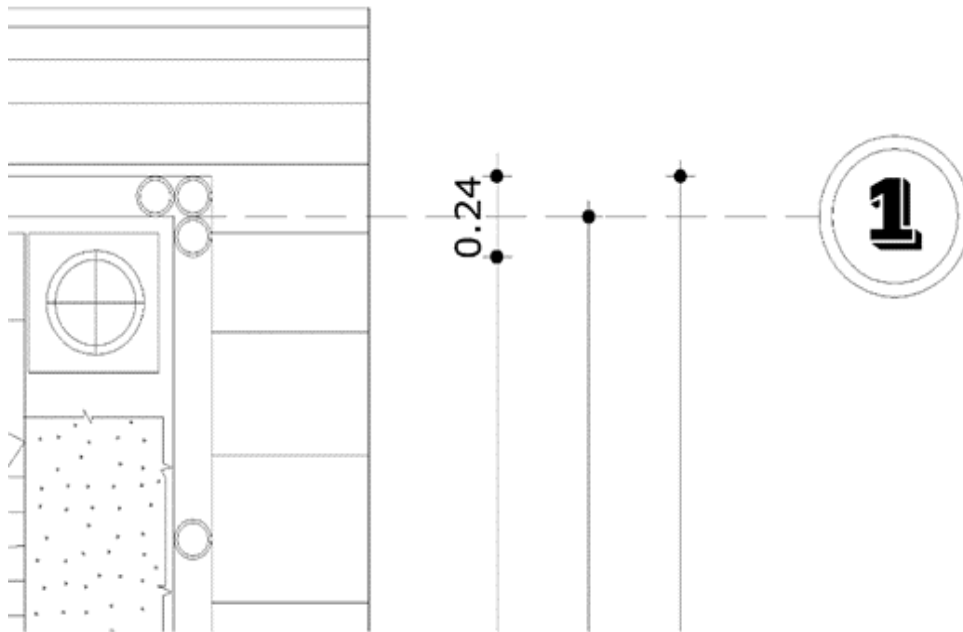


Figura 72. Ejes con una numeración

Y con letras por el otro eje

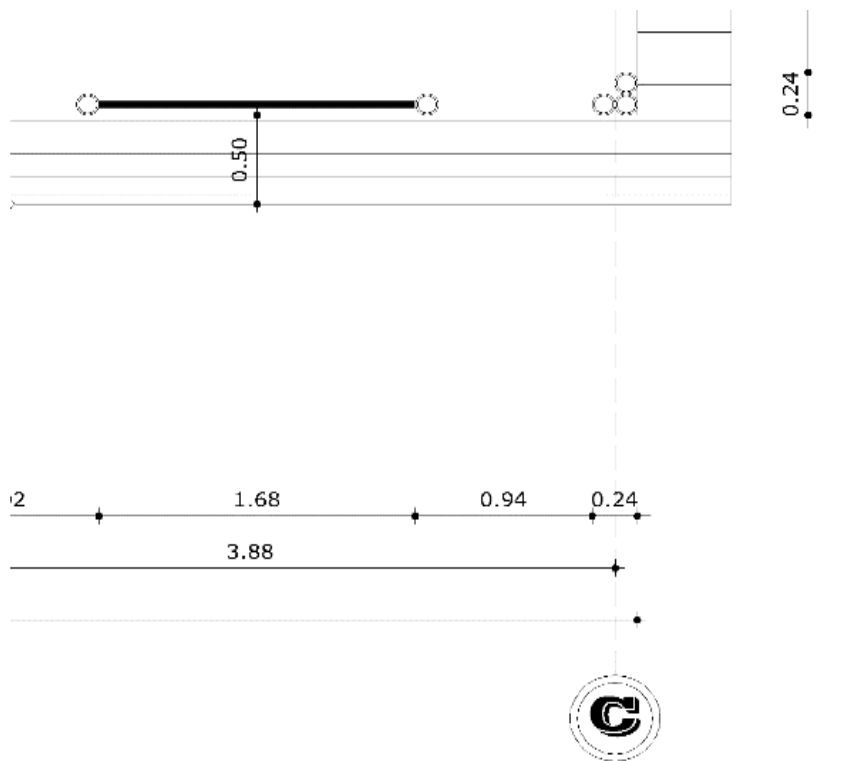


Figura 73. Ejes con letras

Los ejes indicados en el plano coinciden con las líneas que se trazan en el terreno para indicar elementos tales como cimientos, columnas, castillos, muros, etc

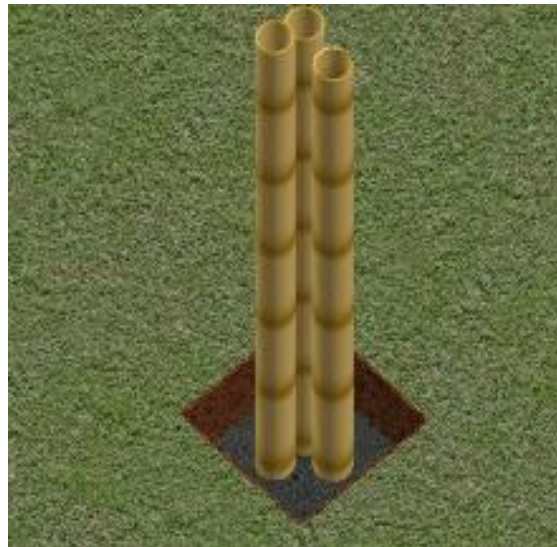


Figura 74. Ejes indicados en 3D

Generalmente los ejes están a la mitad de cada elemento estructural, pero en el caso de las colindancias los ejes están en el límite del terreno

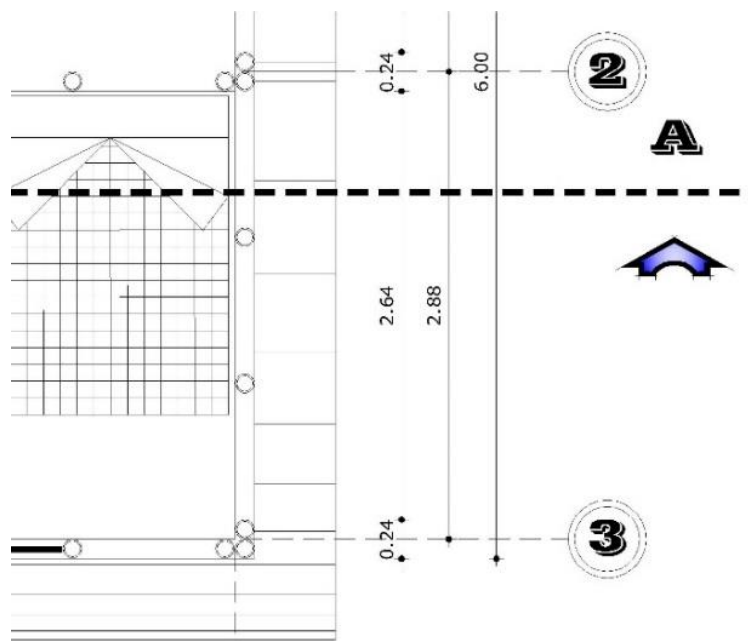


Figura 75. Ejes

2) Acotaciones

Las acotaciones son líneas que aparecen enseguida de los ejes.

Las acotaciones son líneas continuas y se dividen en:

Cotas generales

Las cotas generales proporcionan la distancia total del área construir.

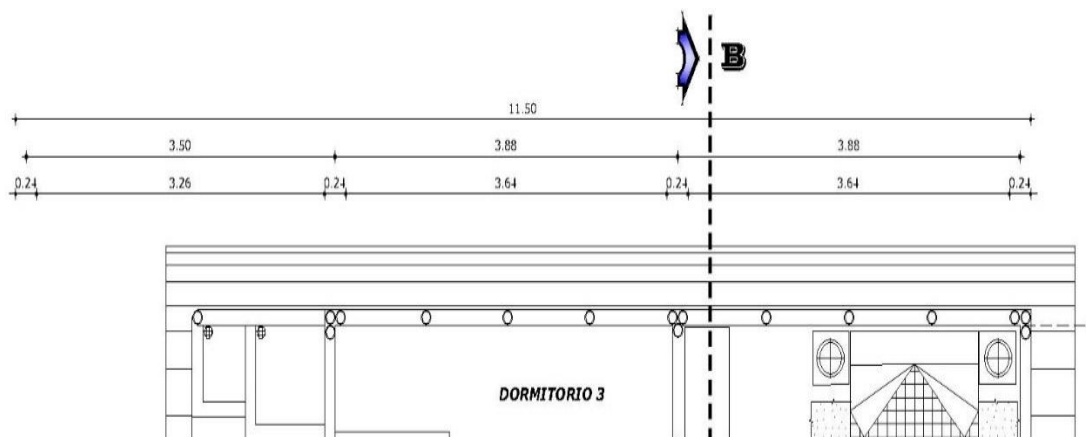


Figura 76. Cotas generales

Cotas parciales

Las cotas parciales están en el renglón de abajo de las cotas generales y proporcionan la distancia entre los ejes.

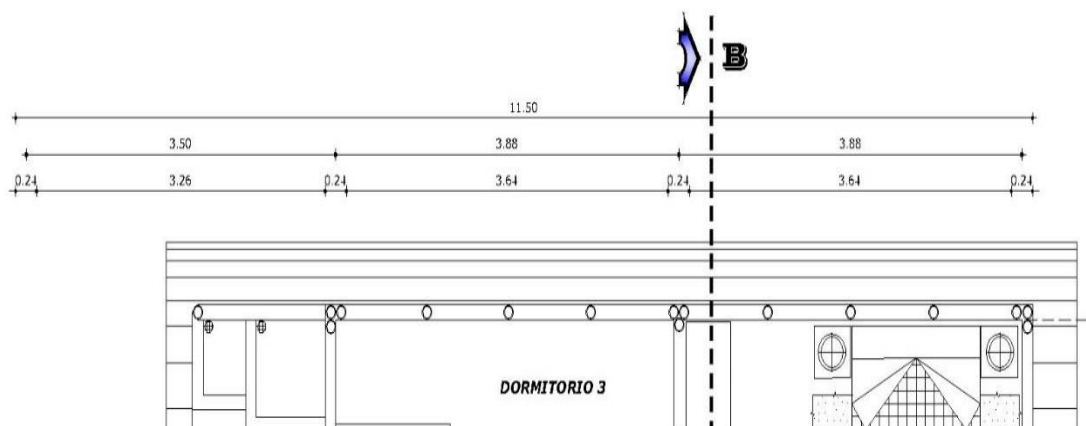


Figura 77. Cotas parciales

Cotas específicas

Las cotas específicas proporcionan las medidas de las puertas, ventanas, etc.

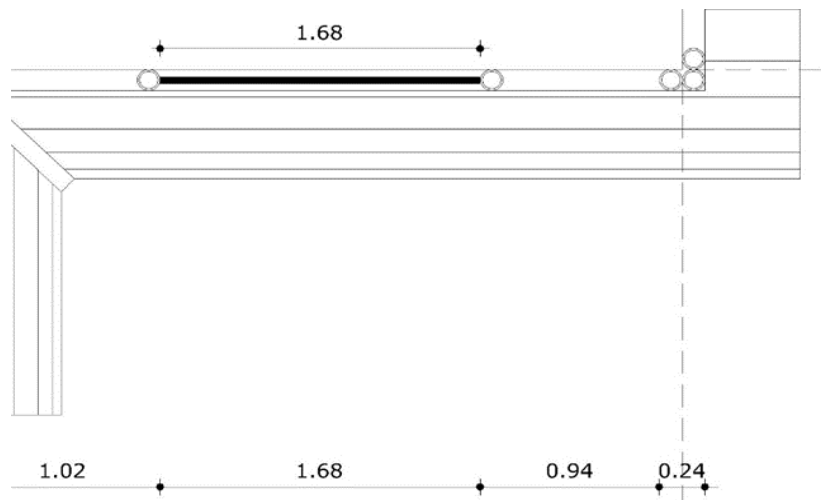


Figura 78. Cotas específicas

3) Nombre de los espacios

Es el nombre que le corresponde a cada área tales como la recámara, sala, cocina, baño, etc. para indicar dónde estarán las instalaciones de agua, luz, gas, teléfono, etc.

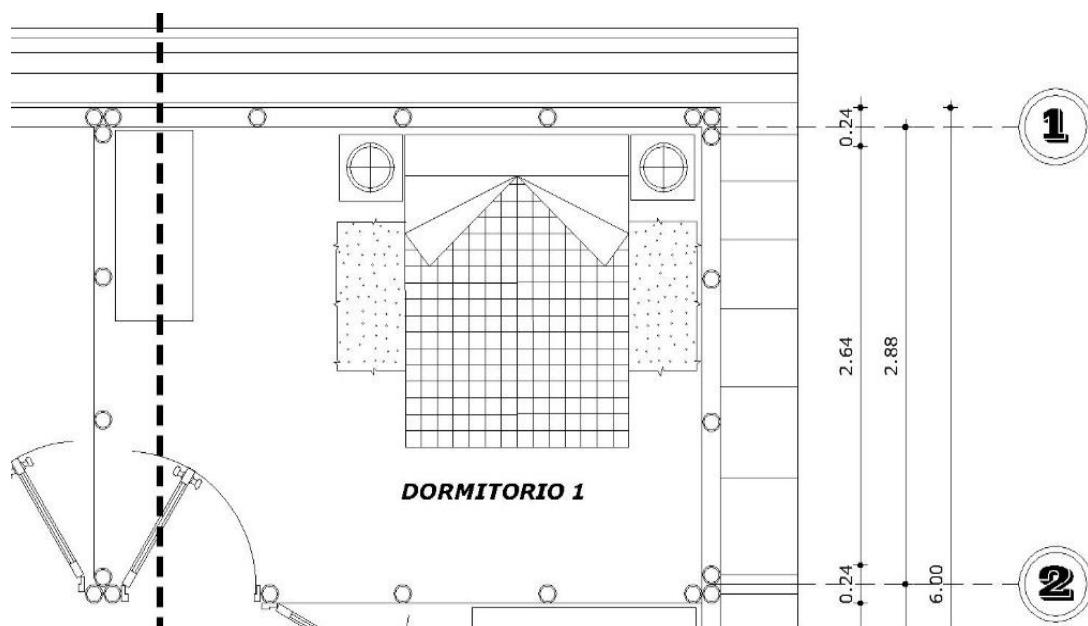


Figura 79. Nombre de los espacios

4) Representación gráfica

Los muros se representan con líneas gruesas.

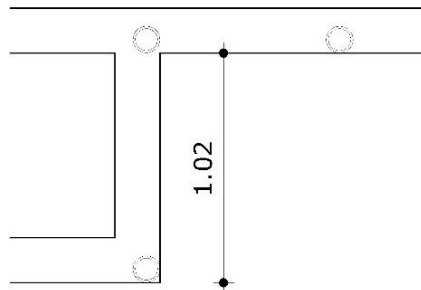


Figura 80. Representación de muros

Las ventanas se representan en 2 líneas delgadas y una gruesa

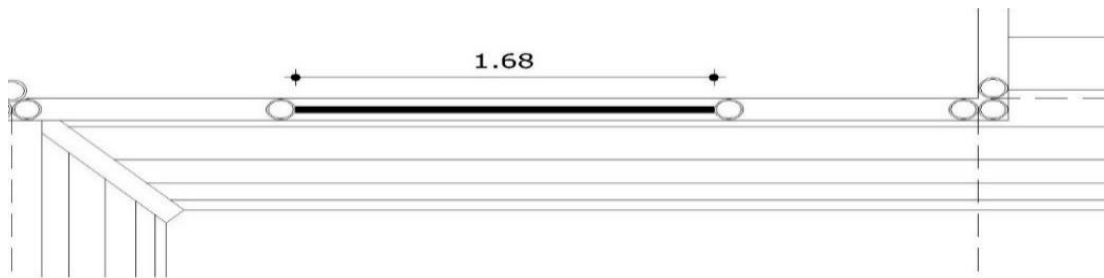


Figura 81. Representación de ventanas

Las puertas se representan con una línea curva e indica el sentido que abre o cierra la puerta.

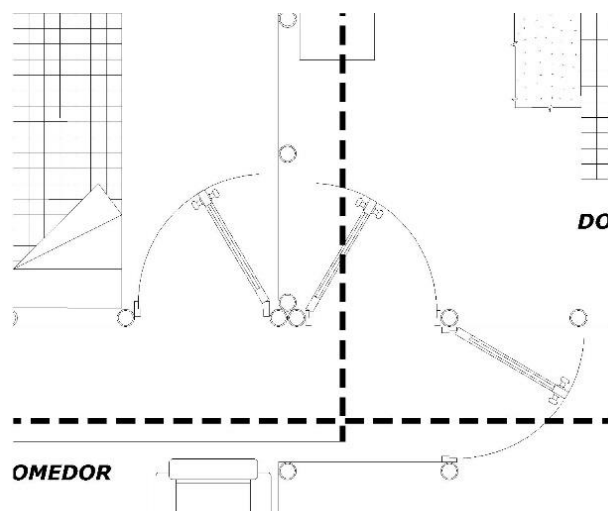


Figura 82. Representación de puertas

5) Tipos de planos

a) Plano Arquitectónico

En este plano se muestran los espacios de la vivienda y su distribución, se dibujaron puertas, ventanas, dormitorios, etc.

Contenido

- Lavandería, Cocina Comedor, Sala, Acera
- 3 dormitorios, 1 baño, 6 puertas, 1 ventana de ventilación y 2 Ventanas de fachada

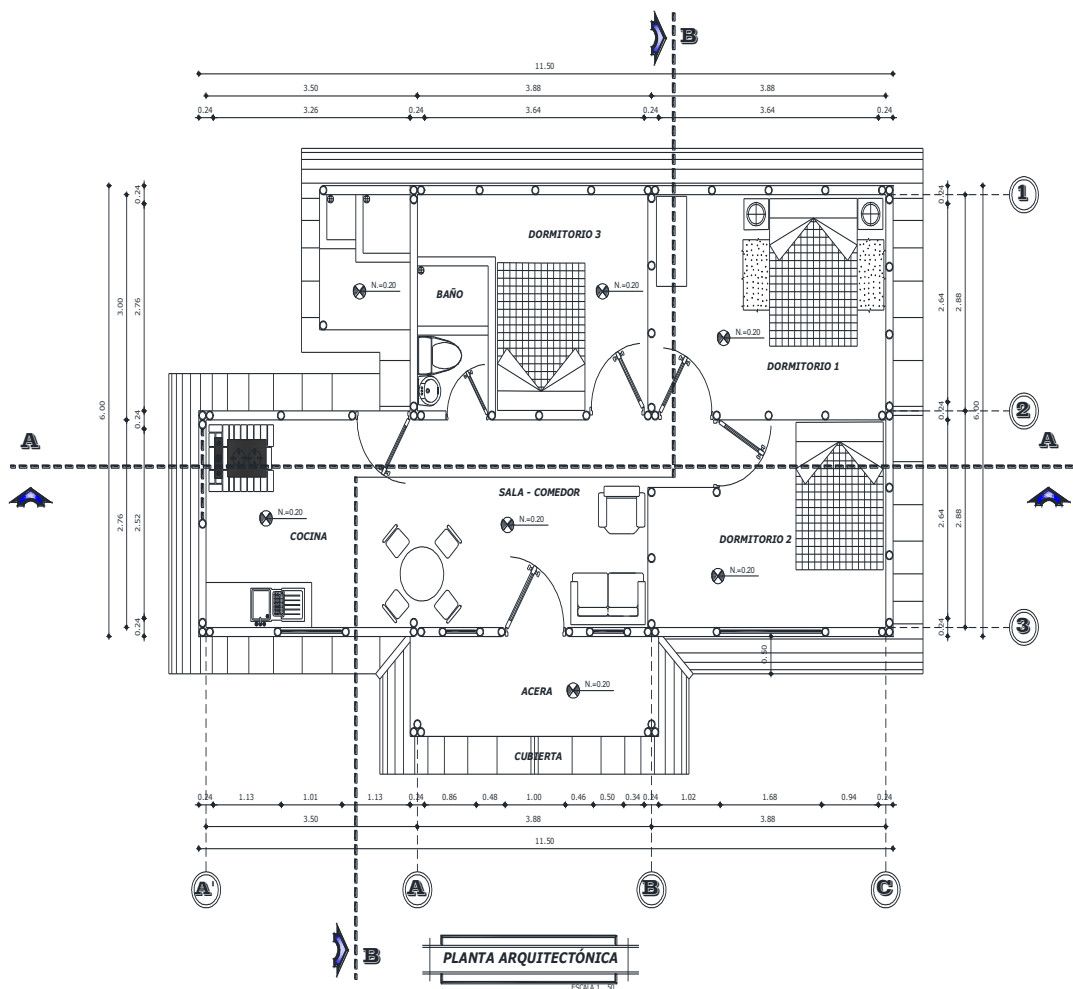


Figura 83. Plano Arquitectónico

b) Planos del Proyecto De Estructuras

En toda edificación y en general en toda construcción el primer plano utilizado es el Plano de cimentaciones, que es el que nos indica donde hacer los trazos de las zanjas, su ancho y profundidad, así como las dimensiones de los sobrecimientos, donde van ubicadas las columnas, el tipo de concreto a utilizar, etc.

Plano de Cimientos

El Plano de cimientos generalmente es un plano en planta, dibujado a escala 1:50 en el que se puede observar:

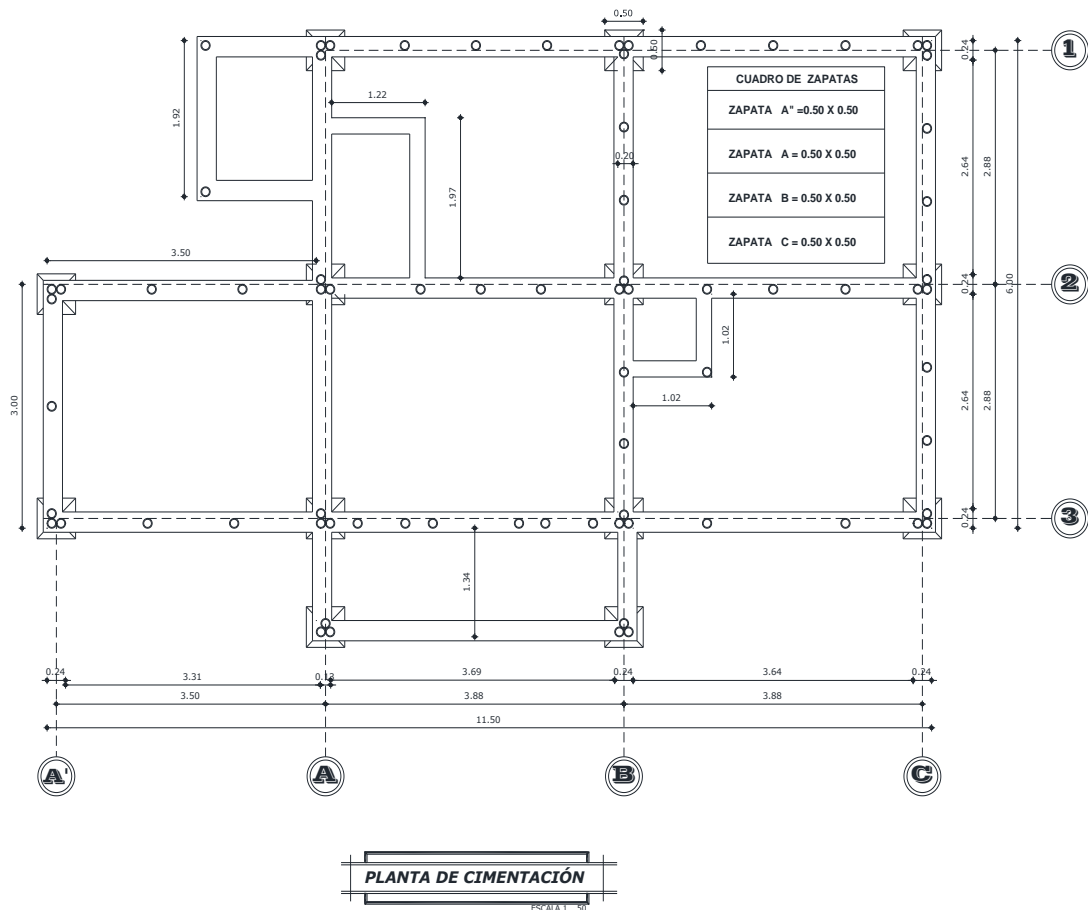


Figura 84. Plano de Cimientos

Cimientos: que están limitadas por una línea gruesa que debe trazarse sobre el terreno con Piola sobre caballetes.

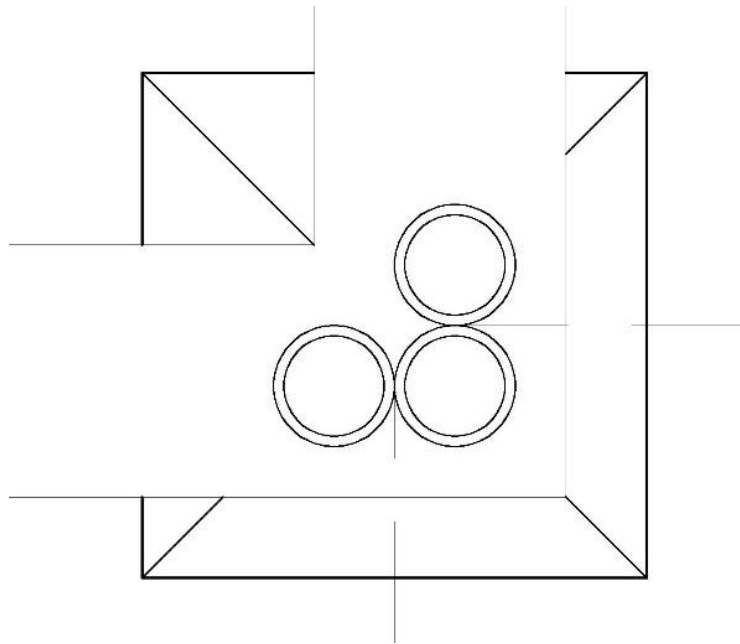


Figura 85. Detalle de un Cimiento

Sobrecimientos: que están dibujados por una línea delgada, dibujada dentro de los cimientos indicando el ancho de la pared que soportará.

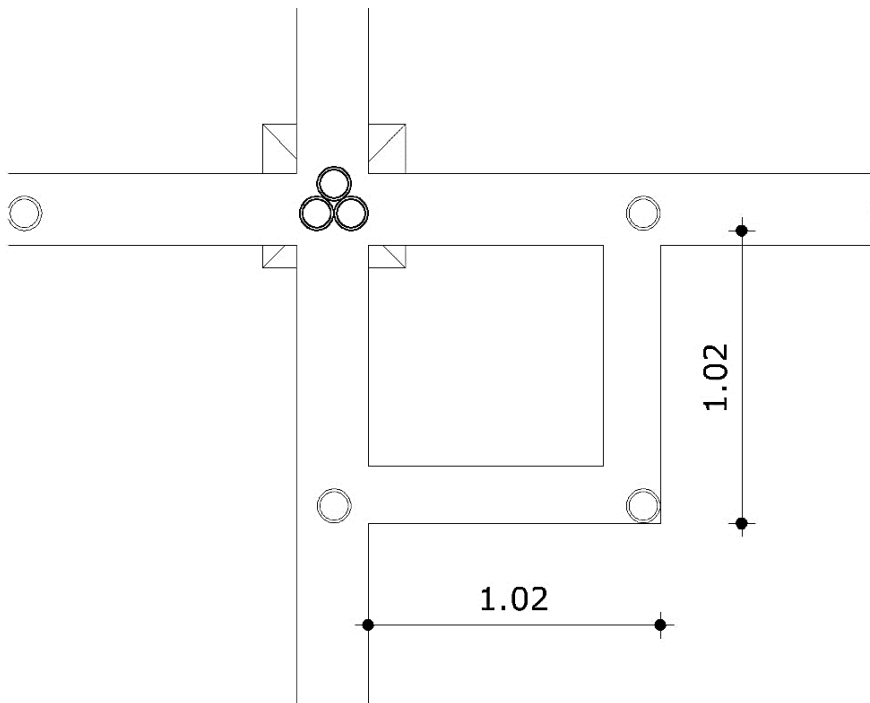


Figura 86. Detalle de un sobrecimiento

Cortes de los cimientos: donde puede observarse la profundidad de la zanja, la altura del sobrecimiento y el fierro, si se ha previsto.

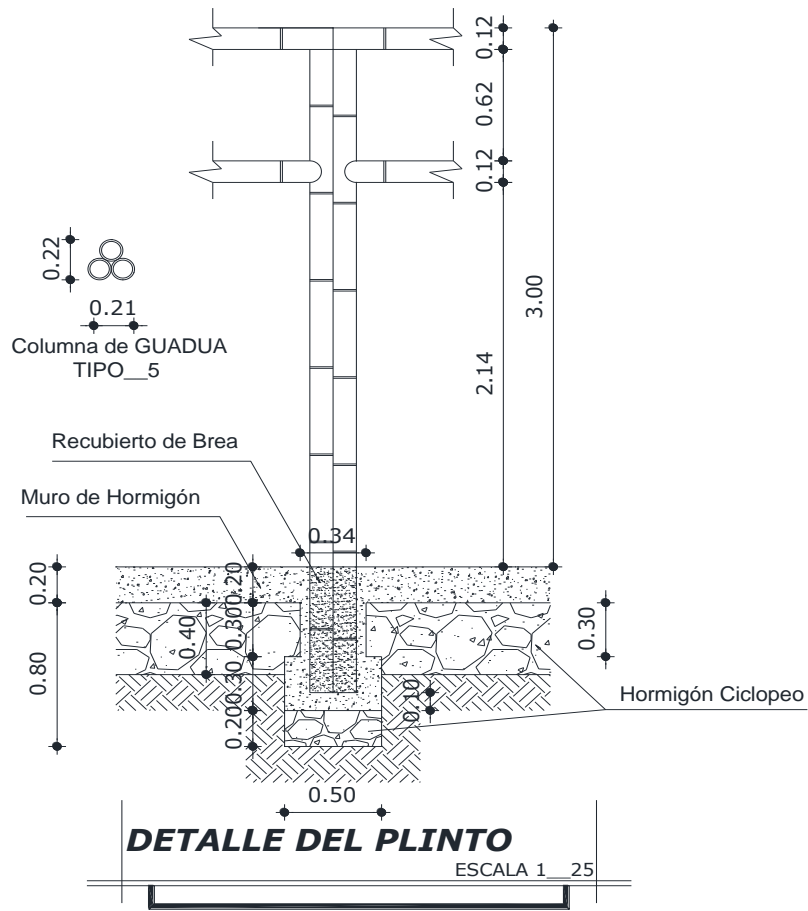


Figura 87. Detalle de un Plinto

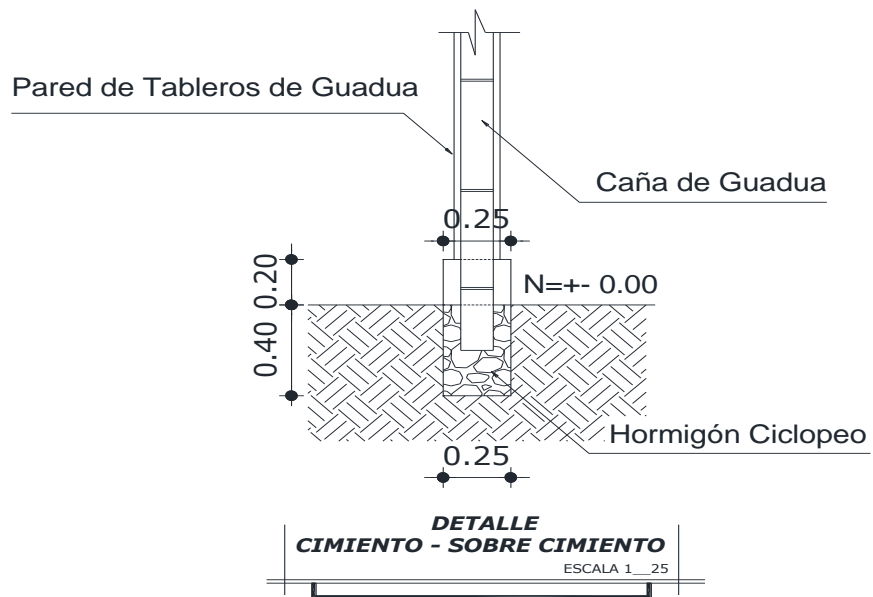


Figura 88. Detalle de una Cadena-Cimiento

Columnas

Que generalmente se encuentran en la intersección de los ejes de los cimientos.

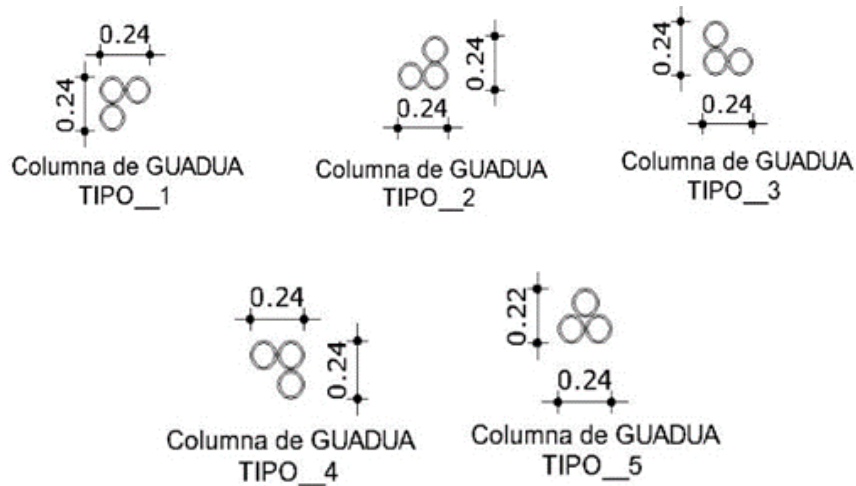


Figura 89. Detalle de una Columna

Zapatas: indicando profundidad, altura, posición de las columnas con guadua, etc.

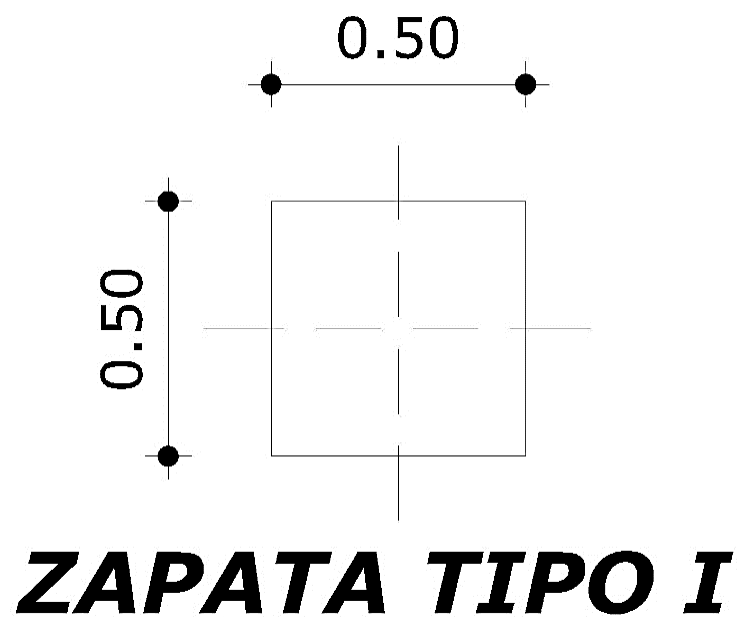


Figura 90. Detalle de una zapata

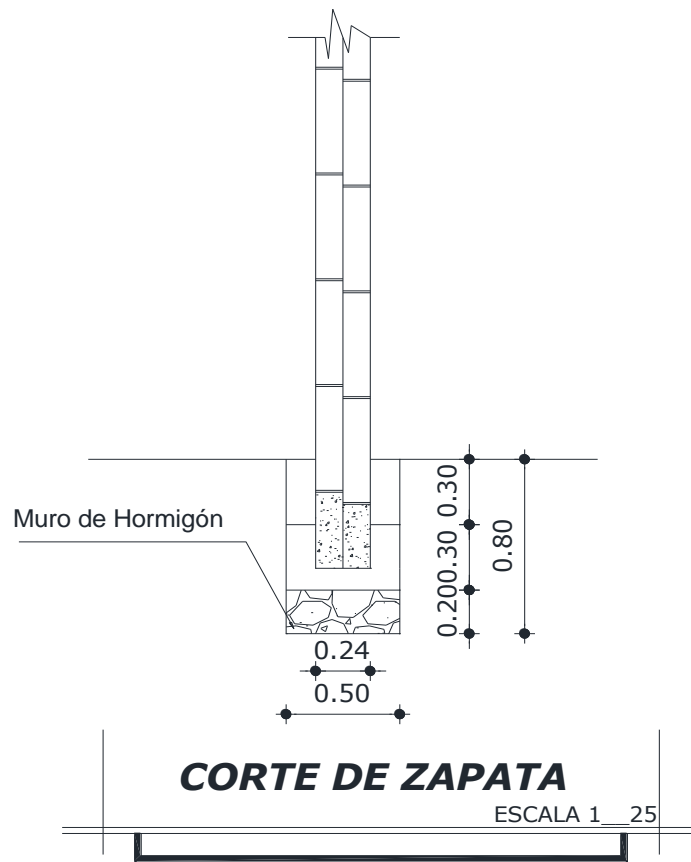


Figura 91. Corte de una zapata

Formas de representación del suelo

A continuación se presenta un detalle de la representación de los distintos tipos de suelo.

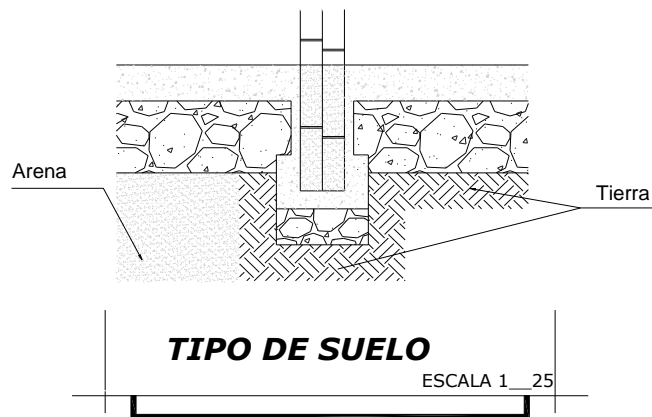


Figura 92. Representación del suelo

c) Plano Electrónico

Las instalaciones eléctricas de la vivienda requieren de cuidado y del análisis detallado y minucioso de las necesidades, para que se garantice que el funcionamiento del sistema sea óptimo y que pueda ser abastecido con suficiente cantidad de energía eléctrica en condiciones de máxima seguridad.

Simbología del dibujo de planos de las instalaciones eléctricas

Cuadro de simbología eléctrica incluye simbología y especificación técnica de los elementos usados.

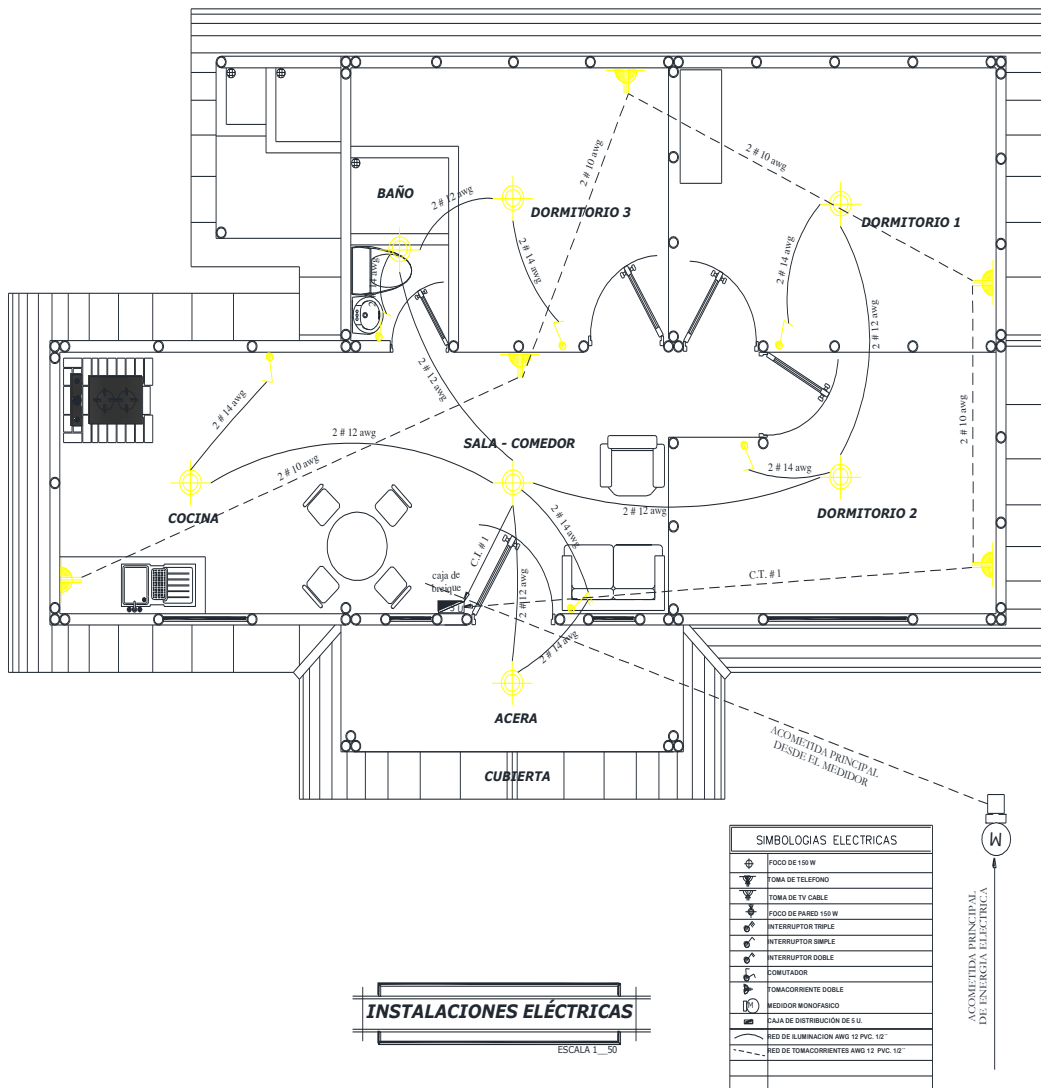


Figura 93. Plano Electrónico

Instalaciones eléctricas: incluye acometida eléctrica y red exterior. La red exterior se refiere a toda aquella instalación especial como iluminación, tomas y otros conceptos que estén incluidos en el diseño.

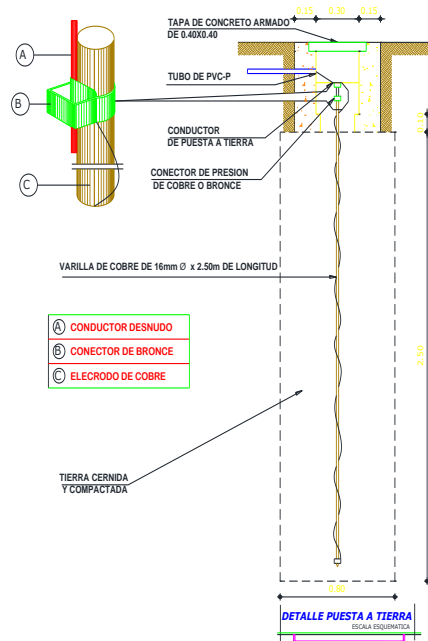


Figura 94. Detalle de conexión a tierra

d) Plano Hidráulico y Sanitario

Las instalaciones sanitarias de la vivienda requieren de cuidado y del análisis detallado y minucioso para que garantice que el funcionamiento del sistema sea óptimo y que pueda ser abastecido con suficiente cantidad de agua a presión.

Tubería de aducción: es la tubería que conduce el agua potable desde el sistema de Filtro de Bio-arena hasta las válvulas de servicio, el tanque cisterna o tanque elevado, según el sistema utilizado.

Simbología del dibujo de planos de las instalaciones Hidráulico y Sanitario

Cuadro de simbología sanitaria incluye simbología y especificación técnica de los elementos usados.

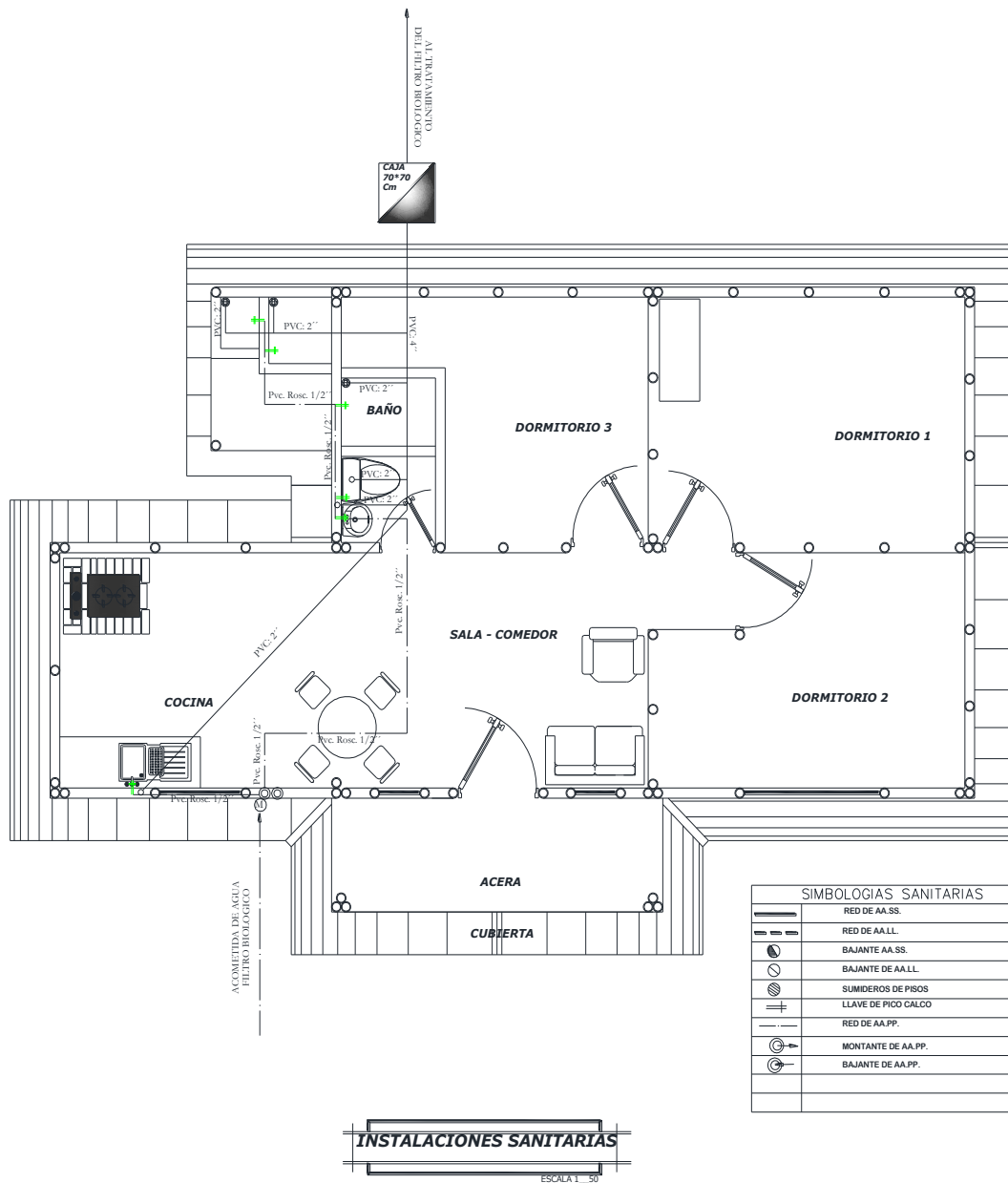


Figura 95. Plano Hidráulico y Sanitario

e) Planta de cubierta.

Este plano debe de contener lo siguiente:

La estructura de cubierta debe conformar un conjunto uniforme que garantice la estabilidad ante cargas laterales y un correcto soporte y distribución de cargas verticales; las cubiertas más empleadas en nuestro medio son las de cuatro y las de dos aguas, estas últimas son más útiles en el área urbana

puesto que los lotes son más limitados, dejando las de cuatro aguas a las casas campestres.

Para que ese tipo de viviendas se recomienda no emplear tejas de barro, las cuales son demasiado pesadas y producen fuerzas mayores que la de tipo liviano al ser aceleradas por el efecto de las ondas sísmicas, en su defecto se deben emplear tejas de asbesto cemento o similares con la ventaja de encontrarse en diversos tamaños, colores y texturas, además de la utilización de menos material puesto que permite ampliar las luces entre correas.

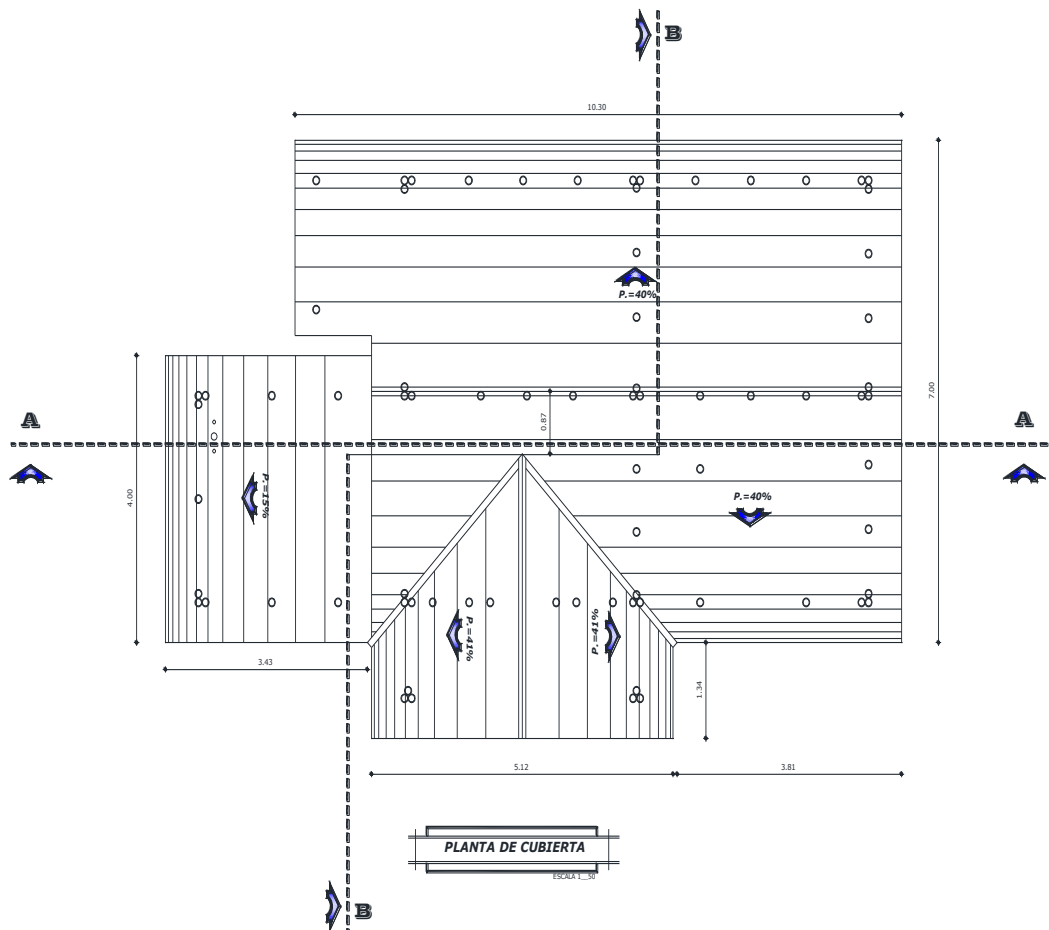


Figura 96. Planta de cubierta

Los detalles en la planta los elementos utilizados en la cubierta, en forma de capas, como ser cielo falso, aislante acústico, aislante térmico, cubierta final.

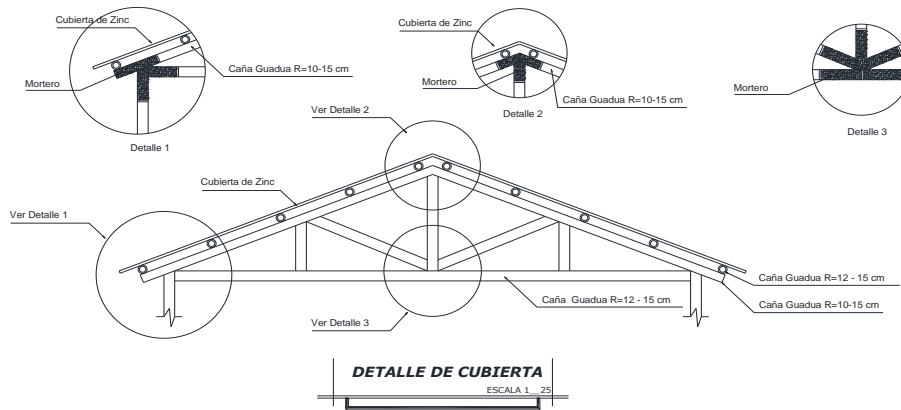


Figura 97. Detalle de la planta de cubierta

f) Fachadas

Son planos paralelos a las paredes de la edificación.

Cotas que indiquen las alturas correspondientes a: vanos de puertas y ventanas, fascias, aleros, batientes, y todo elemento que se encuentre en ellas, acabados etc. El acotado se hará con relación al nivel de piso terminado ± 0.00 , que se determinara al momento del diseño de la terracería, generalmente es el nivel interior de piso terminado del edificio en el primer nivel.



Figura 98. Fachada principal

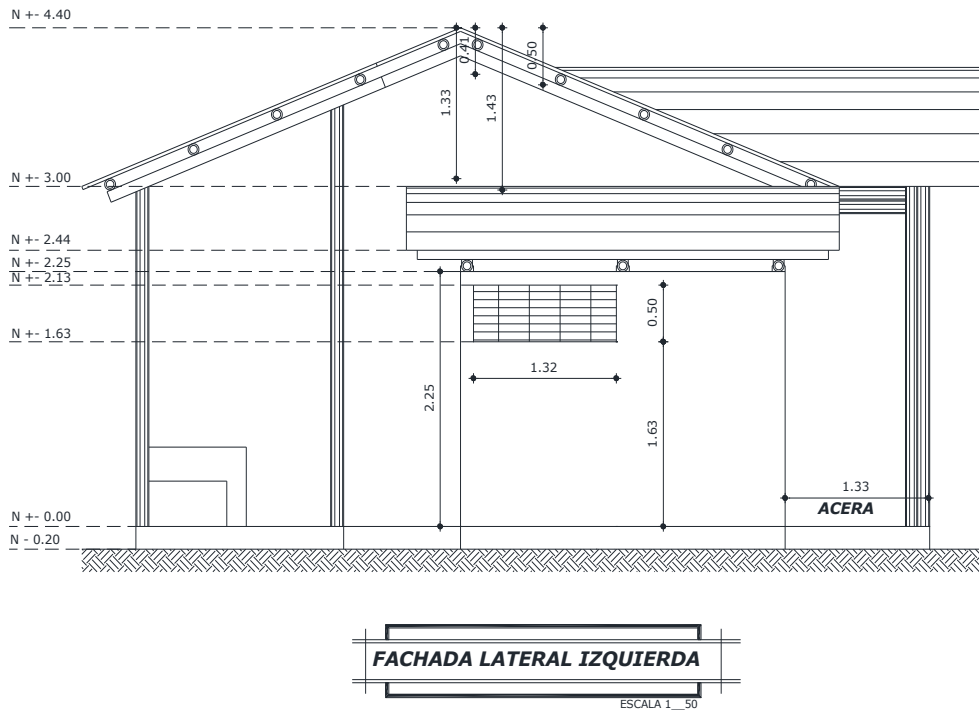


Figura 99. Fachada lateral izquierda

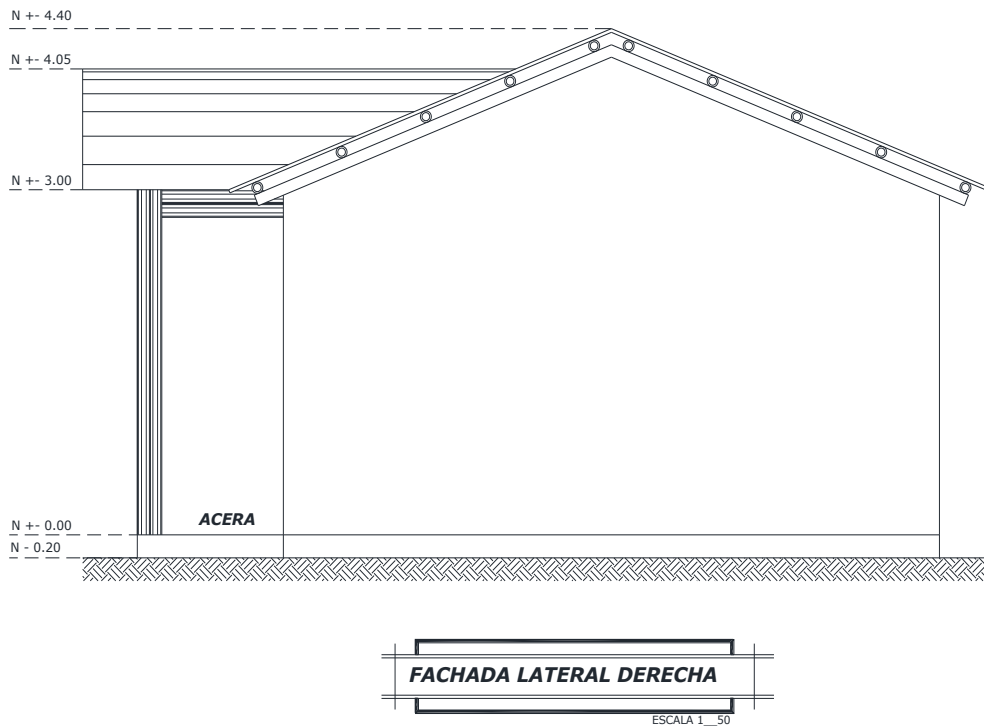


Figura 100. Fachada lateral derecha

g) Cortes

Muchos de los detalles de un diseño pueden quedar en el interior y no pueden ser vistos convenientemente en los planos de fachadas y elevaciones o por las vistas en planta. Los planos de corte nos permiten ver mejor los detalles de un objeto que quedan dentro del diseño.

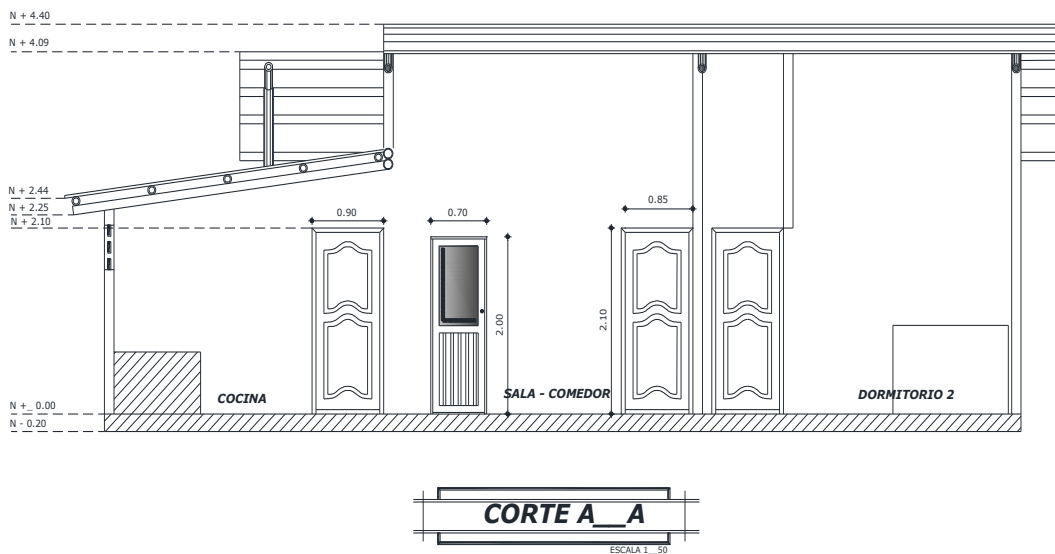


Figura 101. Corte A_A

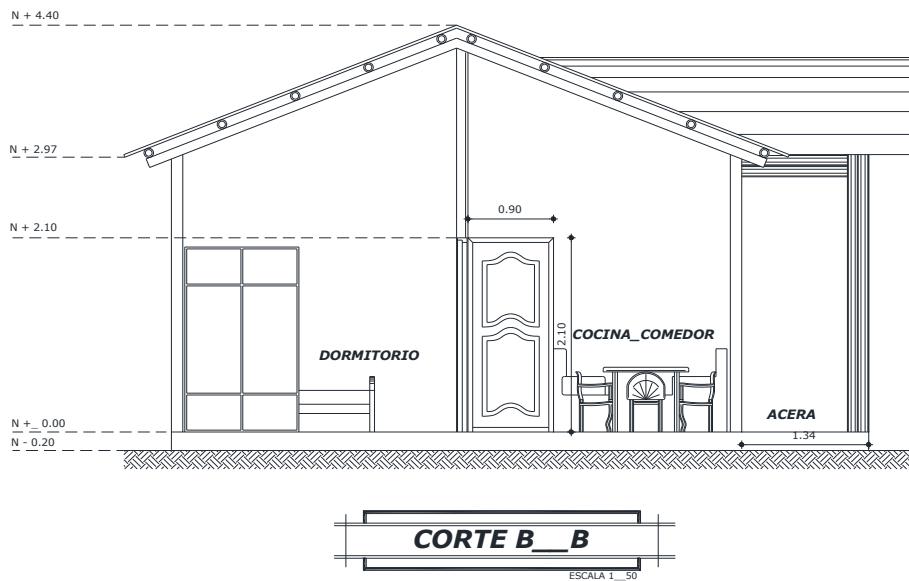


Figura 102. Corte B_B

2.1.2. Presupuesto

Cuadro 1. Presupuesto general de la vivienda ecológica con bambú

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
VIVIENDA ECOLÓGICA					8940,0
TRABAJOS PRELIMINARES					145,5
1	Limpieza y desbroce	m2	68,9	0,38	26,2
2	Replanteo para obras de construcción	m2	64	1,15	73,6
3	Desbanque y nivelación a mano de muros y huecos	m3	3,23	9,25	29,9
4	Relleno compactado con material de excavación	m3	3,23	4,89	15,8
5	CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS				1540,7
6	Replanteo DE Ho. simple 180Kg/cm2 e=10 cm + Empedrado 10cm	m2	3,25	112,78	366,5
7	Hormigón simple en plintos f'c=210 Kg/cm2	m3	0,65	107,79	70,1
8	Hormigón ciclópeo en cimientos de cadenas	m3	2,4	129,26	310,2
9	Hormigón simple en cadenas f'c=210 Kg/cm2 + ENCOFRADO	m3	3,23	146,9	474,5
10	Hormigón simple en cuello de columna f'c=210 Kg/cm2 + encofrado	m3	0,45	200,54	90,2
11	Contrapiso (empedrado e=15cm y H.S. f'c=180 e=5cm)	m3	13,78	16,63	229,2
12	ACERO Y CUBIERTA				307,0
13	Cubierta galvanizada e=0.3mm	m2	87,7	3,5	307,0
14	ACEROS EN GENERAL				613,8
15	Platina 1/2"x1/8"x6mts	m	64	5	320,0
16	Pernos 5"	Kg	75	2,45	183,8
17	Pernos para zinc	u	220	0,5	110,0
18	REVESTIMIENTOS				2505,8
19	Meson de cocina e=5cm a=0.60 Ho.So = 210Kg/cm2	ml	1,05	35,31	37,1
20	Enlucido vertical y filos tipo 1:3	m2	0,324	9,29	3,0

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
21	Pintura de caucho	m2	22,27	3,16	70,4
22	Cerámica antideslizante en baños	m2	2,26	25,27	57,1
23	Caja revisión	U	1	89,3	89,3
24	Enlucido de bambú de Ho.So. e=5cm	m2	213	9,33	1987,3
25	Mampostería de bloque de Ho.So. e=8cm	m2	22,27	11,75	261,7
26	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				403,3
27	Inst. eléctrica de luz	pto	8	20,72	165,8
28	Inst, eléctrica tomacorriente doble	pto	5	13,39	67,0
29	Inst. eléctrica de luz	pto	5	20,72	103,6
30	Inst, eléctrica tomacorriente doble	pto	5	13,39	67,0
31	INSTALACIONES Sanitarias				256,1
32	Sum.inst.tubería PVC desagüe tipo B d=2"	Pto	5	15,04	75,2
33	sum.inst.tubería PVC desagüe tipo B d=4"	Pto	1	17,72	17,7
34	Rejilla de piso d=2"	U	1	4,2	4,2
35	Sum.Inst. de agua fría d=1/2"	Pto	4	16,91	67,6
36	Sum.inst.de Inodoro blanco económico	U	1	50,57	50,6
37	Sum, inst.de lavamanos blanco económico	U	1	20,57	20,6
38	Sum,inst, de Ducha sencilla	U	1	11,52	11,5
39	Sum.inst. llave cortadora d=1/2"	U	1	8,71	8,7
40	OTROS ELEMENTOS				3167,9
42	Sum. Inst. Lavaplatos un pozo (acero inoxidable)	U.	1	45,64	45,6
43	sum.inst.Puer.Alum.vidr.cat.4mm.0.70x2+rev.al.90cm	U	1	95,93	95,9
44	Puerta de madera de 2 m x 0,9 m	U	6	125	750,0
45	Sum. Inst. Lavaplatos un pozo (acero inoxidable)	U.	1	45,64	45,6
46	Sum.inast.Ventana aluminio+vidrio e=4mm	m2	6,52	45,93	299,5
47	Bambú 8 m de longitud Ø= 12 cm	u	66	10	660,0
48	Bambú 6 m de longitud Ø= 12 cm	u	42	7,5	315,0
49	Malla galvanizada	m2	213	1,25	266,3

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
50	Tabla de guadua Machacada de 6 m x 0,35 m de ancho	U	92	7,5	690,0
SISTEMAS ACTIVOS					
	Filtro lento de bioarena				554,75
51	Limpieza y desmonte	m2	2,3	0,38	0,87
52	Excavación a mano	m3	2,44	7,58	18,49
53	Grava y Arena	m3	1,26	15	18,9
54	Fundas de cemento de 50 Kg Rocafuerte	u	9	8,5	76,5
55	Hormigón ciclópeo	m3	2,44	119,26	290,99
56	Replanteo DE Ho. Simple 180Kg/cm2 e=10 cm + Empedrado 15cm	m3	0,37	112,78	41,72
57	Tubo de 2"	U	1	15	15
58	Tubo PVC de 1/2"	U	1	11,5	11,5
59	Válvula de 1/2" de cobre	U	1	12	12
60	Varilla de hierro de 10mm	U	11,5	1	11,5
61	Tabla		10	2,5	25
62	Clavos	Kg	1	0,75	0,75
63	Puntales	U	10	1,2	12
64	Piedra	m3	0,15	15	2,25
65	Grava de drenaje	m3	0,15	52,6	7,89
66	Grava de separación	m4	0,15	52,6	7,89
67	Arena de filtración	m3	0,15	10	1,5
	Concina mejorada				245,83
68	ladrillos de barro cocido de 9x10x29 cm	U	180	0,35	63
69	Cemento de 50 Kg	U	2	8,5	17
70	Arena cernida	m3	0,27	15	4,05
71	Arcilla o barro	m3	0,13	7,5	0,97
72	Baldosa	m3	3	25,27	75,81

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
73	Plancha de hierro fundido de 60x40 cm	m2	1	21	21
74	Deslizaderas	u	2	15	30
75	Compuertas 32x30 cm	u	2	17	34
	Filtro biológico				454,86
76	Limpieza	m2	4,4	0,38	1,67
77	Excavación a mano	m3	3,22	7,58	24,4
78	Enlucido	m2	9,14	9,33	85,27
79	Mampostería de bloque de Ho.So. e=8cm	m2	9,14	11,75	107,39
80	Replanteo DE Ho. Simple 180Kg/cm2 e=10 cm + Empedrado 15cm	m3	0,22	112,78	24,81
81	Replanteo y nivelación	m2	4,4	1,15	5,06
82	Bloques de 15x20x40 cm	u	100	0,28	28
83	Sacos de cemento	Kg	400	0,18	72
84	Arena cernida	m1	0,54	15	8,1
85	Ripio	m2	0,7	15	10,5
86	Arena fina	m3	0,2	15	3
87	Hierro de 10 mm	u	2	11,5	23
88	Tubos PVC de 2"	u	2	15	30
89	Te de PVC de 2" para drenaje	u	2	6,83	13,66
90	Codos de PVC para drenaje de 2"	u	4	4,5	18
	Pozo de compost				246,24
91	Limpieza a mano	m2	17,5	0,38	6,65
92	REPLANTILLO DE Ho. SIMPLE 180Kg/cm2 e=10 cm + EMPEDRADO 15cm	m3	0,5	112,78	56,39
93	guaduas de 6 m de 12 cm de diámetro	u	10	7,5	75
94	Cubierta galvanizada e=0.3mm	m2	17,5	3,3	57,8
95	Clavos para zinc	Kg	1	2,5	2,5
96	Piedra	m3	0,03	15	0,45

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
97	Arena y grava	m4	0,5	15	7,5
98	Cemento de 50 Kg	Kg	200	0,18	36
99	Brea	Kg	1	0,8	0,8
100	Diésel	lt	4	0,8	3,2
	Biohuerto familiar				86,63
101	Limpieza a mano	m2	20,1	0,38	7,63
102	Guaduas de 6 m de 12 cm de diámetro	u	4	7	28
103	Arena y grava	m3	0,5	15	7,5
104	Fundas de cemento de 50 Kg	Kg	150	0,18	27
105	Malla galvanizada	m	15,6	0,75	11,7
106	Brea	Kg	1	0,8	0,8
107	Diésel	lit	4	0,8	3,2
108	Clavo de 1/2"	Kg	1	0,8	0,8
	Granja de gallinas y cuyes				903,95
109	Limpieza a mano	m2	28	0,38	10,64
110	tablas de 3 cm de espesor	u	10	5	50
111	Replanto DE Ho. SIMPLE 180Kg/cm2 e=10 cm + Empedrado 15cm	m3	3,56	112,78	401,49
112	guaduas de 6 m Ø= 12 cm	u	20	7,5	150
113	Listones de 3m de 5x5 cm	u	2	1,15	2,3
114	Clavos de 2 1/2"	Kg	1	1,6	1,6
115	Clavos de 1 1/2 "	Kg	1	1,5	1,5
116	Cubierta galvanizada e=0.3mm	m2	28	3,3	92,4
117	Clavos para zinc	Kg	2	2,5	5
118	Malla galvanizada	m2	15,7	0,75	11,77
119	Piedra	m3	2,7	15	40,5
120	Arena y grava	m3	1,65	15	24,75
121	Cemento de 50 Kg	Kg	600	0,18	108

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
122	Brea	Kg	1	0,8	0,8
123	Diésel	lit	4	0,8	3,2
	Calentador solar				35,75
124	Tubería de cobre	m	14,2	2	28,4
125	Tabla preparada	u	1	4,5	4,5
126	PINTURA DE CAUCHO 3/8	u	1	2	2
127	Diluyente	lit	1	0,85	0,85
128	codos de PVC de ½"	U	4	0,35	1,4
129	Clavos de ½"	Kg	1	0,8	0,8
Costo de la vivienda ecológica					11869,5

Fuente: El Autor

El costo de la vivienda ecológica más los sistemas activos que la conforman es \$ 11869,5 para un periodo de vida útil de 20 años, los rubros o costos que se tomaron en cuenta para el cálculo del presupuesto de la vivienda fueron tomados de proyectos que se desarrollan en el cantón Yantzaza, como también de los proveedores de materiales.

2.2. Sistemas activos en el funcionamiento de la vivienda ecológica

2.2.1. Filtro lento de Bioarena

El filtro bioarena es una adaptación del filtro de arena lento tradicional que permite construirlo a pequeña escala y puede ser operado de manera intermitente. Estas modificaciones hacen que el filtro sea una buena opción para uso a nivel domiciliario o para pequeños grupos. Puede ser producido localmente en cualquier sitio del mundo porque se construye con materiales fáciles de conseguir.

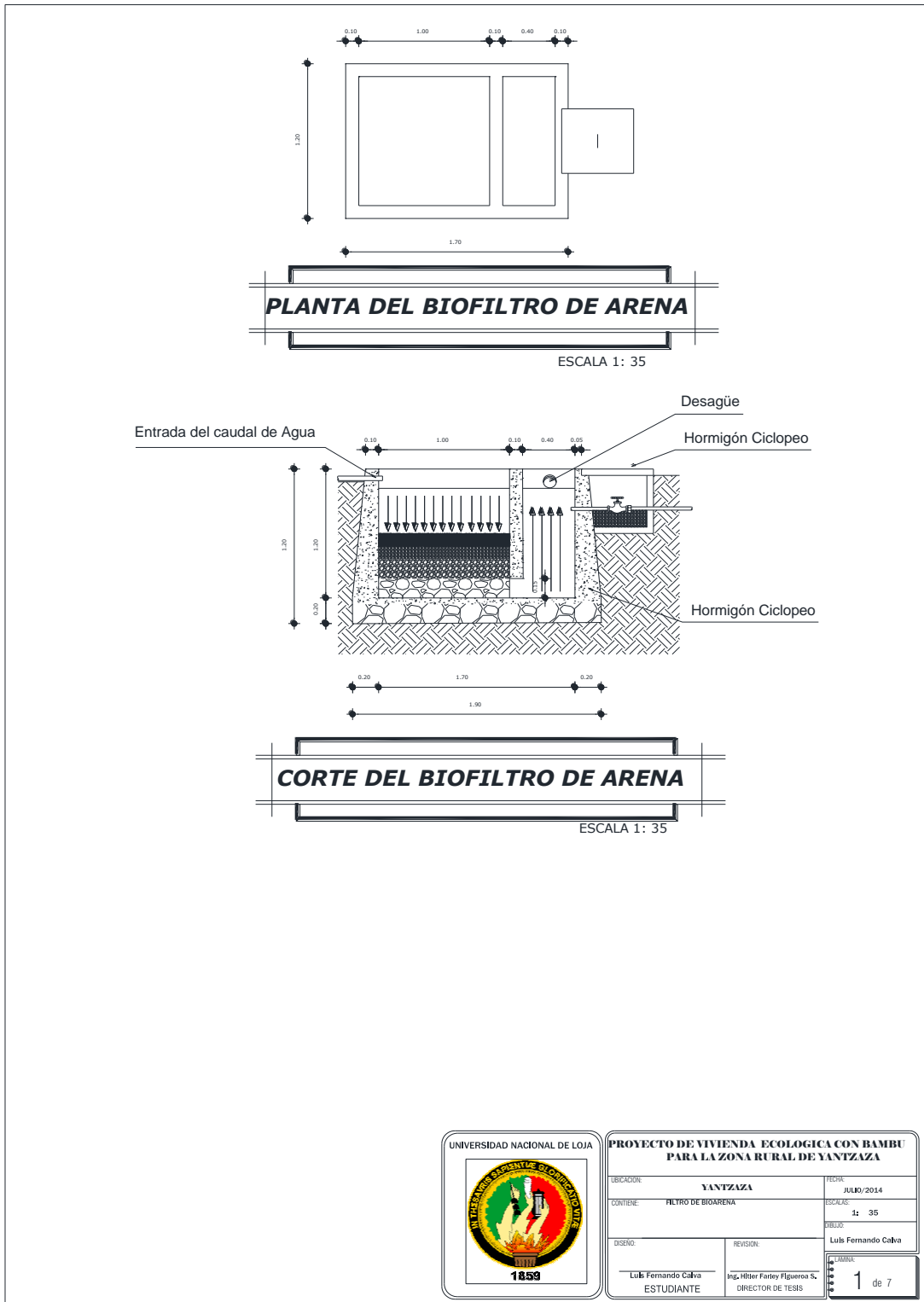


Figura 103. Detalle del filtro de bioarena propuesto

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</p> <p>1859</p>	PROYECTO DE VIVIENDA ECOLÓGICA CON BAMBU PARA LA ZONA RURAL DE YANTAZA			
	UBICACION:	YANTAZA	FECHA:	JULIO/2014
	CONTIENE:	FILTRO DE BIOARENA	ESCALAS:	1: 35
	DISENO:	Luis Fernando Calva	REVISOR:	Luis Fernando Calva
	Luis Fernando Calva ESTUDIANTE	Ing. Hilder Farley Figueroa S. DIRECTOR DE TESIS	CAMADA:	1 de 7

Cuadro 2. Descripción del filtro lento de bioarena

NOMBRE	
Filtro lento de bioarena	
FUNCIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar el contenido orgánico (partículas pequeñas y grandes) - Mejorar la salubridad del agua - Se recomienda ubicarlo en la parte alta en relación a la ubicación de la vivienda 	
MATERIALES	MANO DE OBRA
<ul style="list-style-type: none"> - Cemento - Grava fina y gruesa - Piedra - Clavos - Tabla 	1 Maestro albañil, 1 oficial
	HERRAMIENTAS
	<ul style="list-style-type: none"> - SERRUCHO - Martillo - Pala - Escuadra - Flexómetro - Piola - Nivel - Plomada - Codal - Carretilla - Tiza
	TIEMPO DE EJECUCIÓN
3 jornadas de 8 horas cada una para la ejecución de un módulo de 1,70 x 1,20 cm	
MANTENIMIENTO	
<ul style="list-style-type: none"> - Revisión, mensual para la limpieza de malezas alrededor del biofiltro - Realizar cambios semestrales de la arena que contiene el biofiltro, para que su proceso de filtración no sea demasiado lento 	
OBSERVACIONES	
No utilizar pesticidas para la eliminación de malezas, es recomendable utilizar herramientas como el machete	

Fuente: El Autor

2.2.2. Cocina Mejorada

Una Cocina mejorada es una cocina que tiene dos hornallas, una cámara de combustión lugar donde arde la leña, una trampa de ceniza y una chimenea que saca el humo fuera de nuestra cocina.

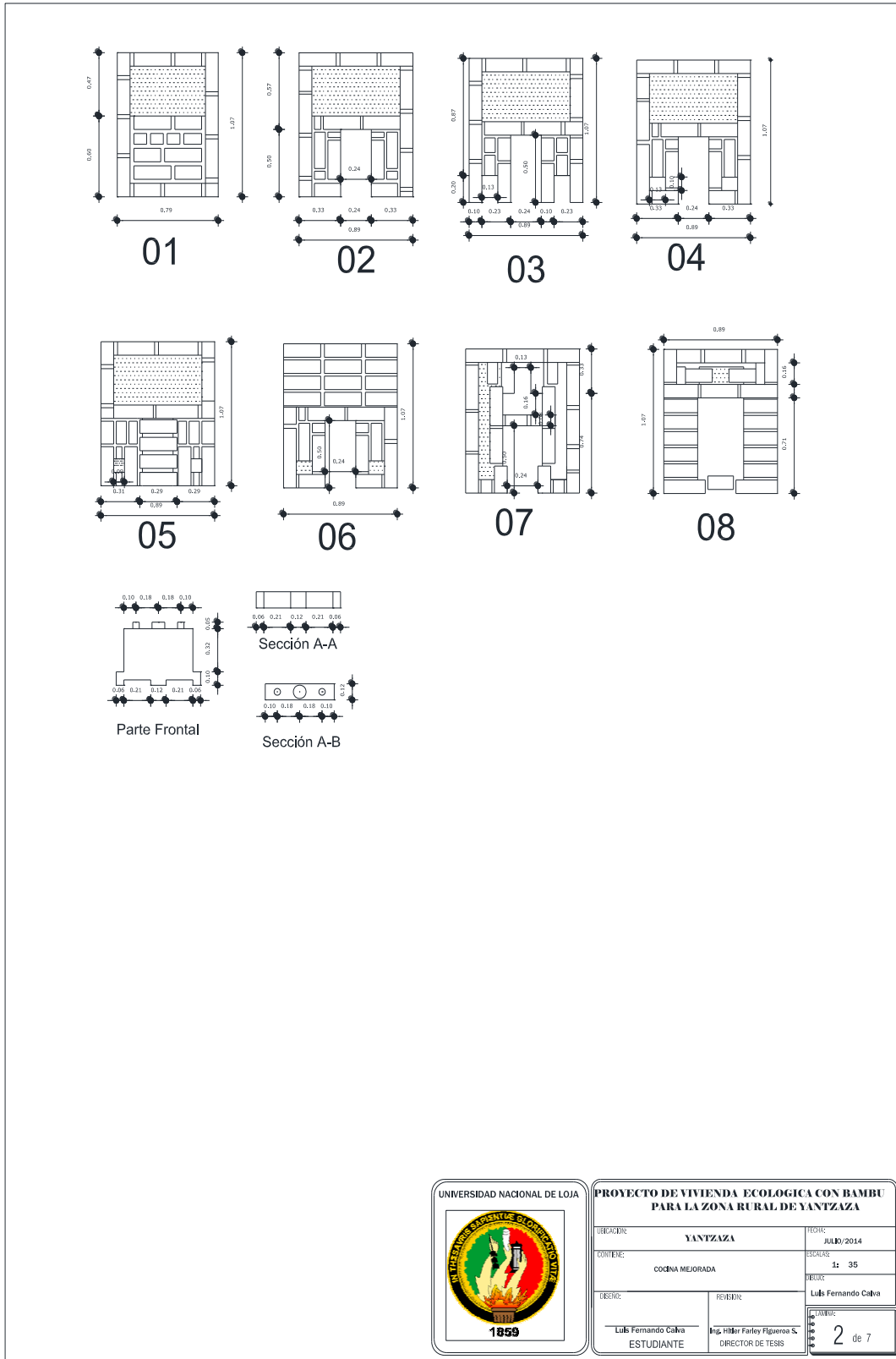


Figura 104. Detalle de la cocina mejorada propuesto

Cuadro 3. Descripción de la cocina mejorada

NOMBRE	
Cocina mejorada	
FUNCIÓN	
- Disminuir la propagación de CO ₂ en el interior de la vivienda	
MATERIALES	MANO DE OBRA
<ul style="list-style-type: none"> - 2 Sacos de cemento - 4 sacos de arena fina - 180 Ladrillos - Tabla - Plancha de hierro fundido - 2 compuertas - 2 deslizaderas 	1 Maestro albañil, 1 oficial
	HERRAMIENTAS
	<ul style="list-style-type: none"> - Serrucho - Martillo - Pala - Escuadra - Flexómetro - Piola - Nivel - Plomada - Codal - Carretilla - Tiza
	TIEMPO DE EJECUCIÓN
1 jornada de 8 horas para la ejecución de un módulo de 0,89 x 1,07 cm	
MANTENIMIENTO	
- Eliminar los residuos de ceniza	
OBSERVACIONES	
<ul style="list-style-type: none"> - Mantener cerrada la cocina cuando no se use - No use ollas en mal estado 	

Fuente: El Autor

2.2.3. Filtro biológico para aguas residuales

El filtro biológico es un sistema destinado a la depuración de las aguas residuales de la vivienda. El proceso consiste en la recolección del agua a través de un sistema de conexión de tuberías al interior de la vivienda, luego pasa por la caja de revisión, la trampa de grasa y finalmente por el filtro de grava, arena y tierra los cuales a través de un proceso de filtración quedarán todos los residuos atrapados y servirán para que las plantas se alimenten de los nutrientes.

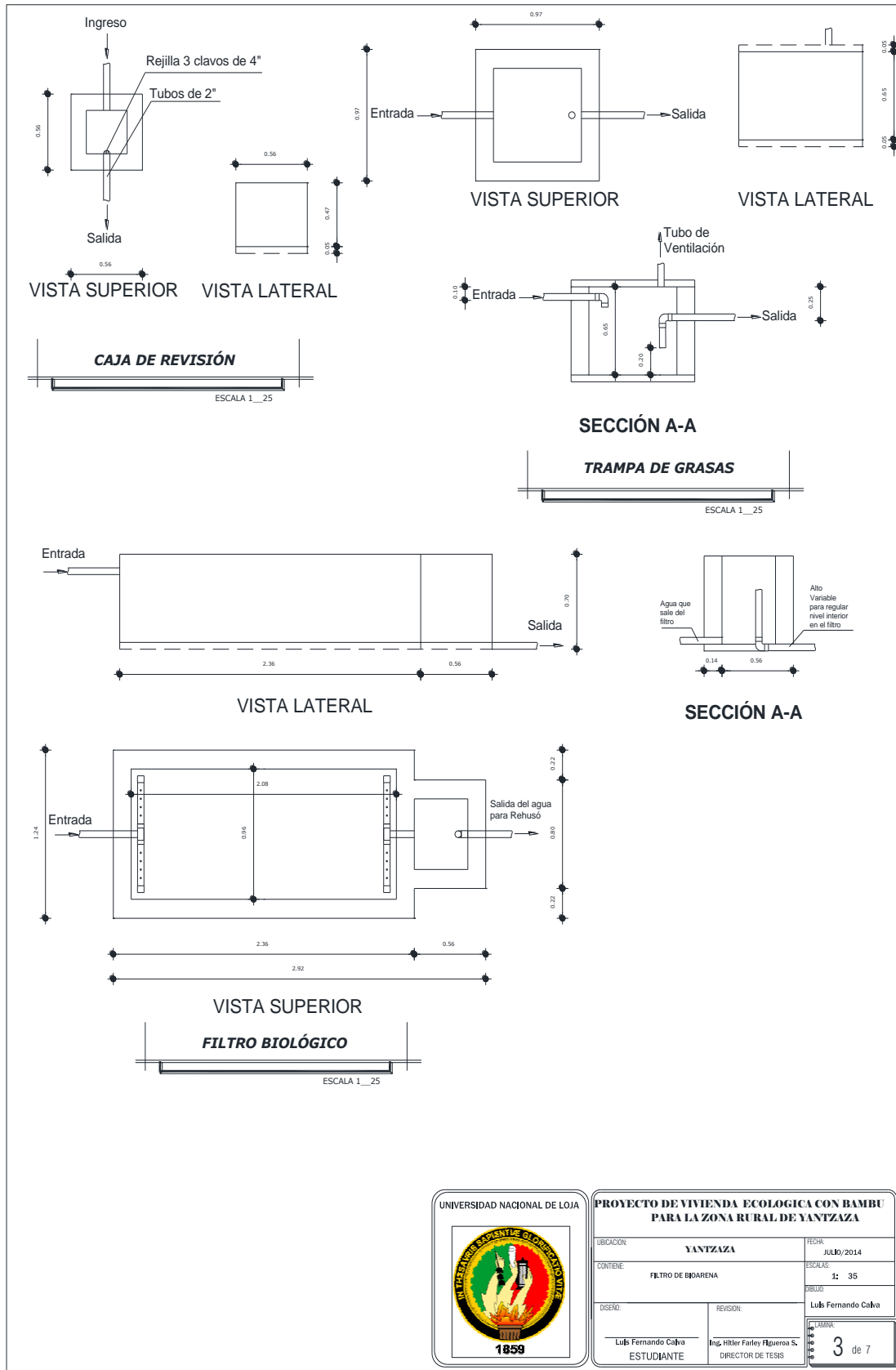



Figura 105. Filtro biológico para aguas residuales

		PROYECTO DE VIVIENDA ECOLOGICA CON BAMBU PARA LA ZONA RURAL DE YANTAZA	
UBICACION:	YANTAZA	FECHA:	JULIO/2014
CONTIENE:	FILTRO DE BIOPARENA	ESCALAS:	1: 35
DISEÑO:		DIBUJO:	Luis Fernando Calva
ESTUDIANTE:	Luis Fernando Calva	DIRECTOR DE TESIS:	Ing. Hitler Farley Higueroa S.
		PAGINA: 3 de 7	

Cuadro 4. Descripción del Filtro biológico para aguas residuales

NOMBRE	
Filtro biológico para aguas residuales	
FUNCIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> - Depurar las aguas residuales generadas - Disminuir la contaminación ambiental a vertientes de agua 	
MATERIALES	MANO DE OBRA
<ul style="list-style-type: none"> - Cemento - Grava fina y gruesa - Piedra - Clavos - Tabla - Tubos PVC - Plantas 	1 Maestro albañil, 1 oficial
	HERRAMIENTAS
	<ul style="list-style-type: none"> - SERRUCHO - Martillo - Pala - Escuadra - Flexómetro - Piola - Nivel - Plomada - Codal - Carretilla - Tiza
	TIEMPO DE EJECUCIÓN
5 jornadas de 8 horas cada una para la ejecución de un módulo de 2,92 x 0,80 cm	
MANTENIMIENTO	
<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de la maleza alrededor del biofiltro - Revisión y limpieza del tanque de las trampa de grasas 	
OBSERVACIONES	
<ul style="list-style-type: none"> - Es recomendable que las personas utilicen jabones y detergentes biodegradables para su uso personal. 	

Autor: Luis Calva

2.2.4. Terma Solar para Agua Caliente

Un calentador solar se usa con el fin de aprovechar la energía solar, la cual que es gratis y no es aprovechada adecuadamente. Además esta energía es limpia, es decir, no produce contaminantes ni daña el medioambiente como lo hacen los hidrocarburos

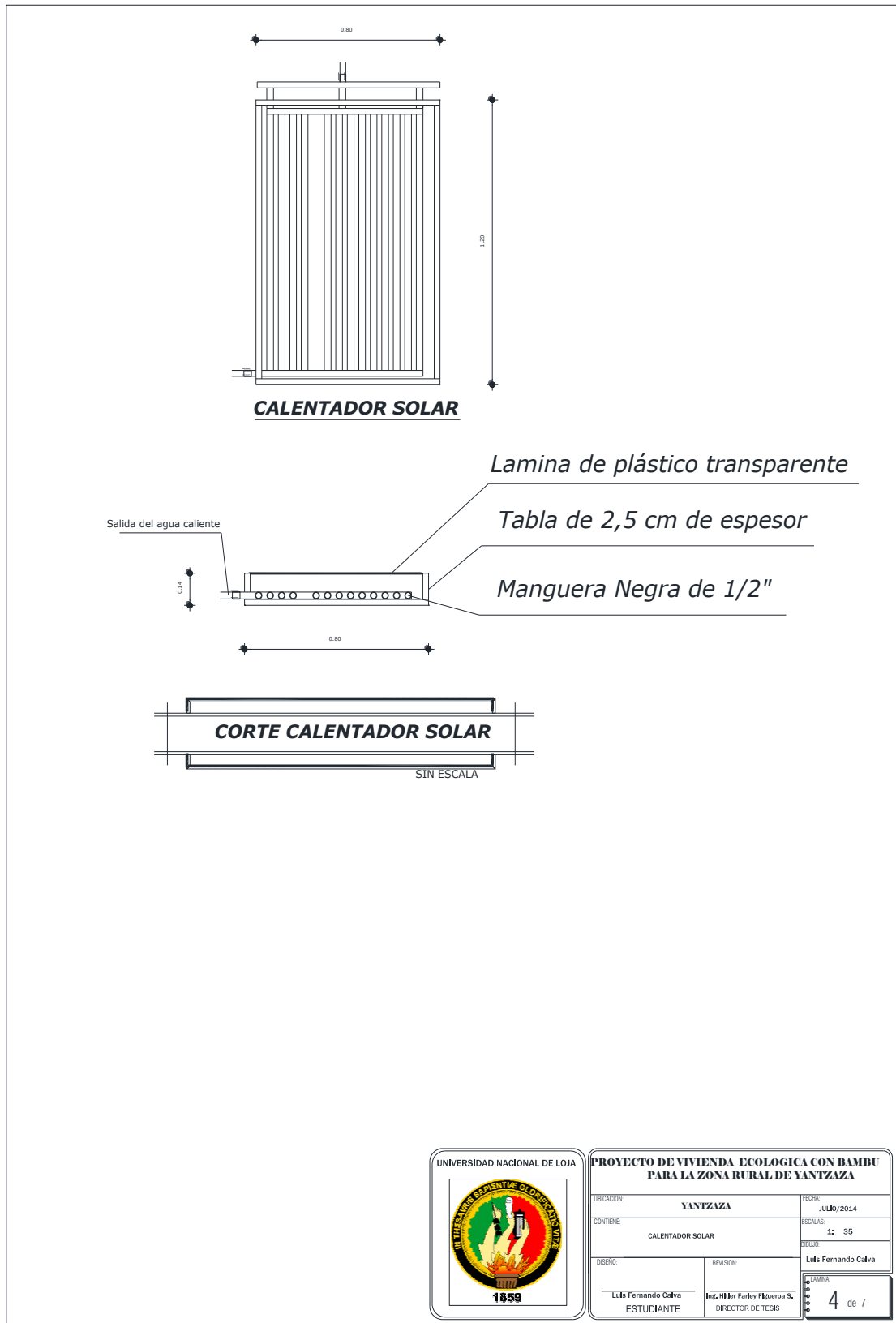


Figura 106. Calentador Solar

Fuente: MOFFIN, s. f.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		PROYECTO DE VIVIENDA ECOLOGICA CON BAMBU PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA	
			FECHA: Julio/2014
		LUGAR: YANTZAZA	ESCALA: 1: 35
		CONTIENE: CALENTADOR SOLAR	DISEÑADO: Luis Fernando Calva
DISEÑO: Luis Fernando Calva ESTUDIANTE	REVISIÓN: Ing. Hilario Fajardo Figueroa Sr. DIRECTOR DE TESIS	PÁGINA: 4 de 7	

Cuadro 5. Descripción del calentador solar

NOMBRE	
Calentador Solar	
FUNCIÓN	
- Transferir calor al agua	
MATERIALES	MANO DE OBRA
<ul style="list-style-type: none"> - Clavos - Tabla - Manguera ½" - Balde 20 litros - Codos de ½" PVC 	1 Fontanero
	HERRAMIENTAS
	<ul style="list-style-type: none"> - SERRUCHO - Martillo - Escuadra - Taladro - Playa - Sierra
	TIEMPO DE EJECUCIÓN
	1 jornada de 8 horas para la ejecución de un módulo de 1,20 x 0,80cm
MANTENIMIENTO	
Revisión del tanque de almacenamiento	
OBSERVACIONES	
Su uso es exclusivamente cuando hay luz solar	

Autor: Luis Calva

2.2.5. Biohuerto familiar

Mejorar la calidad alimentaria de las familias en especial ayudará a los niños a introducir en su dieta diaria las verduras. Asimismo fomentar la producción de todo tipo hortalizas en el biohuerto familiar de acuerdo a la zona altitudinal.

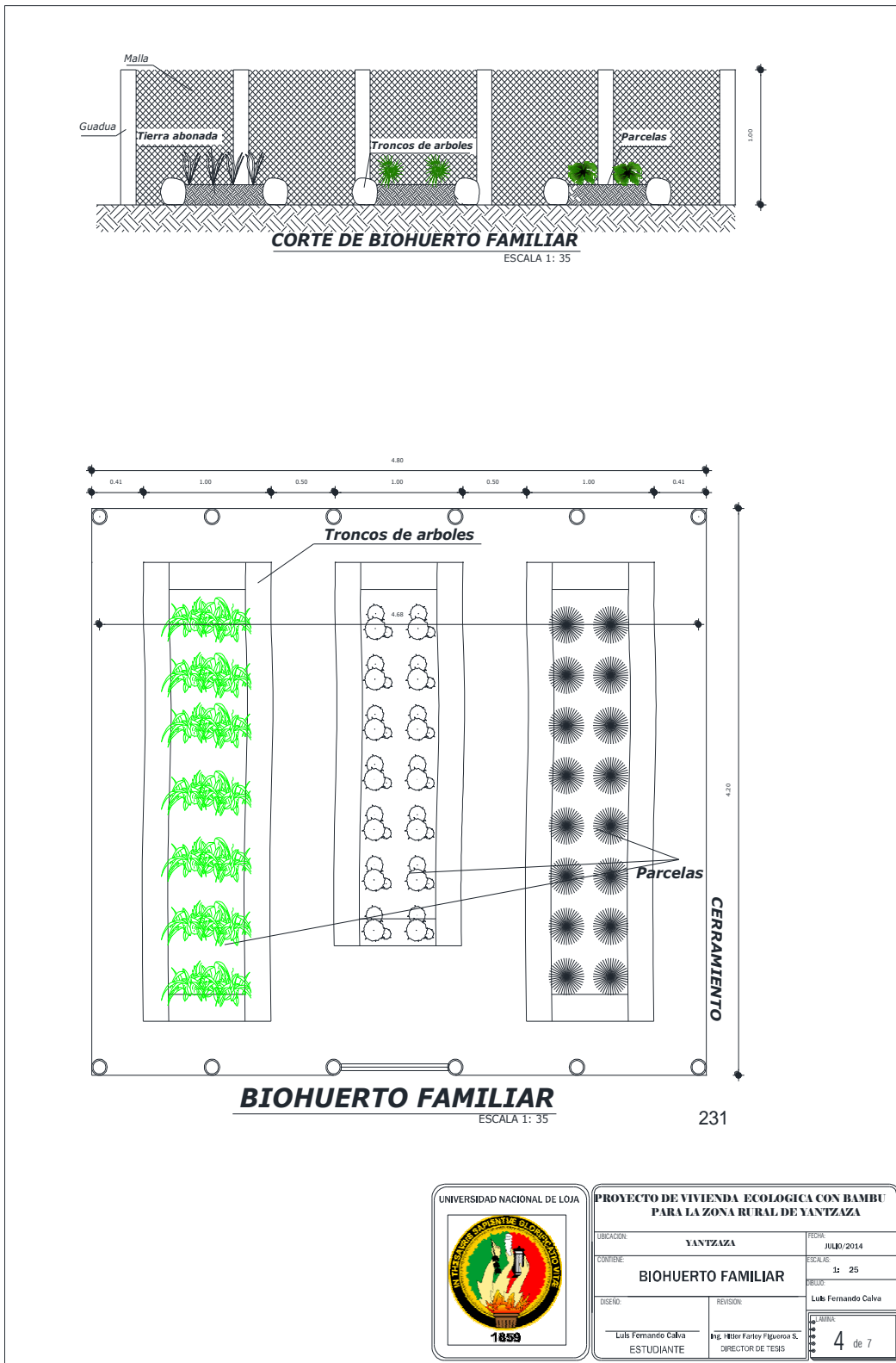


Figura 107. Biohuerto Familiar

Cuadro 6. Descripción del Biohuerto Familiar

NOMBRE	
Biohuerto Familiar	
FUNCIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> - Producir hortalizas para fortalecer la soberanía alimentaria de la familia - Aprovechar la generación de abonos de la compostera 	
MATERIALES	MANO DE OBRA
<ul style="list-style-type: none"> - Troncos de arboles - Arena - Tierra - Abono 	1 Jornalero
	HERRAMIENTAS
	<ul style="list-style-type: none"> - Serrucho - Martillo - Escuadra - Carretilla y pala
	TIEMPO DE EJECUCIÓN
	2 jornadas de 8 horas cada una para la ejecución de un módulo de 3 x 3,59 m
MANTENIMIENTO	
<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de malezas - Abonar de la tierra - Rotación del cultivo de ciclo corto 	
OBSERVACIONES	
No utilizar pesticidas para la eliminación de malezas	

Autor: Luis Calva

2.2.6. Pozo de compost

Las compostas se pueden construir sobre la superficie del suelo, en pequeños hoyos excavados en el terreno, y pequeños depósitos contruidos de cementos, plástico, acero inoxidable y alambre. Los diferentes criterios de construcción de compostas dependen de las condiciones climáticas, se recomienda construir las compostas sobre la superficie del suelo y cuando es menor a esta cantidad, se sugiere se construyan fosas o hoyos con sistemas de drenaje para recolectar los percolados (Torres, s. f.)

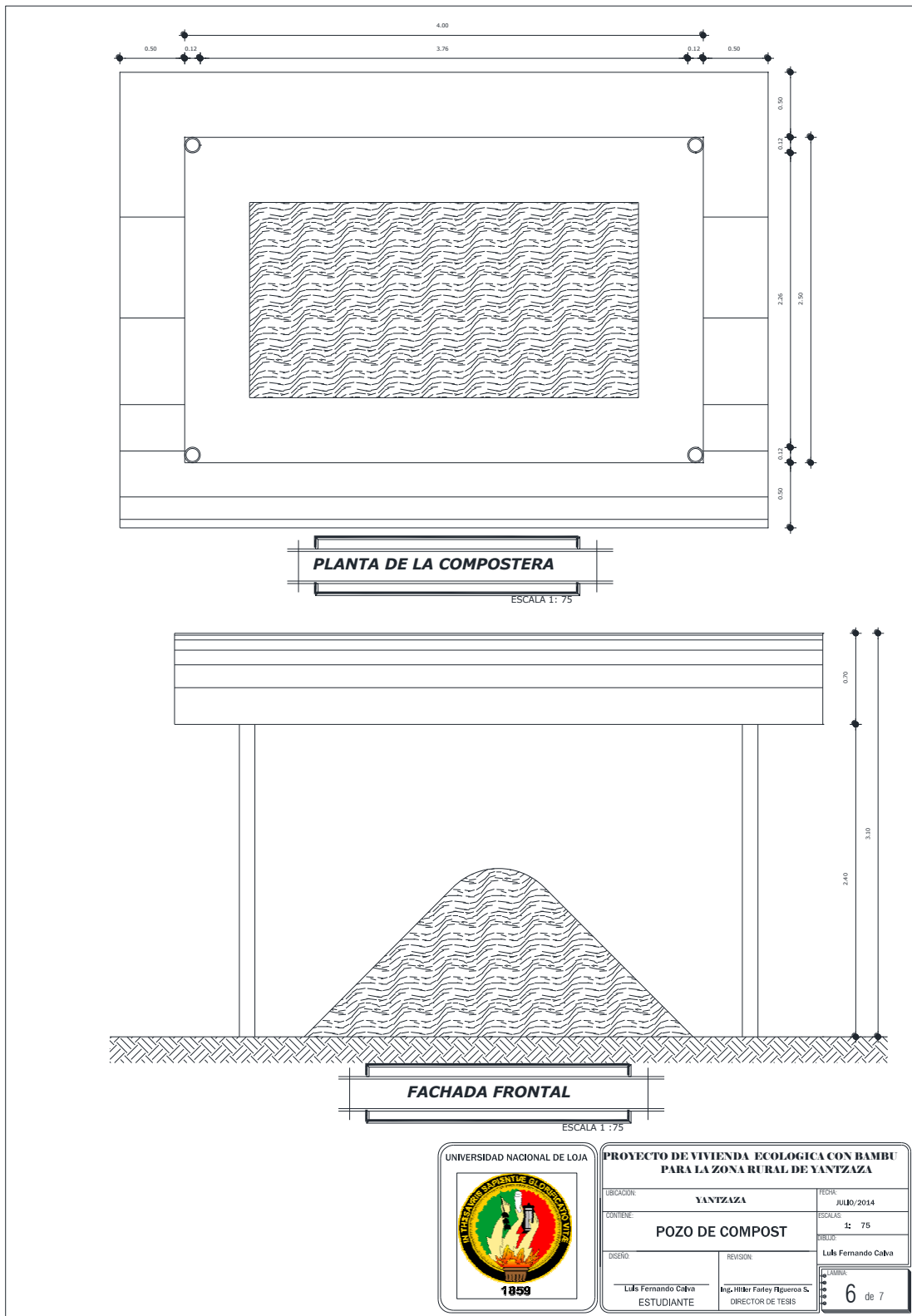


Figura 108. Fachada del pozo de compost

Cuadro 7. Descripción del pozo de compost

NOMBRE	
Pozo de compost	
FUNCIÓN	
- Degradar el contenido orgánico producido en la vivienda, a través de un proceso aerobio del preparado	
MATERIALES	MANO DE OBRA
- Cemento	1 Maestro albañil, 1 oficial
- Grava fina y gruesa	HERRAMIENTAS
- Piedra	- Serrucho
- Clavos	- Martillo
- Guadua	- Escuadra
- Zinc	- Nivel
- Pernos y tuercas	- Plomada
	- Pala
	- Carretilla
	- Baldes
	- Barreta
	TIEMPO DE EJECUCIÓN
	3 jornadas de 8 horas cada una para la ejecución de un módulo de 4 x 2,50 m
MANTENIMIENTO	
- Revisar si hay la presencia de plagas en la estructura de la guadua	
OBSERVACIONES	
- Utilizar breca para la parte a fundir de la guadua, para evitar su degradación ante la presencia de microorganismos y la humedad.	

Autor: Luis Calva

2.2.7. Granja de gallinas y cuyes

La granja de las gallinas y el cuyero; es donde duermen en perchas protegidos de la lluvia, del viento, del frío y libres de depredadores; y donde pueden protegerse del sol durante el día y la lluvia.

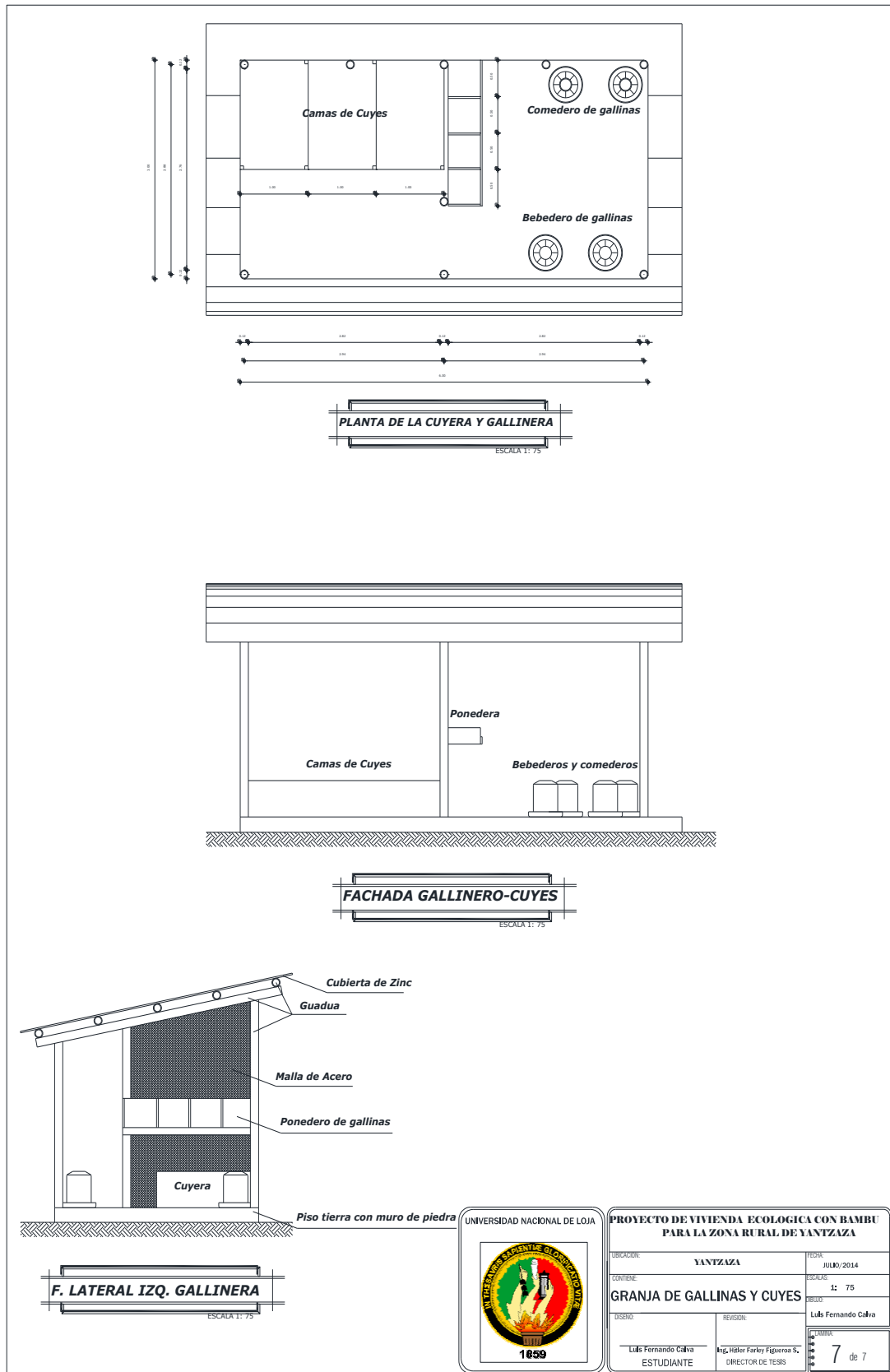


Figura 109. Fachada de la granja de gallinas y cuyes propuestos

Cuadro 12. Descripción de la granja de gallinas y cuyes

NOMBRE	
Granja de gallinas y cuyes	
FUNCIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> - Servir de protección contra la lluvia sol y depredadores a los cuyes y gallinas de la granja 	
MATERIALES	MANO DE OBRA
<ul style="list-style-type: none"> - Cemento - Grava fina y gruesa - Piedra - Clavos - Tabla - Comedores - Malla de acero - Guadua - Zinc - Pernos 	1 Maestro albañil, 1 oficial
	HERRAMIENTAS
	<ul style="list-style-type: none"> - Serrucho - Martillo - Escuadra - Nivel - Plomada - Taladro - Carretilla - Pala - Barreta - Escalera
	TIEMPO DE EJECUCIÓN
	5 jornadas de 8 horas cada una para la ejecución de un módulo de 3 x 6 m
MANTENIMIENTO	
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar si hay la presencia de plagas en la estructura de la guadua 	
OBSERVACIONES	
<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar brea para la parte a fundir de la guadua, para evitar su degradación ante la presencia de microorganismos y la humedad. 	

Autor: Luis Calva

3. Manual de construcción de la vivienda ecológica con bambú



Universidad Nacional de Loja

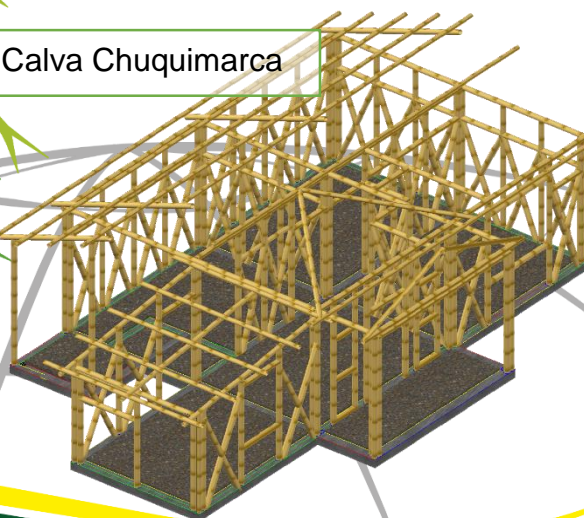
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Manual de Construcción



Vivienda Ecológica con BAMBU

Autor: Luis Fernando Calva Chuquimarca



2014

Contenido

Portada	131
Contenido	132
Introducción	133
1. Materiales.....	134
2. Métodos de secado.....	139
3. Procedimiento Constructivo de la vivienda.....	142
4. Cimentación.....	148
5. Pisos.....	153
5.1. Relleno y compactación.....	153
6. Columnas.....	154
7. Vigas.....	155
8. Uniones.....	160
9. Paredes.....	171
10. Sistemas activos en el funcionamiento de la vivienda.....	176
10.1. Filtro Lento de Bioarena.....	176
10.2. Cocina Mejorada.....	183
10.3. Filtro biológico para aguas residuales.....	188
10.4. Terma Solar para Agua Caliente.....	196
10.5. Pozo de compost.....	201
10.6. Biohuerto familiar.....	203
10.7. Granja de gallinas y cuyes.....	205

Introducción

El bambú es una de las plantas más sorprendentes de la naturaleza, se conoce como “la planta mil usos” pues a partir de él se pueden obtener: alimento, ropa, material para construcción, celulosa para papel y medicinas; igual que otras plantas, protege el suelo y captura bióxido de carbono. Pertenece a la familia de las gramíneas. Puede ser más resistente en tensión y en compresión que algunas maderas; las fibras de un haz de vasos pueden llegar a resistir hasta 12,000 kg/cm² en tensión a lo largo de su tallo, sin embargo se cortan transversalmente con relativa facilidad (Ordoñez y otros 2002). Retomar la guadua como material de construcción, mejorar las metodologías de construcción tradicionales, son acciones indispensables para solucionar el déficit de vivienda existente. Factores como el desconocimiento del adecuado uso de la guadúa, los monopolios de producción de materiales convencionales, las leyes y ordenanzas de construcción locales, la poca apertura de las instituciones vivendísticas y universitarias del país, entre otras causas han contribuido a que sistemas constructivos no convencionales no se hayan masificado, para así solucionar un gran problema social del Ecuador como es, el de la vivienda (Morales, s. f)

Este manual de construcción de la vivienda ecológica ofrece información relevante de los materiales de construcción de la vivienda ecológica tanto conceptuales y el tipo de uso que se les da en proceso de construcción de la vivienda, además este contiene información sobre los procesos constructivos de la vivienda y de sus sistemas activos, entre los contenidos que se destacan es: como hacer uniones, conexiones, materiales de construcción, tipos de secado, la cimentación y el colado de paredes, la metodología para el sistema de construcción de la vivienda ecológica depende de cada profesional en su ramo, el maestro albañil o constructor es quien a través de su experiencia toma las decisiones correctas durante el proceso constructivo.

1. Materiales

Los materiales son la base de una construcción, por lo tanto, hay que saber utilizarlos, conservarlos y aprovecharlos de la mejor manera.

1.1. Guadua o bambú

El bambú es un material con cualidades físicas y mecánicas adecuadas para la construcción, además es un recurso natural abundante, de bajo costo y fácil manejo.



Figura 110. Bambú

Fuente: <http://www.panoramio.com/photo/12753889>

1.1.1. Ventajas del bambú como material de construcción

1.1.1.1. Valor ecológico

Es un material de rápido crecimiento, puede alcanzar su madurez entre los 5 y 6 años. A partir de ese momento se pueden obtener cosechas en una plantación, a diferencia de muchas especies maderables, en las que se requieren periodos hasta cuatro veces mayores para su aprovechamiento, después del cual el área es limpiada, con riesgo de deforestación cuando no se tiene un plan de manejo adecuado; en el caso de los bambúes, los tallos maduros se cortan anualmente y hay un rebrote constante.

1.1.1.2. Propiedades mecánicas.

El bambú es un material ligero, resistente y de alta rigidez, gracias a estas propiedades las construcciones con bambú son resistentes estructuralmente y tienen un excelente comportamiento ante sismos, por su bajo peso y alta disipación de energía en las uniones de los diferentes elementos de una construcción con bambú.

1.1.1.3. Valor social y económico

Una plantación de 20 x 20 m produce después de cinco años, suficiente material para construir dos casas de 8 x 8 m, de acuerdo con datos de la Fundación del Medio Ambiente del Bambú, de Bali, Indonesia. En la industria, como materia prima, el bambú se utiliza para la obtención de pulpa para papel, en la India el 80% de las fábricas de papel dependen de este recurso, logrando con esto restarle presión a los bosques maderables. Otro país que también produce papel utilizando el bambú como materia prima es Brasil (Ordoñez y otros, 2002)

1.2. Cemento

Es el material más importante y el más empleado ya que endurece las mezclas y pega otros materiales.



Figura 111. Cemento

Fuente: <http://www.holcim.com.ec>

1.2.1. Datos importantes para cuidar y guardar cemento

Proteger el cemento de la humedad y la intemperie, cubriéndolo con bolsas plásticas, evitará que se endurezca y malogre antes de ser empleado.

Colocar las bolsas sobre durmientes o palos de madera para evitar el contacto con el suelo.

Las rumas de cemento no deben contener más de diez bolsas apiladas, pues esto ocasionaría que las bolsas de la parte inferior se endurezcan y no puedan ser utilizadas

1.3. Piedra

La piedra es otro de los agregados. Debe ser compacta, de gran dureza, redonda, particularmente de río, partida y angulosa en los cantos. Debe lavarse si presenta suciedad o polvo. Su tamaño puede ser de 1/2" (pulgada), 3/4", 1" y para los cimientos 8".



Figura 112. Piedra de construcción

Fuente: <http://www.arqhys.com/articulos/piedras-fabrica.html>

1.4. Arena

La arena es el agregado que se utiliza para obtener una mezcla de concreto. Solo puede ser de río o de cantera, mas no de playa, porque su

alto contenido de sal produciría que la mezcla se vuelva salitrosa. Existen dos tipos de arena:

Arena fina:

Utilizada para tarrajeos.

Arena gruesa:

Utilizada en mortero, concreto simple y concreto armado.



Figura 113. Arena para construcción

Fuente: <http://granit.all.biz/es/casquijo-y-arena-de-escoria-para-construccion>

1.5. Hormigón

Es la combinación de arena y piedras de tamaño variado. Las piedras pueden tener entre 3” y 6” (pulgadas). El hormigón se utiliza en cimientos, sobrecimientos y pisos.

Recomendaciones:

- 1) La arena no debe tener impurezas (materia orgánica, olor, color negruzco), tampoco tierra, mica o sal.
- 2) Mucho menos debe estar mojada antes de su uso.
- 3) Tierra: Material compuesto por arcilla y/o limo.
- 4) Mica: Su presencia se nota, pues brilla con la luz.

5) Sal: Se detecta al probarla con la lengua.

6) 1 m³ de piedras +2 m³ de arena

1.6. Bloque

Un bloque de hormigón o tabique de concreto es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes.



Figura 114. Bloque

Fuente: <http://construcciononline.com>

1.7. Agua

El agua es otro de los elementos base para la construcción. Esta debe estar limpia, por lo que se recomienda utilizar agua potable. Está prohibido emplear agua que contenga residuos químicos, minerales y sulfatos, ya que estos retrasan la fragua o lo que es peor, la impiden (Lores, 2012).



Figura 115. Uso del agua en la construcción

Fuente: http://www.impecorp.net/index/usos_constr_residencial.html

2. Métodos de secado

El secado se puede acelerar manejando dos factores: temperatura y circulación de aire en el área de secado. La temperatura se eleva para convertir al agua en vapor, el cual es removido de la superficie del bambú por la velocidad del aire circundante, que se puede incrementar con la ayuda de un ventilador.

2.1. Secado natural

Los culmos de bambú se apilan horizontalmente, bajo cubierta, protegidos del sol y de la lluvia, manteniendo espacio entre los bambúes, para que el aire circule entre los culmos. Dos meses serán suficientes para asegurar un buen secado.



Figura 116. Secado natural

Fuente: Ordoñez y otros, 2002

2.2. Secado artificial a fuego abierto

Sobre una cama de carbón encendido y a una distancia de aproximadamente 50 cm se colocan las piezas de bambú horizontalmente cuidando de girar continuamente los tallos con el fin de conseguir un secado uniforme. Con este método se puede acelerar el secado, su desventaja es que si no se tiene experiencia se puede quemar y rajar el bambú.

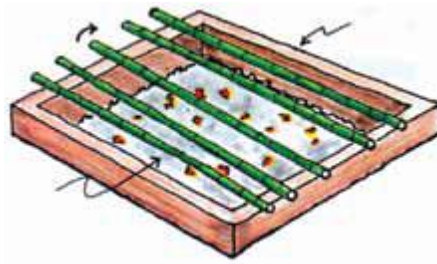


Figura 117. Secado a fuego abierto.

Fuente: Ordoñez y otros, 2002

2.3. Secado en estufa

Los culmos se colocan verticalmente en un horno sellado sobre una fuente de calor que puede ser una quema controlada de material o guadua secos, dura alrededor de tres semanas, trabajando día y noche.

Se debe hacer un buen manejo de aire y controlar la relación temperatura contra humedad en el interior del horno, para lograr un buen resultado. La guadua al terminar el proceso pierde entre 50% y 60% de su peso inicial, y se detectan rápidamente las fallas y grietas que pueden presentar en un futuro.

La mayor ventaja de este método es que el humo de la combustión se adhiere a las paredes del bambú, proporcionándole resistencia contra los insectos.

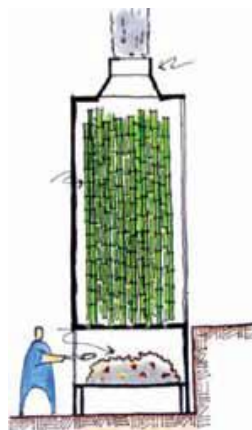


Figura 118. Secado en estufa

Fuente: Ordoñez y otros, 2002

2.4. Secado por estufa solar

Este método se realiza en una cámara especial y se basa en el aprovechamiento de la energía solar para calentar el aire que pasa a través del bambú. Se utilizan colectores solares, y el nivel de temperatura depende de las condiciones climáticas del sitio en que se esté secando. La velocidad del aire caliente se puede regular por medio de ventiladores y la humedad mediante ventanillas.

Este método es más rápido que el secado natural y disminuye el riesgo de grietas y rajaduras del secado en estufa, pues aquí los cambios de temperatura son menos drásticos (Ordoñez y otros, 2002).

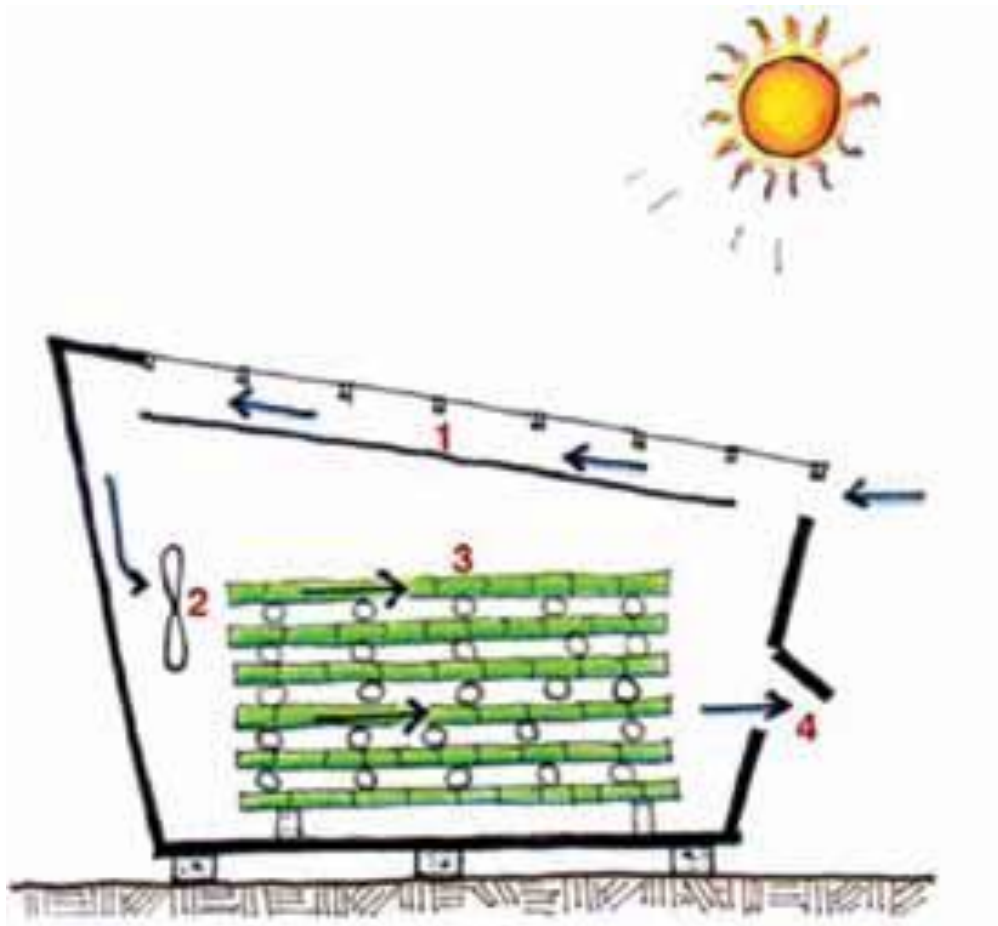


Figura 119. Secado por estufa solar

Fuente: Ordoñez y otros, 2002.

3. Procedimiento Constructivo de la vivienda

3.1. Terreno

3.1.1. Limpieza del terreno

En el terreno se debe preparar un área que sirva de base o suelo de soporte a los terraplenes que conformarán el relleno; algunas veces será necesaria la tala de árboles y arbustos para que no sean un obstáculo durante la operación. Esta limpieza se hará por etapas y de acuerdo con el avance de la obra. De este modo, se evitará la erosión del terreno



Figura 120. Desmonte del terreno

Fuente: Anónimo

3.1.2. Nivelación del terreno

Lo primero que debemos tener en cuenta es la seguridad del terreno sobre el que se va a construir. Todas las estructuras de una obra (cimientos) están en contacto con el suelo, por lo que es conveniente conocer las características del mismo, sobre todo, su resistencia.

Es importante tener el estudio de suelos, porque de allí se determina el tipo de cimentación a construir y las características del concreto en los elementos estructurales (columnas, vigas y techos).

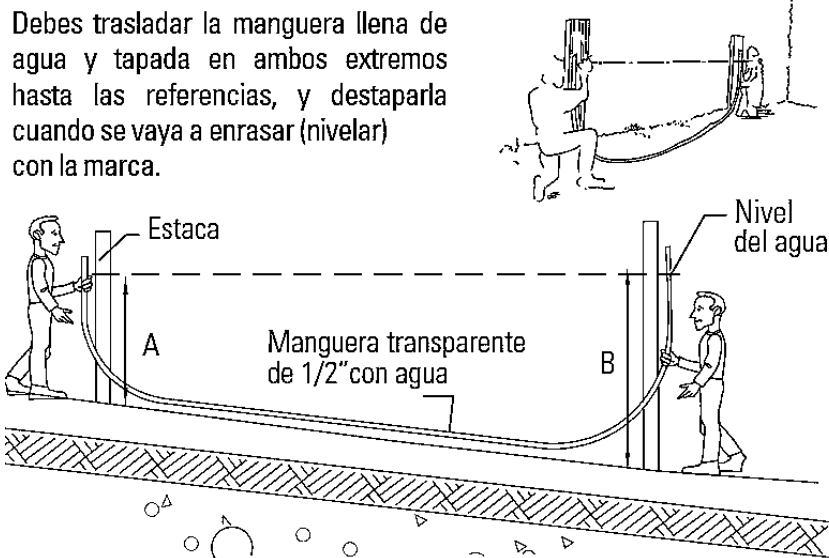


Figura 121. Nivelación del terreno

Fuente: (Lores, 2012).

3.1.2.1. Procedimiento para nivelar

Para la nivelación o “corrida de nivel” se necesita una manguera de nivel (manguera transparente) de 1/2” y de 10 m de largo, la cual se llenará de agua.

- 1) Se colocan estacas de 1.50 m de alto en las esquinas y lados del terreno.
- 2) Usando una estaca como referencia, se mide 1m de altura desde el terreno sobre la estaca.
- 3) Se extiende la manguera entre dos estacas que se encuentren próximas una de otra, de tal forma que en uno de los extremos el nivel de agua de la manguera quede igualado con el metro de la primera estaca. El otro extremo se coloca sobre la segunda estaca, donde se marca el nivel cuando el agua se haya estabilizado.
- 4) Se mide la distancia que hay entre el terreno y esta última marca. Se conoce el desnivel por la diferencia con el metro marcado en la estaca de referencia.

3.1.3. Corte y relleno

Identificando los desniveles se conoce la pendiente o pendientes que tiene el terreno, facilitando de este modo el corte y relleno del mismo. Si tu terreno tiene muchas pendientes, conviene darle al piso varios niveles, creando gradas para acomodarse al terreno natural.

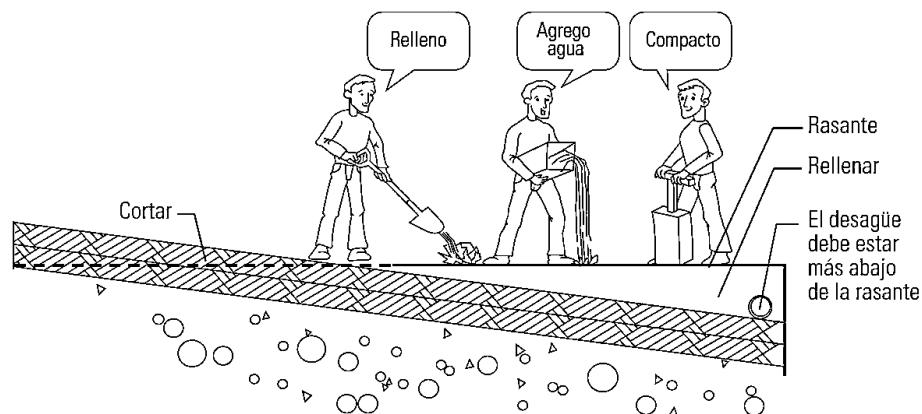


Figura 122. Corte y relleno del terreno

Fuente: (Lores, 2012).

3.1.3.1. Procedimiento

- 1) En primer lugar, debes fijar los niveles de desagüe, accesos, pistas, acequias y otros, para que la casa quede muy por encima de estos niveles.
- 2) Una vez determinado el nivel base o la rasante, se puede escoger el nivel de piso de la casa, de manera que se compense en lo posible el volumen a rellenar con el volumen a cortar; así no será necesario traer material adicional o eliminar material sobrante.
- 3) Para el relleno deberá compactarse el terreno -utilizando agua y un pisón- en capas de 10 cm aproximadamente. Si el terreno no se compacta bien corre peligro de hundirse, rajando las estructuras de la construcción.

3.1.4. Trazo del terreno

Para el trazo se debe de respetar las medidas del terreno para evitar problemas. Se debe saber dónde van a quedar las entradas de agua, luz y drenaje y se debe considerar el ancho de las cimentaciones.

Para iniciar el trazo se alinea el lado más largo del terreno, se clava una estaca en el extremo de uno de los ejes y se amarra un hilo. Se alinea este eje y se van clavando estacas en los otros extremos hasta terminar de trazar el terreno. Se debe cuidar que todos los ejes estén a 90° , es decir, en escuadra

Nota: el hilo que se use no debe ser elástico pues alteraría las medidas.

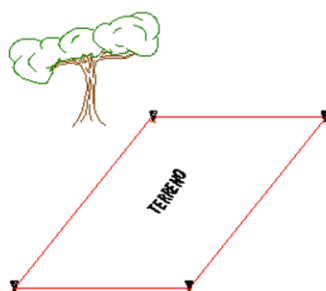


Figura 123. Cuadrado del terreno

Fuente: http://www.construyetucasa.net/index_archivos/Page614.htm

Para sacar una escuadra se miden 4 metros por un lado y se marca un punto, luego se miden 3 metros por el otro lado y se marca otro punto, la distancia entre esos dos puntos deberá dar 5 metros exactamente.

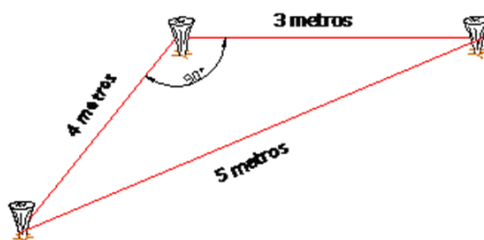


Figura 124. Triangulación del terreno

Fuente: http://www.construyetucasa.net/index_archivos/Page614.htm

La cruceta se arma de enterrar dos estacas en el suelo y luego pasar una trabe entre ellos, para después poner un clavo en el centro de la trabe (esto en línea con el eje que indica el plano). De este clavo se tira un reventón, que puede ser un hilo de nylon y se utilizan tantas veces como sean necesarias para realizar el trazo con cal de todos los ejes.

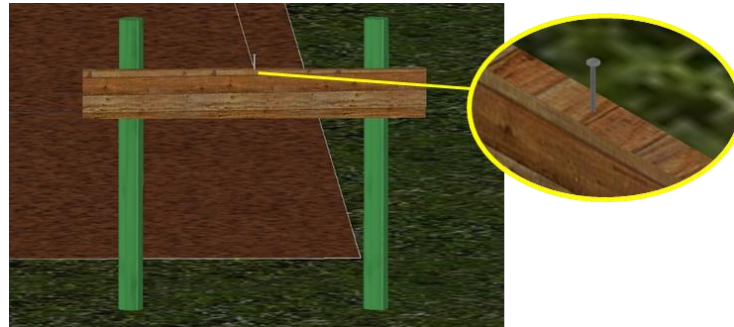


Figura 125. Caballete del trazo

Fuente: El Autor

Los hilos pueden ser retirados después de marcar en el suelo los límites de la excavación, pero las crucetas no, ya que se utilizarán posteriormente para marcar la cimentación, las dalas de desplante y los muros.

Después del trazo se corren niveles, es decir nivelar el terreno.

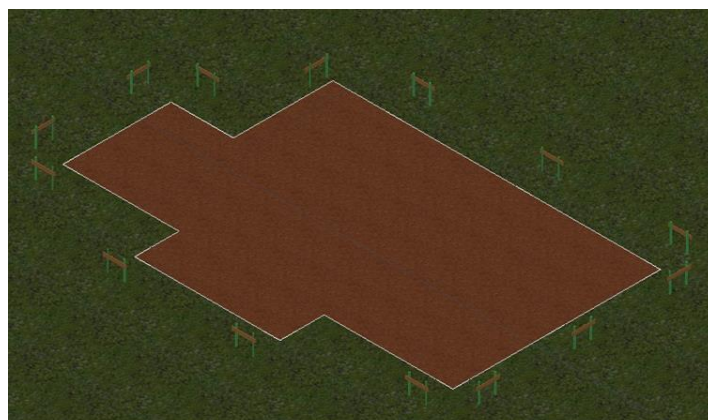


Figura 126. Ubicación de todos los caballetes

Fuente: El Autor

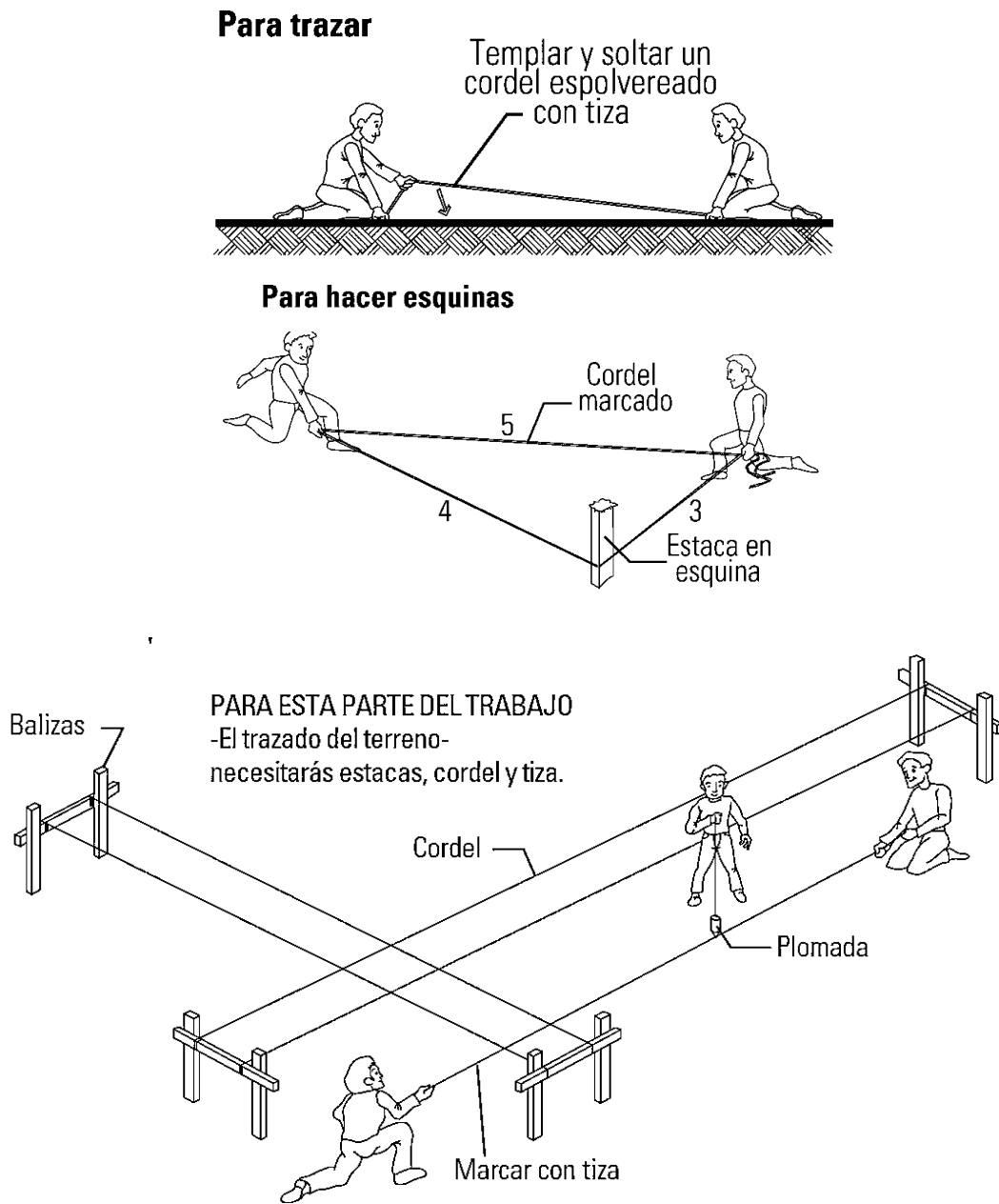


Figura 127. Ubicación de todos los caballetes

3.1.4.1. Procedimiento del trazado

- 1) Se determinan los ángulos rectos que forman los linderos del terreno colocando estacas en sus esquinas. Con un cordel se forma un triángulo rectángulo que tenga como base 3 m en uno de sus lados conocidos, 4 m de altura en el otro lado conocido, mientras que el tercer lado del triángulo se marca cuando mida 5 m.

- 2) Una vez verificado los ángulos, se colocan balizas (2 estacas atravesadas por travesaño) en ambos lados del terreno que se quiere trazar.
- 3) Midiendo desde un lado conocido, se extienden dos cordeles paralelos que van amarrados a las balizas y que permitirán la alineación de los ejes de muros y columnas.
- 4) Con una plomada se baja el alineamiento de los cordeles al terreno, marcándolos en dos o más puntos. Se coloca el cordel, espolvoreado con tiza, uniendo los puntos marcados y se tiempla. Mediante un chicoteo (movimiento) se deja la línea trazada.

4. Cimentación

Es recomendable que el piso esté por arriba del nivel del terreno, para evitar que el agua de lluvia entre en la vivienda. El cimiento debe subir por lo menos 20 cm sobre el suelo. El ancho del cimiento dependerá de la resistencia del suelo y del peso de los muros y del techo. Los cimientos se pueden hacer con materiales disponibles en la región.

Tabla 15. Dimensiones recomendables para los cimientos de una casa de bambú.

Tipo de suelo	Ancho, cm	
	Cimientos	Zapatas
Blando	60	90
Medio	50	60
Duro	40	40

4.1. Zapatas de mampostería

Los bloques de 20 x 20 x 40 cm se apoyan sobre una zapata de concreto (ver las recomendaciones de la Tabla 1) armada con varillas de 3/8

de pulgada (plg), espaciadas a cada 20 cm. Normalmente los bloques se usan para formar pilastras con sección de 40 x 40 cm. Los huecos de la pilastra se rellenan con concreto de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$. En zonas de vientos fuertes o alta sismicidad, la pilastra se ancla a la zapata de concreto con varillas de refuerzo; se recomiendan tres varillas de 3/8 plg, o dos varillas del No. 4 (1/2 plg). La altura de la pilastra no debe ser superior a cuatro veces la dimensión mínima de su sección transversal.

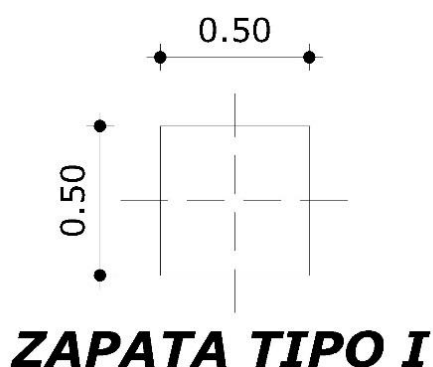


Figura 128. Zapata

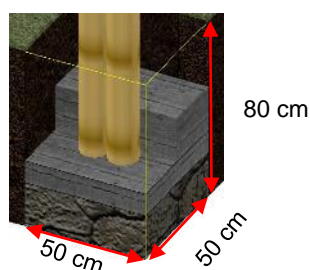


Figura 129. Dimensiones de Zapata

Fuente: El Autor

4.2. Excavación de zanjas

Las excavaciones en el terreno deben realizarse a una profundidad que asegure que con el diseño de la cimentación se encontrará el suelo adecuado para soportar el peso de la vivienda sin sufrir asentamientos que pudieran perjudicarla. En el caso de viviendas de poco peso, como es el caso de las de bambú, basta con quitar la capa de suelo orgánico o no

encontrar arcillas expansivas o rellenos para definir la profundidad de las zanjas. El ancho de las zanjas se hará de acuerdo a las medidas de los planos de construcción replanteadas en el terreno durante el trazado de cimientos.

Estos por lo general son de 40 cm de profundidad por 25cm de ancho en el suelo firme.



Figura 130. Excavaciones de zanjas en el terreno

Fuente: El Autor

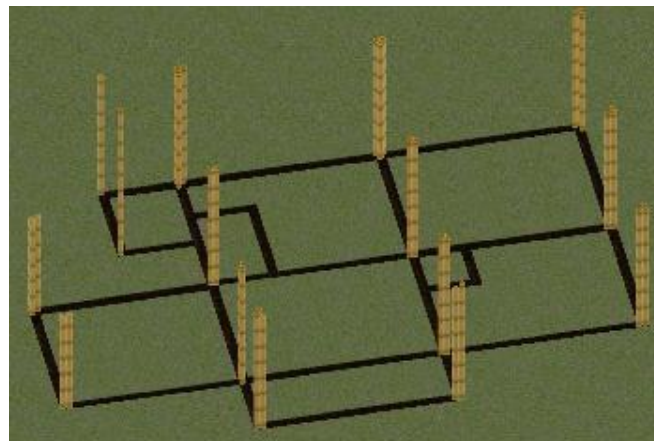


Figura 131. Ejemplo de excavaciones de zanjas en el terreno de la vivienda

Fuente: El Autor

4.3. Colocación de la armadura

La colocación y posterior acomodo de la armadura en las zanjas, se realiza dejando las distancias requeridas entre el hierro y el suelo (si la

armadura es de 20 cm se debe centrar en la zanja, es decir, se debe dejar un espacio de 5 cm al fondo. Para lograr esto, se calza con algunas piedras y se centra en relación al ancho de la misma para evitar que por falta de recubrimiento de concreto el acero se oxide. Además, cuando se unen dos armaduras, ya sean en la misma dirección o perpendicularmente, el traslape de las varillas longitudinales debe ser por lo menos de 80 cm para evitar una posible separación de las mismas.

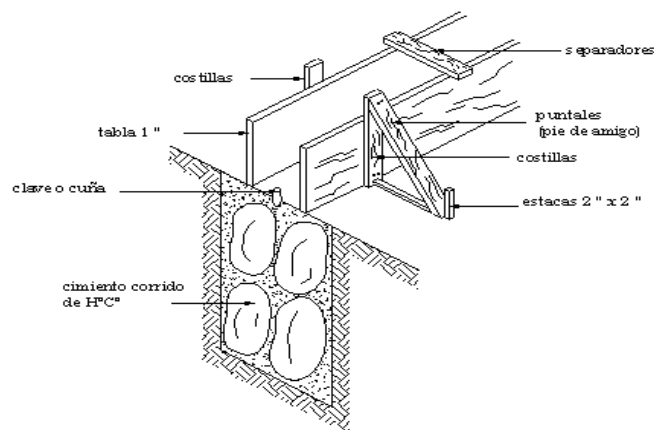


Figura 132. Colocación de la armadura

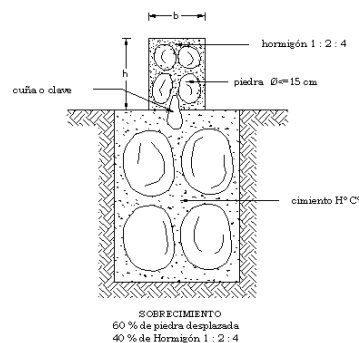


Figura 133. Desencofrado de la armadura

4.4. Colado de la placa corrida o placa de cimentación

Consiste en colocar una capa de concreto llenando la zanja donde anteriormente se colocó la armadura. El concreto se logra al mezclar cemento con agregados de buena calidad, con una dosificación por volumen de cemento, arena y grava. Durante su preparación debe agregarse una cantidad de agua suficiente para que le dé a la mezcla una consistencia

pastosa. En el caso de no contar con revolvedora mecánica para su preparación, el control de calidad durante la preparación de la mezcla debe ser cuidadoso, especialmente en el proceso de revolver los agregados y el cemento para obtener una mezcla homogénea, y no contaminada de tierra. Con esta dosificación se pretende obtener concretos con una resistencia mínima a la compresión de 210 kg/cm² pasando los 28 días.



Figura 134. Excavaciones en el terreno



Figura 135. Fundición de muros



Figura 136. Proceso de construcción del cimiento

5. Pisos

5.1. Relleno y compactación:

Consiste en colocar sobre el suelo firme una capa de piedra bola o material de cantera (balastre), con un espesor de 10 cm que se compacta y nivela hasta lograr una superficie uniforme.



Figura 137. Nivelación con capa de material de cantera para colar el piso

5.2. Colado de piso

Con el uso de guías de concreto o de madera, previamente hechas, se procede a esparcir sobre la base que se colocó (punto anterior), una capa de concreto de 8 cm de espesor. La dosificación por volumen del concreto es de 1:2:4 (cemento, arena, grava 3/4). Este trabajo se puede realizar antes de colocar los paneles (paredes), esto facilitará el trabajo de revocado de paredes y de colocación del techo ya que se trabajará sobre una base firme, limpia y nivelada, lo que dará más seguridad y menos desperdicio del material de revoco.

El acabado del piso debe ser una de las últimas actividades a realizar en la construcción



Figura 138. Fundición del piso



Figura 139. Piso colado antes de colocar los paneles

6. Columnas

Las columnas deben conformarse de una pieza de bambú o de la unión de dos o más piezas de bambú, colocadas de forma vertical con las bases orientadas hacia abajo.

Las columnas compuestas de más de una pieza de bambú, deben unirse entre sí con zunchos o pernos, con espaciamientos que no excedan un tercio de la altura de la columna.

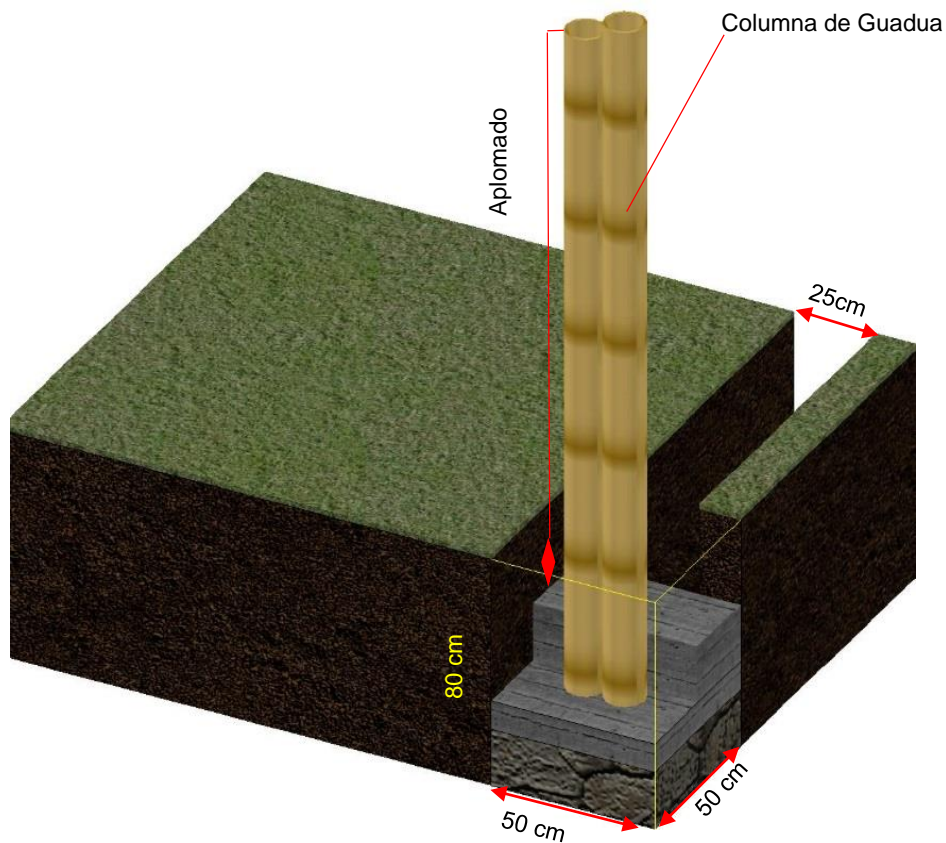


Figura 140. Columna de Guadua

Fuente: El Autor

7. Vigas

Las vigas deberán conformarse de una o de la unión de dos o más piezas de bambú.

- a) Las vigas compuestas de más de una pieza de bambú, deben unirse entre sí con zunchos o pernos espaciados como mínimo de un cuarto de la longitud de la viga.
- b) Para obtener vigas de longitudes mayores a las piezas de bambú, se deben unir dos bambus longitudinalmente
- c) Las uniones de las piezas de bambú en las vigas compuestas, deben ser alternadas.

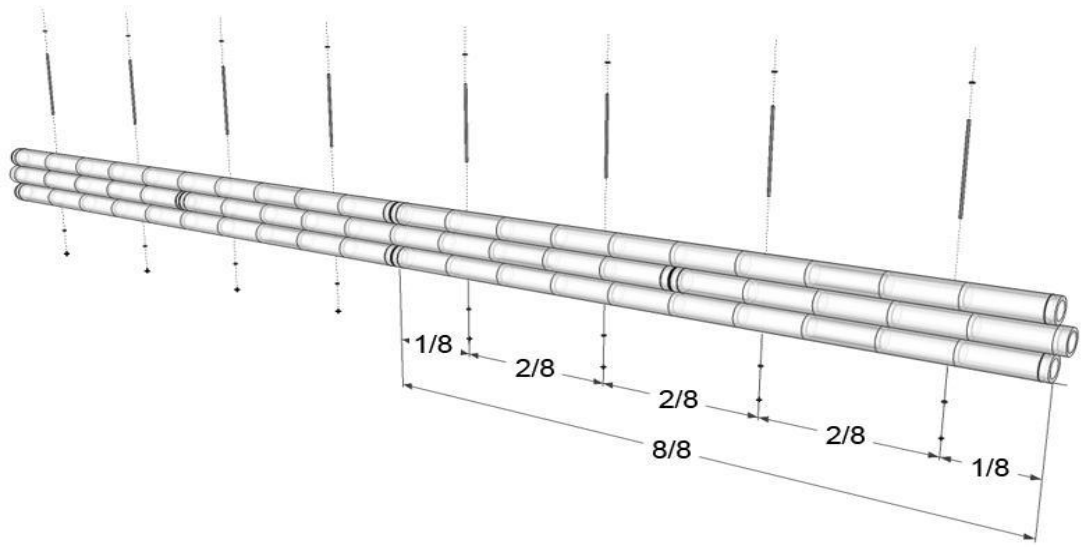


Figura 141. Viga Compuesta Tipo A

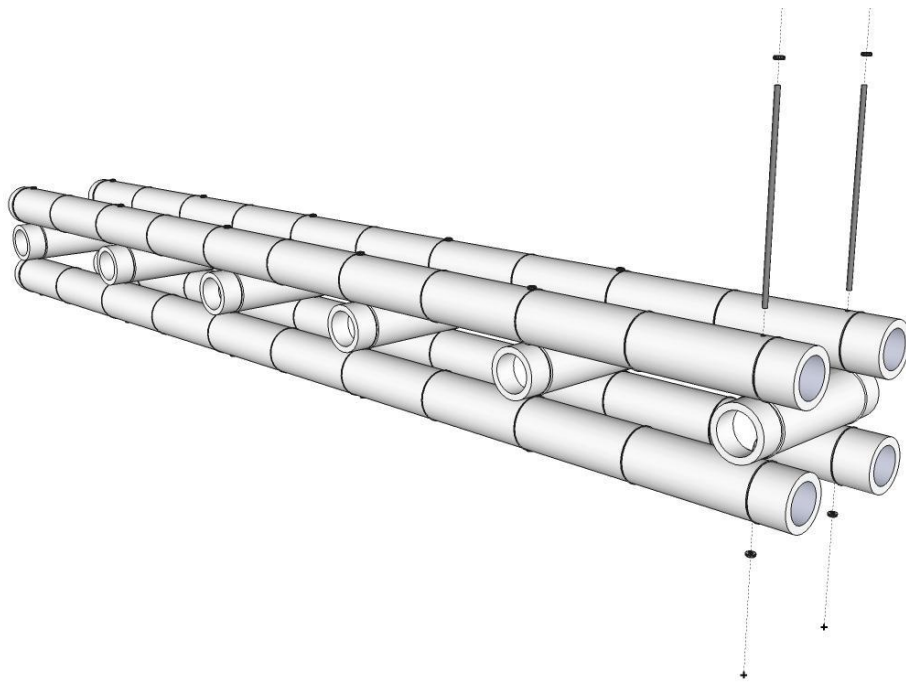


Figura 142. Viga Compuesta Tipo B

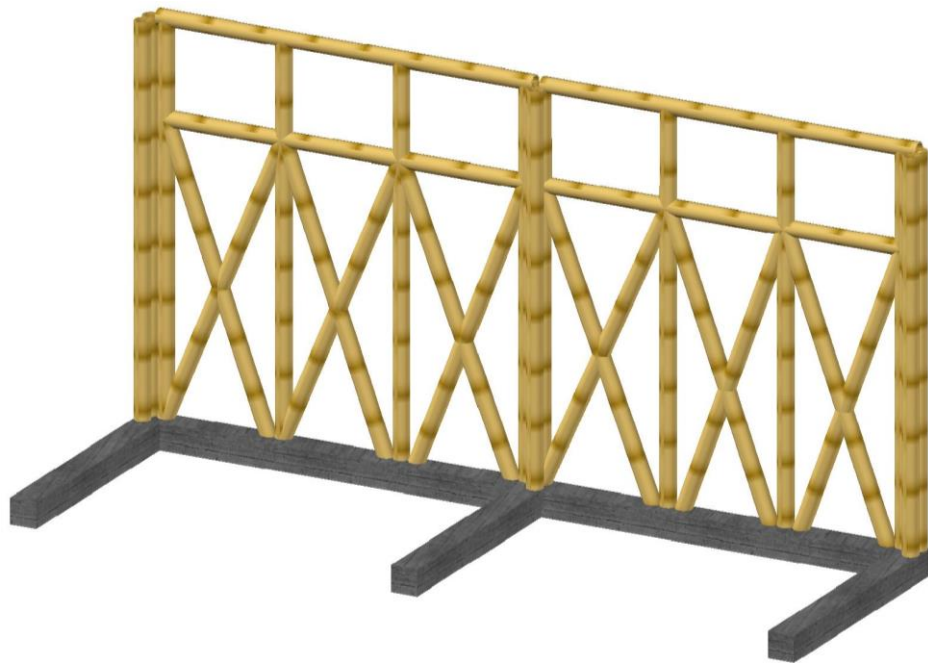


Figura 143. Vigas de guadua de la vivienda ecológica

Fuente: El Autor

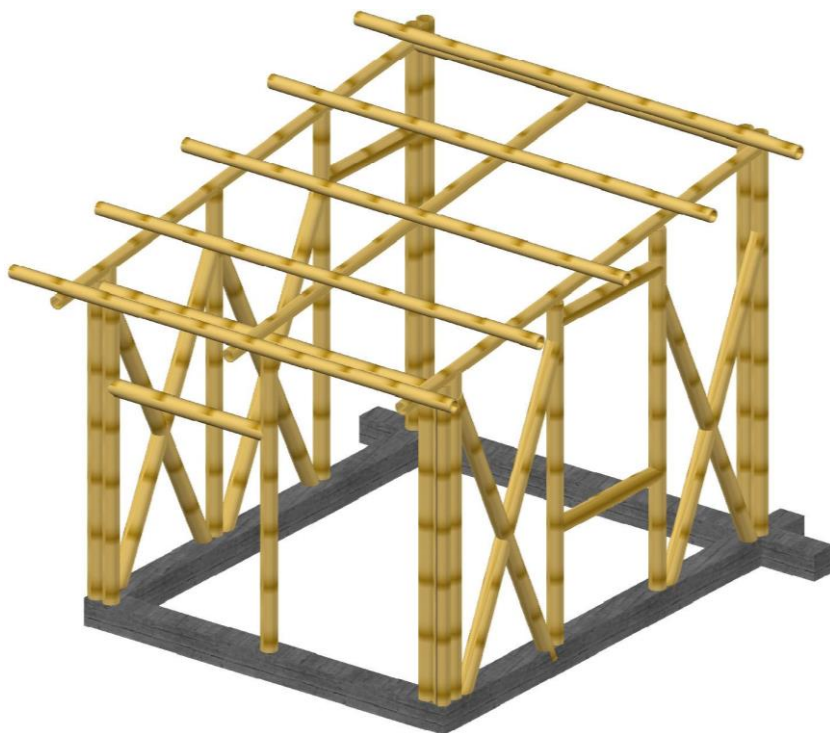


Figura 144. Vigas de guadua de la cocina de la vivienda ecológica

Fuente: El Autor

7.1. Estructura de la cubierta.

Los elementos portantes de la cubierta deben conformar un conjunto estable para cargas verticales y laterales, para lo cual tendrán los anclajes y arriostramientos requeridos. En caso de una estructura de bambú, se deben cumplir con los siguientes requisitos:

La cubierta debe ser liviana.

Los materiales utilizados para la cubierta deben garantizar una impermeabilidad suficiente para proteger de la humedad a los bambus y a la madera de la estructura de soporte.

Para aleros mayores de 60 cm deberá proveerse de un apoyo adicional, salvo que se justifique estructuralmente.

7.2. Recubrimiento de la cubierta.

Los materiales de la cobertura se regirán de acuerdo a las normas técnicas establecidas.

Estos materiales deben garantizar impermeabilidad que proteja de la humedad a los bambus y a la madera de la estructura de soporte.

Cuando se utilicen materiales que transmiten humedad por capilaridad, como las cubiertas de teja de barro, debe evitarse su contacto directo con el bambú, a fin de prevenir su pudrición.

El material utilizado deberá proteger la estructura de bambú de la radiación solar.

7.3. Cielo raso de la cubierta.

En caso de colocar un cielo-raso debe construirse con materiales livianos anclados a la estructura del entrepiso o de la cubierta y permitir la ventilación de cubiertas y entrepisos.

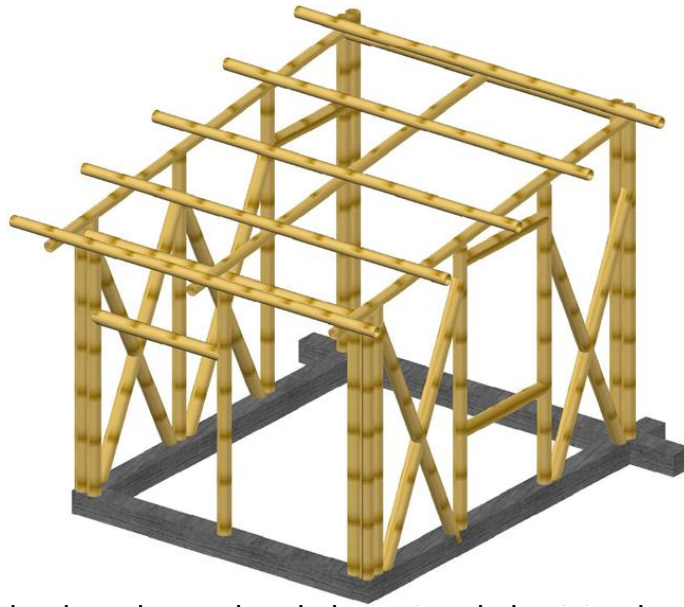


Figura 145. Estructura de guadua de la cocina de la vivienda ecológica

Fuente: El Autor



Figura 146. Ejemplo de cubierta de la cocina de la vivienda ecológica

Fuente: El Autor

8. Uniones

La resistencia de las uniones dependerá del tipo de unión y de los elementos utilizados. Los valores admisibles se determinarán en base a los resultados de cinco ensayos como mínimo, con los materiales y el diseño a utilizar en la obra, considerando un Factor de Seguridad

8.1. Uniones entre Piezas de Bambú

Las piezas de bambú, deben ser cortadas de tal forma que quede un nudo entero en cada extremo o próximo a él, a una distancia máxima $D = 6$ cm del nudo

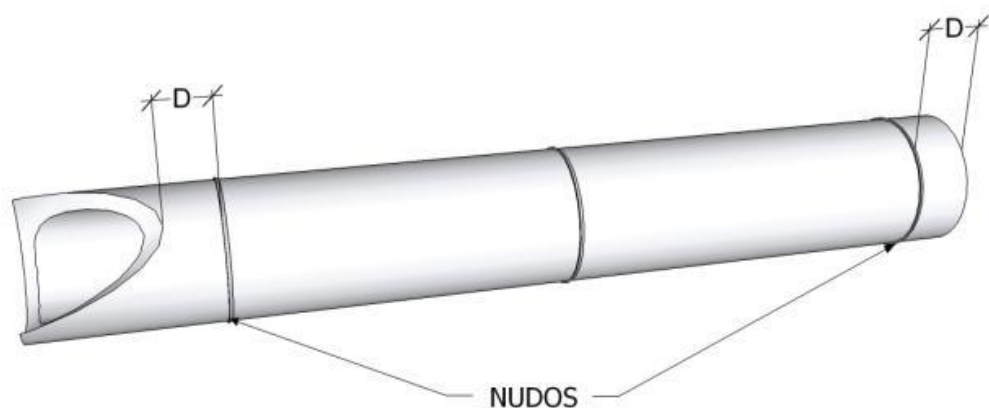


Figura 147. Las piezas de bambú, no se deben unir con clavos.

8.2. Tipos de Uniones de Piezas de Bambú

8.2.1. Uniones zunchadas o amarradas

Se debe impedir el desplazamiento del zuncho o del amarre.

Se puede usar otros materiales no metálicos como: sogas, cueros, plásticos u otros similares. El uso de estas uniones deben estar debidamente justificadas por el proyectista.

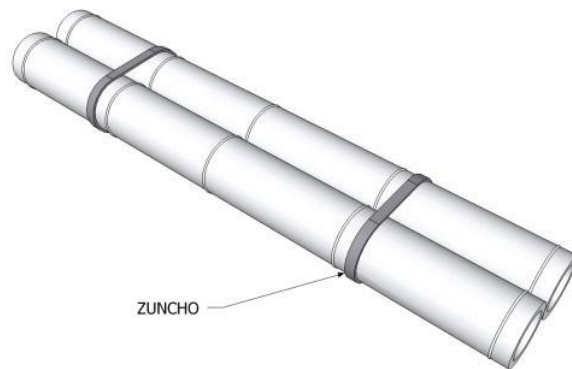


Figura 148. Unión Zunchada

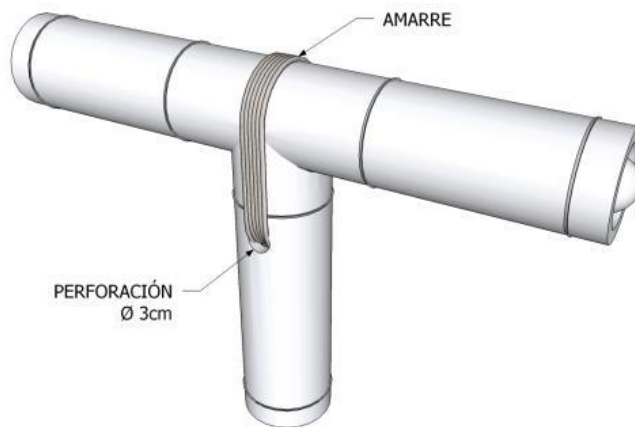


Figura 149. Unión Amarrada

8.2.2. Uniones con tarugos o pernos.

- 1) Los tarugos serán de madera estructural ó de otros materiales de resistencia similar. Deberán colocarse arandelas, pletinas metálicas u otro material de resistencia similar entre la cabeza o tuerca del perno y el bambú.
- 2) Los pernos pueden fabricarse con barras de refuerzo roscadas en obra o con barras comerciales de rosca continua
- 3) La perforación del entrenudo para el perno debe pasar por el eje central del bambú.

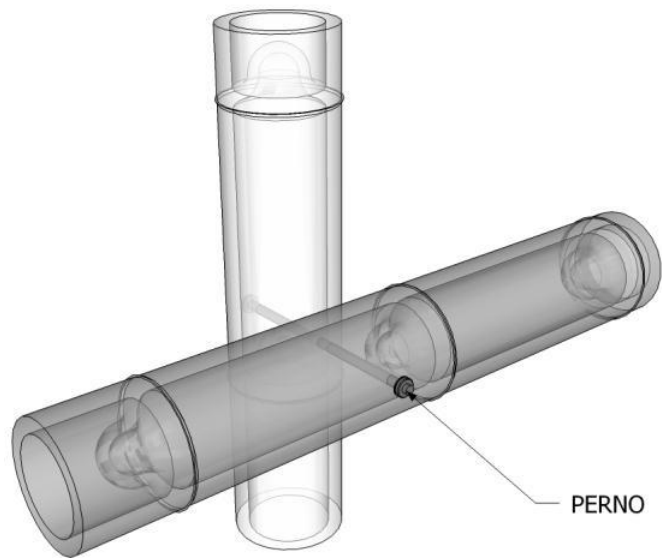


Figura 150. Unión con Tarugos

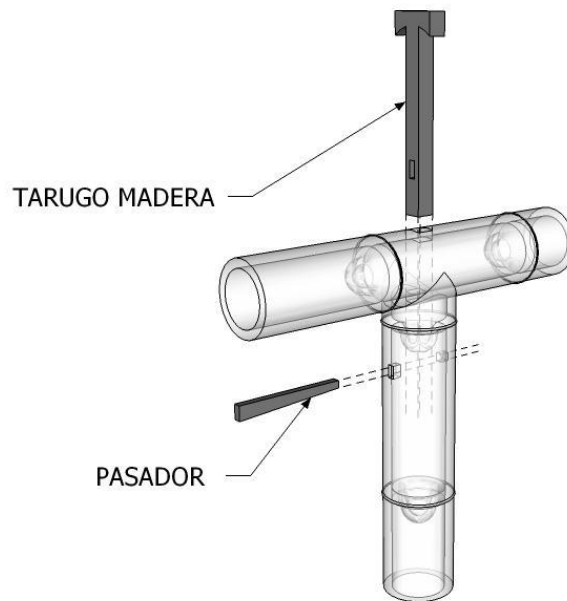


Figura 151. Unión con Pernos

8.2.3. Unión con mortero

Cuando un entrenudo está sujeto a una fuerza de aplastamiento, o cuando se requiera por diseño ser rellenado con mortero, se procederá de la siguiente manera:

El mortero se elaborará lo suficientemente fluido para llenar completamente el entrenudo. Pueden usarse aditivos reductores de agua de mezclado, no corrosivos.

Para vaciar el mortero, debe realizarse una perforación con un diámetro de 4cm como máximo, en el punto más cercano del nudo superior de la pieza de bambú. A través de la perforación se inyectará el mortero presionándolo a través de un embudo o con la ayuda de una bomba.



Figura 152. Vaciado de Mortero

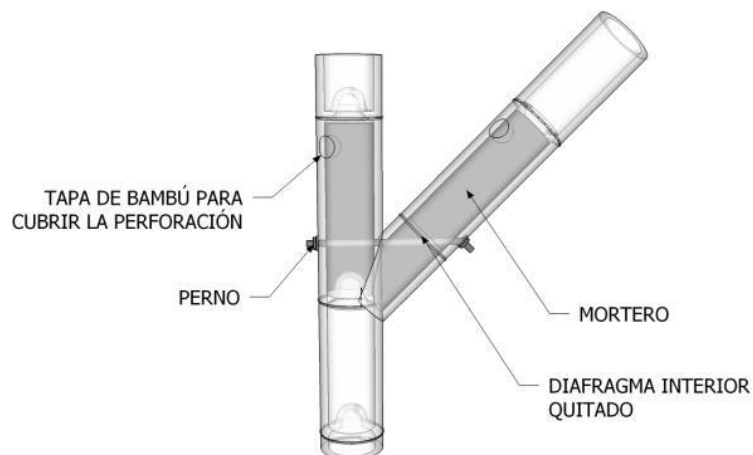


Figura 153. Unión con Mortero

8.2.4. Uniones Longitudinales

Para unir longitudinalmente, dos piezas de bambú, se deben seleccionar piezas con diámetros similares y unir las mediante elementos de conexión, según los casos 1, 2 y 3.

Caso 1: Con pieza de madera

Dos piezas de bambú se conectan mediante una pieza de madera y se deben unir con dos pernos de 9 mm como mínimo, perpendiculares entre sí, en cada una de las piezas. Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.

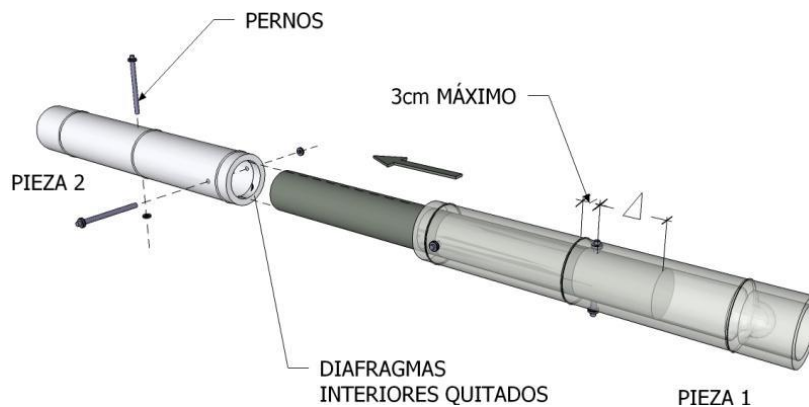


Figura 154. Unión con pieza de madera

Caso 2: Con dos piezas metálicas

Dos piezas de bambú se conectan entre sí mediante dos elementos metálicos, sujetos con pernos de 9 mm como mínimo, paralelos al eje longitudinal de la unión. Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.

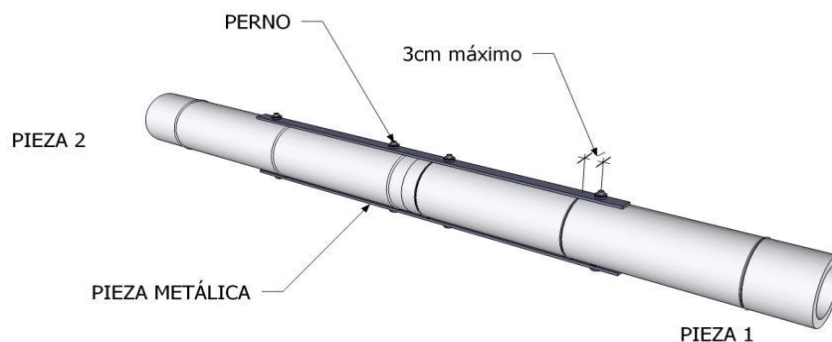


Figura 155. Unión con piezas metálicas

Caso 3: Con dos piezas de bambú

Dos elementos de bambú se conectan entre sí mediante dos piezas de bambú, sujetos con pernos de 9 mm como mínimo, paralelos al eje longitudinal de la unión. Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.

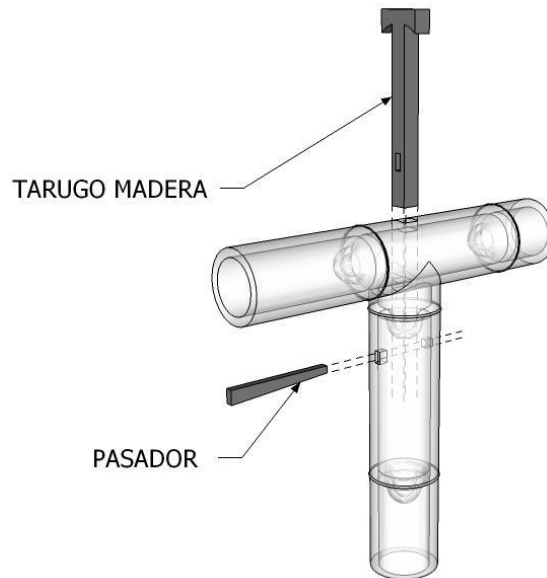


Figura 156. Unión perpendicular con tarugo de madera

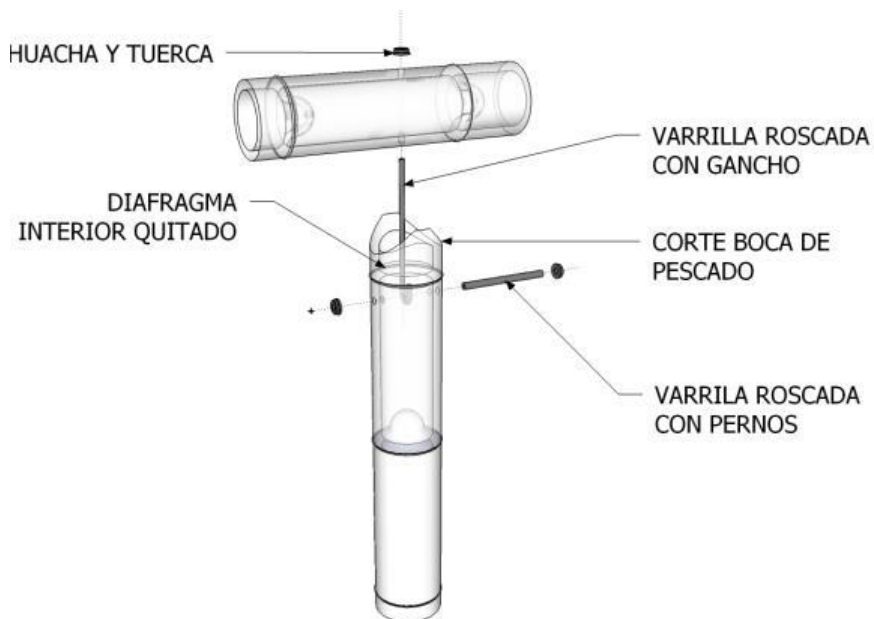


Figura 157. Unión perpendicular con perno

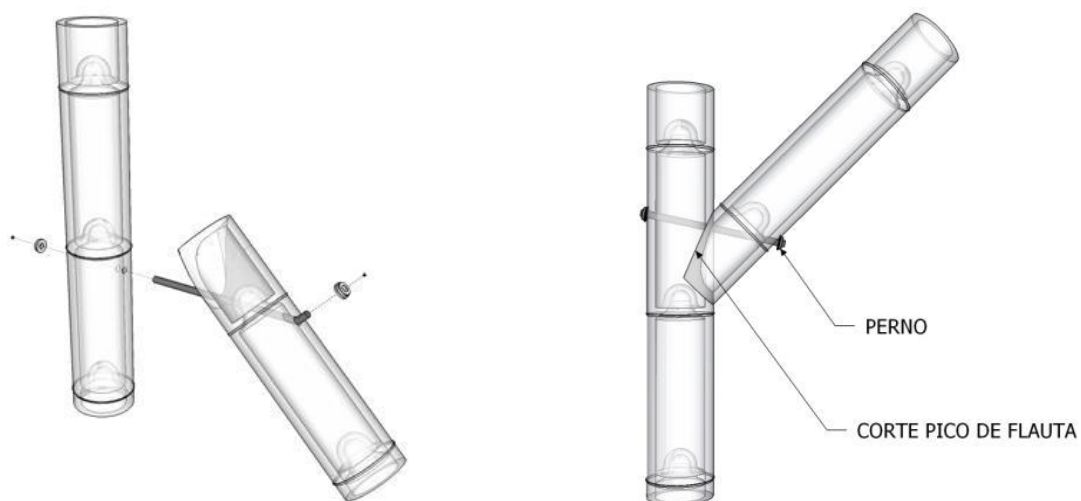


Figura 158. Unión diagonal simple

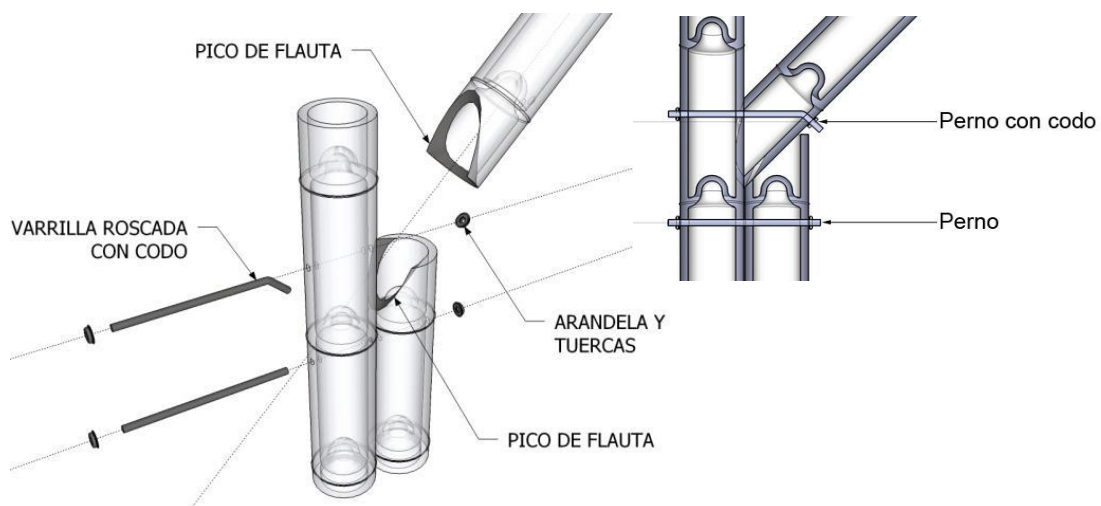


Figura 159. Unión diagonal con bambú de apoyo

8.3. Uniones de Acuerdo a la Función

8.3.1. Unión entre sobre cimiento y columna

Las fuerzas de tracción se deben transmitir a través de conexiones empernadas. Un perno debe atravesar el primero o el segundo entrenudo del bambú.

- 1) Cada columna debe tener como mínimo una pieza de bambú conectada a la cimentación o al sobre-cimiento.

- 2) Se rellenaran los entrenudos atravesados por la pieza metálica y el pasador con una mezcla de mortero.
- 3) Se debe evitar el contacto del bambú con el concreto o la mampostería con una barrera impermeable a base de un sistema hidrófugo.
- 4) La unión entre sobre cimiento y columna se realizará de acuerdo a los casos 1 y 2:

Caso 1: Unión con Anclaje Interno

- 1) Se deja empotrada a la cimentación una barra de fierro 9mm de diámetro como mínimo con terminación en gancho. Esta barra tendrá una longitud mínima de 40 cm sobre la cimentación.
1. Antes del montaje de la columna de bambú, se perforan como mínimo los diafragmas de los dos primeros nudos de la base de la columna.
2. Se coloca un pasador (perno) con diámetro mínimo de 9mm, que pasará por el gancho de la barra.
3. Los entrenudos atravesados por la barra se rellenarán con mortero de acuerdo al numeral

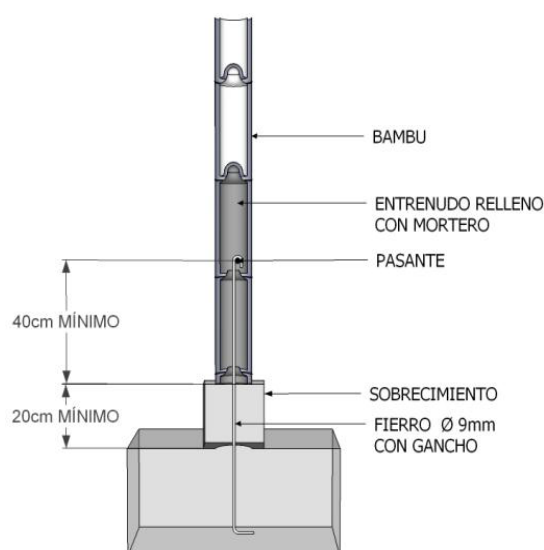


Figura 160. Unión con Anclaje Interno

Caso 2: Unión con Anclaje Externo

Se deja empotrada a la cimentación una base metálica con dos varillas o platinas de hierro de 9mm de diámetro como mínimo. Estas varillas o platinas tendrán una longitud mínima de 40 cm sobre la cimentación. Se coloca un pasador (perno) con diámetro mínimo de 9mm, que unirá las dos varillas o platinas, sujetando la columna de bambú.

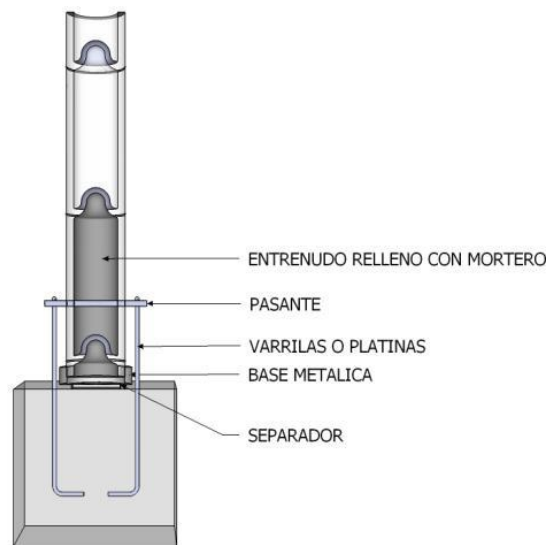


Figura 161. Unión con Anclaje Externo

8.3.2. Unión entre sobre cimiento y muros

Cada muro debe tener como mínimo dos puntos de anclaje conectados a la cimentación o al sobre-cimiento mediante conectores metálicos. Los puntos de anclajes no pueden estar separados a una distancia superior a 2.50 m. En caso de las puertas habrá un punto de anclaje en ambos lados.

8.3.3. Unión con soleras de madera aserrada

En este caso las soleras se fijan a los cimientos con barras de fierros roscadas, fijadas a éstas, con tuercas y arandelas que cumplan con lo establecido. La madera debe separarse del concreto o de la mampostería con una barrera impermeable.

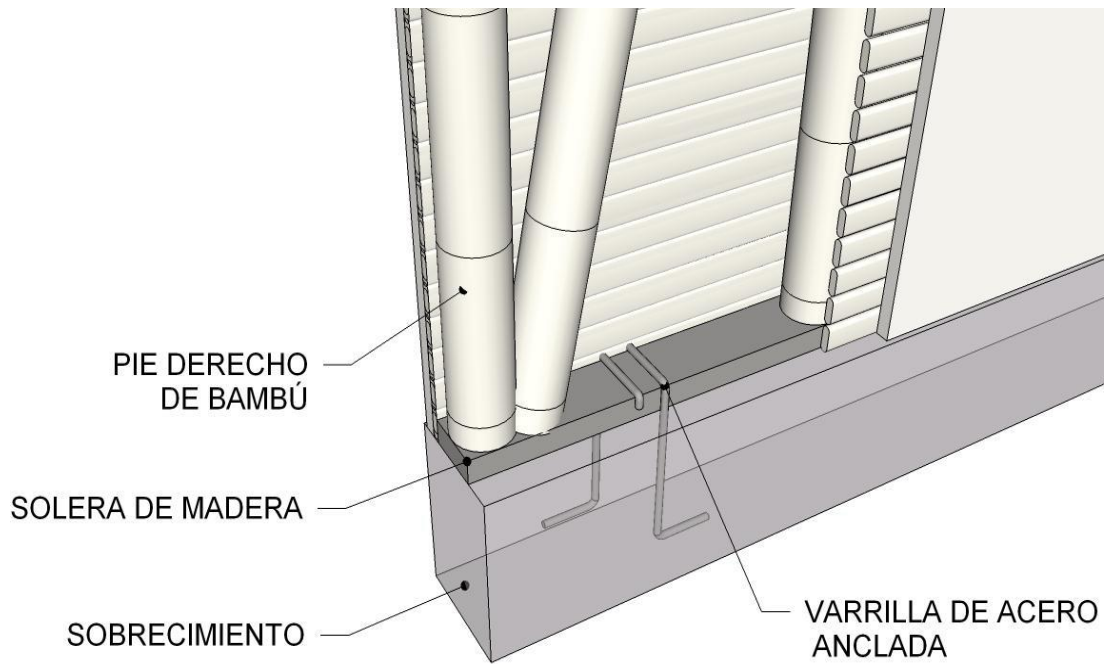


Figura 162. Con varilla de acero anclada

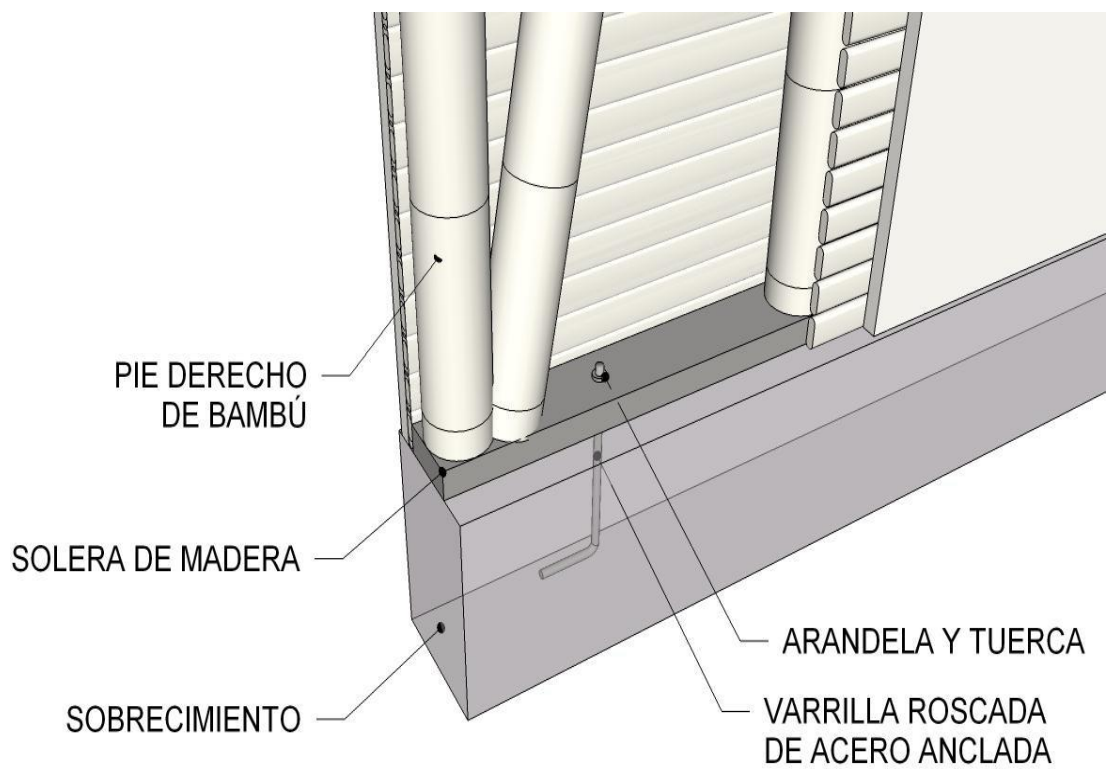


Figura 163. Con varilla de acero roscada

Fuente: Norma, Técnica E,100 bambú

8.3.4. Unión entre muros

Se unen entre sí mediante pernos o zunchos. Debe tener como mínimo tres conexiones por unión, colocadas a cada tercio de la altura del muro. El perno debe tener, por lo menos 9 mm de diámetro.

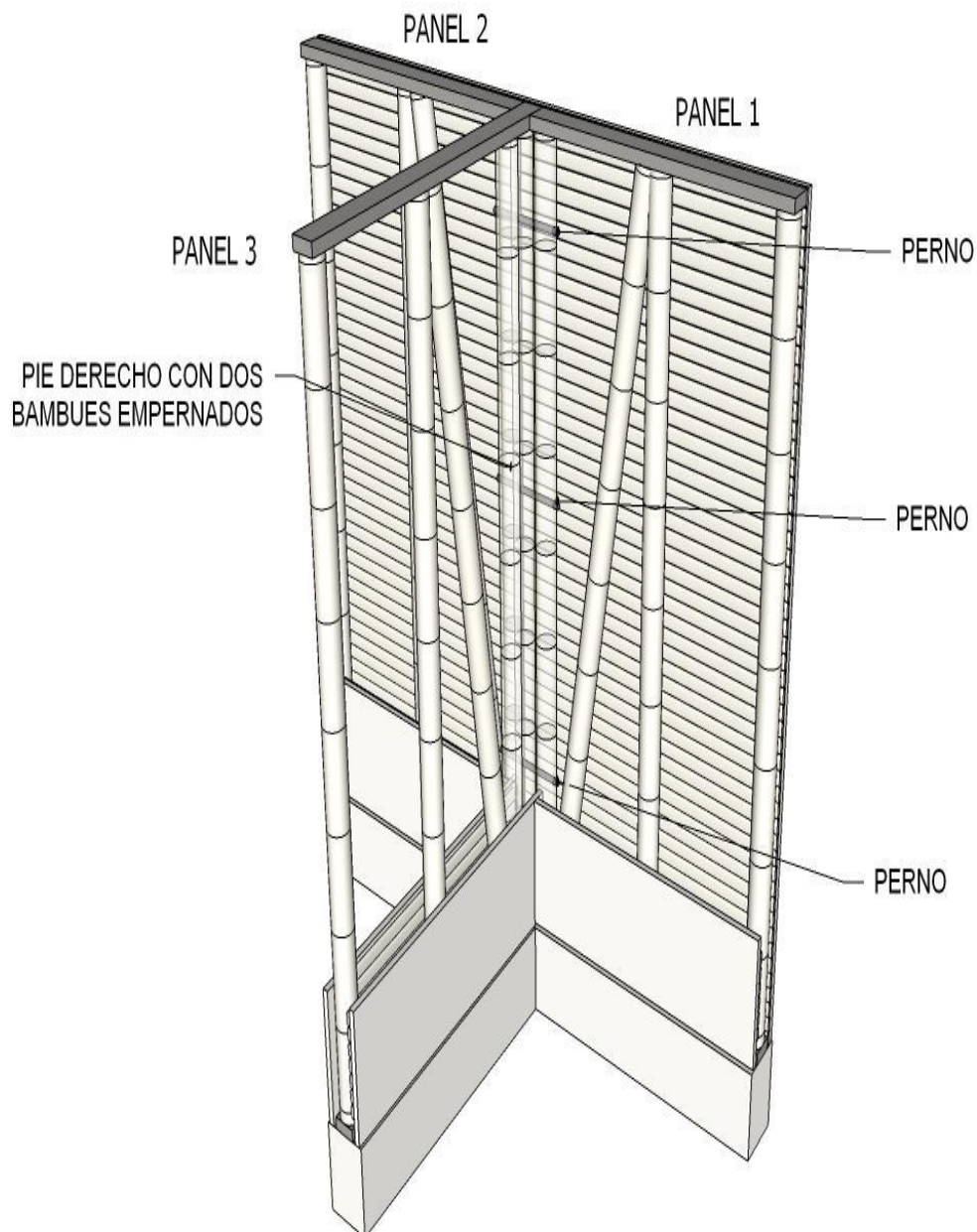


Figura 164. Unión entre muros

9. Paredes

Este proceso se llama llenado de paneles y consiste en rellenar la parte central del panel con una mezcla de concreto que debe ser pastosa para que no se deslice. Esta mezcla se realiza con cemento, cal, grava y arena en una proporción de 1/2 bulto de cemento, 1 bulto de cal, 10 latas de arena y 10 latas de grava de $\frac{3}{4}$ ". Se debe revolver bien y se le va agregando agua hasta lograr una mezcla homogénea. Esta se aplica con la ayuda de una tabla y la cuchara de albañil o en caso de autoconstrucción hasta con la mano, lo que se pretende es rellenar el centro del panel. En algunos casos un operario va colocando la mezcla y otro por el lado contrario sostiene una tabla en forma de cimbra y la va deslizando, de esta manera la actividad se realiza en menos tiempo.



Figura 165. Inicio de llenado de panel

Fuente: Bejarano, 2002



Figura 166. Panel relleno

Fuente: Bejarano, 2002

9.1. Colocación de tela de gallinero hexagonal de $\frac{3}{4}$ "

El objeto de poner la tela de gallinero es para que la mezcla de cemento y arena tenga más adhesión al panel.

Esta tela se debe partir en tiras de 20 cm de ancho por 2.4 m de largo, se va a colocar donde exista unión de paneles o en las esquinas de las paredes, por dentro y por fuera, así como en los contornos de las futuras puertas y ventanas.

Se fija con clavo de 1 $\frac{1}{2}$ ", se clava la mitad y se dobla estirando lo máximo la tela. Esto es para que el cemento forme una sola unidad y no se produzcan rajaduras a la hora de fraguar el concreto. Esta es una actividad muy importante y por lo tanto indispensable.



Figura 167. Ubicación de la malla sobre las paredes

Fuente: Bejarano, 2002

9.2. Salpicado de las paredes

Una vez rellenos los paneles y colocada la tela en los lugares indicados se procede a lanzar una capa delgada de mezcla de arena un poco gruesa con cemento en proporción 1 bulto de cemento y 10 cubetas de arena.



Figura 168. Zarpeado de paneles utilizando arena y cemento

Fuente: Bejarano, 2002

9.3. Acabado de las paredes

Una vez realizadas las dos actividades anteriores se debe dejar pasar de 3 a 4 días, mojando la pared dos veces al día, para posteriormente darle el acabado final. Esta actividad es semejante a la que se realiza con otros métodos constructivos donde se utilizan block o tabique; se deben sacar primero los niveles para saber qué tan grueso será el revoco, por lo general, si los paneles están bien nivelados, éste nunca excederá de 2 cm. Lo anterior dependerá del ancho de la pared. Se hacen guías con mezcla del mortero y posteriormente se rellena el resto utilizando una pieza de madera o tubo cuadrado para alisar o quitar el sobrante de la mezcla.

Se utiliza cemento, cal y arena cernida con la siguiente proporción: $\frac{1}{2}$ bulto de cemento, 3 bultos de cal, 18 latas de arena. A gusto del dueño se le puede dar un acabado áspero o un acabado fino. En el caso de las paredes externas se puede dejar áspero y luego aplicar tirol o bien darle el tipo de acabado que se prefiera (Bejarano, 2002).



Figura 169. Revocado de paneles

Fuente: Bejarano, 2002



Figura 170. Aplanado de revoco para la afinación de las paredes

Fuente: Bejarano, 2002

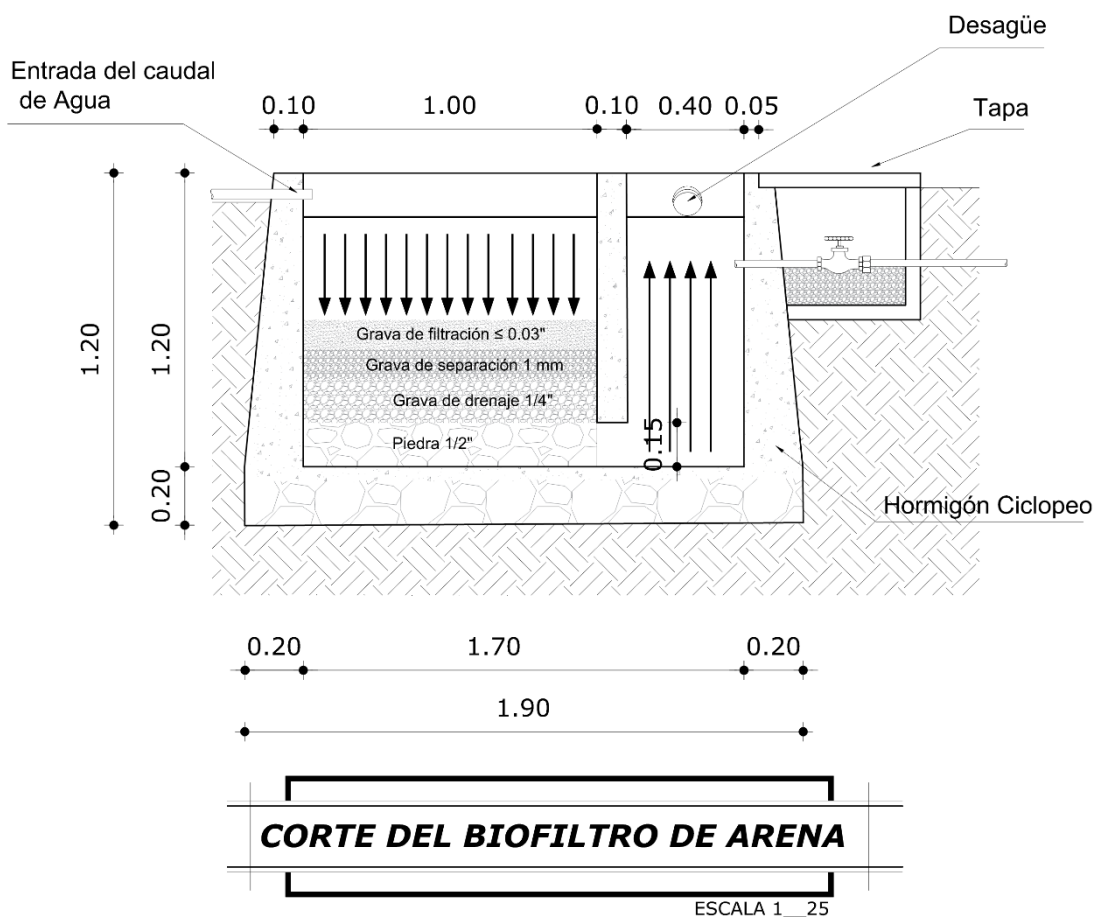


Figura 171. Paredes interiores revocadas

Fuente: Bejarano, 2002

10. Sistemas activos en el funcionamiento de la vivienda

10.1. Filtro Lento de Bioarena



10.1.1. Construcción

Materiales

1,26 m³ de Grava y Arena

9 fundas de cemento

0,37 m³ de piedra

30 cm de Tubo de 2"

2 m de Tubo PVC de 1/2"

1 Válvula de 1/2"

1 varilla de hierro de 10mm

Manguera de 1/2" y 3/4"

Tabla

Herramientas

Martillo

Sierra

Pala

Barreta

Carretilla

Baldes

Plomada

Nivel

Flexómetro

Materiales

Clavos

Puntales

0,15 m³ de piedra

0,15 m³ de grava de drenaje

0,15 m³ de grava de separación

0,15 m³ arena de filtración

Herramientas

Tamices

Pasos:

- Ubicar el sitio donde se construirá el filtro lento de bioarena, este debe de estar a un nivel más alto con respecto a la ubicación de la vivienda, para que haya velocidad y presión del agua.
- Limpieza y desmonte del terreno
- Trazado del tanque, para esto se recurrirá a los planos de diseño para ver el área que se va a utilizar.
- Excavación a mano de 2,9 m³ de tierra, para ello se utilizara herramientas como una barreta, pala y una carretilla para la evacuación del material.
- Colocación de piedra para realizar una base de concreto de 20 cm de espesor
- Realizar el encofrado del molde con madera, dejando el espacio de entrada y salida del filtrado del agua, ubicar los tubos PVC de 1/2" para la entrada y salida del líquido, así mismo el lugar donde estará ubicada la zona del desagüe
- Coloque el concreto en el molde utilizando una pala o un contenedor.
- Después de haber hecho la fundición de concreto, hay que desencofrar o retirar el molde.
- Realizar la caja de revisión donde se ubicara la válvula de 1/2", esta permitirá controlar el flujo de abastecimiento de agua hacia la vivienda.

10.1.2. Preparación de la arena y grava

Herramientas

- Tamiz de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ")
- Tamiz de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ")
- Tamiz de 1 mm (0.04")
- Tamiz de 0.7 mm (0.03")
- Palas
- Carretilla (si hubiera)

Materiales

- Cobertores (de lona o plástico), techo o edificación para evitar que la arena se moje y se contamine
- Máscara de protección facial (opcional)
- Guantes (opcional)

Pasos:

1. Pasar la arena por el tamiz de 12 mm ($\frac{1}{2}$ "), el tamiz de 6 mm ($\frac{1}{4}$ "), el tamiz de 1 mm (0.04"), y el tamiz de 0.7 mm (0.03"), en ese orden.
2. Desechar el material que no pasa por el tamiz de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ").
3. Almacenar el material que no pasa por el tamiz de 6 mm ($\frac{1}{4}$ "); este material se utilizará para la capa de grava de drenaje.
4. Almacenar el material que no pasa por el tamiz de 1 mm (0.04"); este material se utilizará para la capa de grava de separación.
5. Almacenar el material que no pasa por el tamiz de 0.7 mm (0.03"). Una parte de este material se utilizará para construir la caja del filtro de concreto, mientras que otra parte se va a tamizar un poco más para obtener la arena de filtración.
6. El material que pasa por el tamiz de 0.7 mm (0.03") es la arena de filtración que va en el filtro. Si se está construyendo filtros de concreto, NO debe mezclar esta arena con el cemento puesto que es muy fina y no ayudará a producir un concreto de buena calidad.

Nota: Quite todo material de desecho (como madera, plástico o pasto) que se encuentre en la arena o grava mientras se está tamizando.

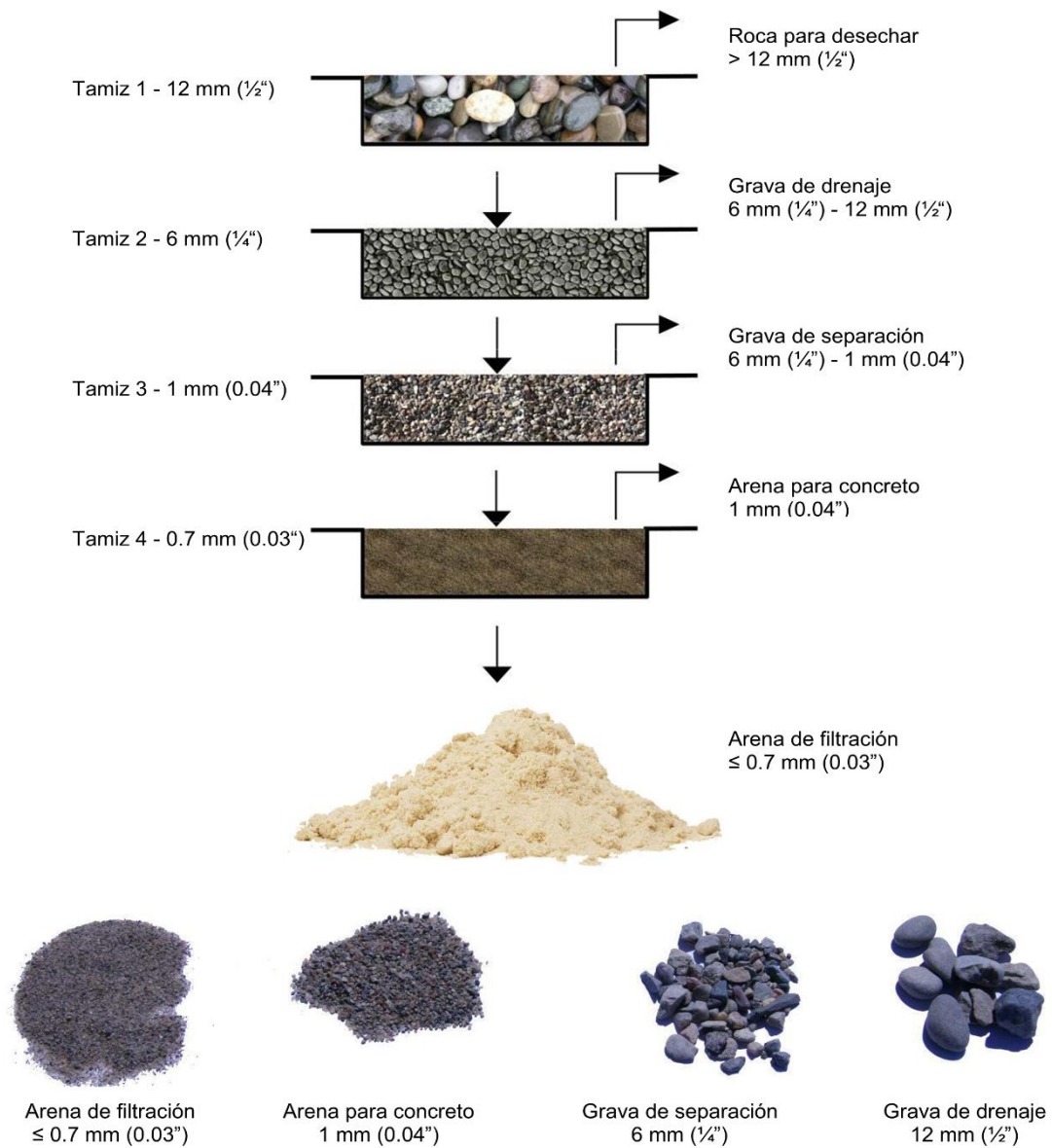


Figura 172. Tamaño de la arena y la grava de filtración

Fuente: CAWST, 2009

10.1.2.1. Lavar la grava y arena de filtración

Herramientas

Materiales

Grava

- Varios contenedores grandes de aproximadamente 40m (15") de profundidad.
- Agua limpia
- Grava de 12 mm (1/2")
- Grava de 6 mm (1/4")

Herramientas

Materiales

Arena

- Contenedor transparente pequeño, con tapa
 - Varios contenedores grandes de 40 cm (15") de profundidad
- Agua limpia
 - Arena de 0.7 mm (0.03")

Pasos:

1. Coloque aproximadamente 2-3 litros (0.5-1 galón) de grava de 12 mm (½") en un contenedor y para la arena coloque una pequeña cantidad de 0.7 mm (0.03") en el contenedor de aproximadamente 10 cm (4") de profundidad.
2. Ponga el doble de agua en el contenedor.
3. Utilizando la mano, mueva y remueva la grava o la arena hasta que el agua se torne sucia.
4. Vacíe el agua sucia del contenedor.
5. Repita el proceso hasta que el agua del contenedor salga limpia.
6. Lave el resto de la grava de 12 mm (½") o arena, utilizando el mismo método (de a pocos).
7. Repita los pasos 1 al 5 para la grava de 6 mm (¼").
8. Coloque toda la grava o la arena en una cubierta o una superficie de concreto y déjela secar al sol. Este paso es especialmente importante si se sospecha que la grava o el agua que se utilizó para lavarla está contaminada con microbios.
9. Guarde la grava o la arena bajo cubierta para mantenerla seca. También puede almacenarla en bolsas o contenedores que estén listos para utilizarse en el proceso de instalación

10.1.2.2. La prueba del frasco

- La primera vez que lave la arena, es necesario experimentar con el procedimiento de lavado para determinar la cantidad de veces que necesita lavar la arena.
- Lave la arena tal cual se describe en los pasos 1 a 5 anteriores. Mientras va lavando, cuente las veces que vacía el agua del contenedor.
- Al principio se va a tener que estar probando y probando hasta llegar a la cantidad de lavadas correcta, y es por eso que es importante contar cuántas veces se está lavando la arena, para saber cuál es el índice de flujo correcto y así poder tener una base para poder repetir el proceso. Para estimar si la arena se ha lavado adecuadamente, coloque un poco de arena en un frasco transparente con igual cantidad de agua limpia. Coloque la tapa y agite. Si mira por un lado del frasco unos 3 a 4 segundos después de haber dejado de agitar y puede ver la superficie de la arena, significa que la arena se ha lavado lo suficiente.
- Es posible que usted obtenga la arena y la grava de diferentes fuentes en diferentes ocasiones, por lo que deberá ir ajustando la cantidad de veces que tiene que lavar la arena. No obstante, pasado un tiempo, usted podrá desarrollar la capacidad de saber cuándo es que la arena ya está lo suficientemente limpia sólo con mirar el agua que va botando de su contenedor.



No suficientemente lavada



Bastante bien



Demasiado lavada

10.1.2.3. Prueba de la velocidad de flujo

- Para hacer la prueba final de la arena, instale un filtro de bioarena utilizando arena y grava de filtración y ponga a prueba la velocidad del flujo. La velocidad de flujo debe ser de 0.4 l/min al momento de la instalación del filtro.
- Si la velocidad del flujo es mucho más rápida que 0.4 L/minuto, significa que la arena se ha lavado mucho. Si esto pasara, deberá disminuir las veces que lava la arena. Una velocidad de flujo muy rápida el filtro no es efectivo.
- Si la velocidad de flujo es mucho menor que 0.4 l/min, significa que la arena no se ha lavado lo suficiente. Si este fuera el caso, deberá aumentar la cantidad de veces que lava la arena. Si la velocidad de flujo es muy lenta, el filtro todavía va a funcionar y va a mantener su efectividad, pero es posible que se bloquee con más frecuencia. Si la velocidad de flujo es ligeramente menor que 0.4 l/min, se puede dejar tal como está, siempre y cuando la velocidad de flujo no sea tan lenta que no llegue a ser un inconveniente para el usuario.

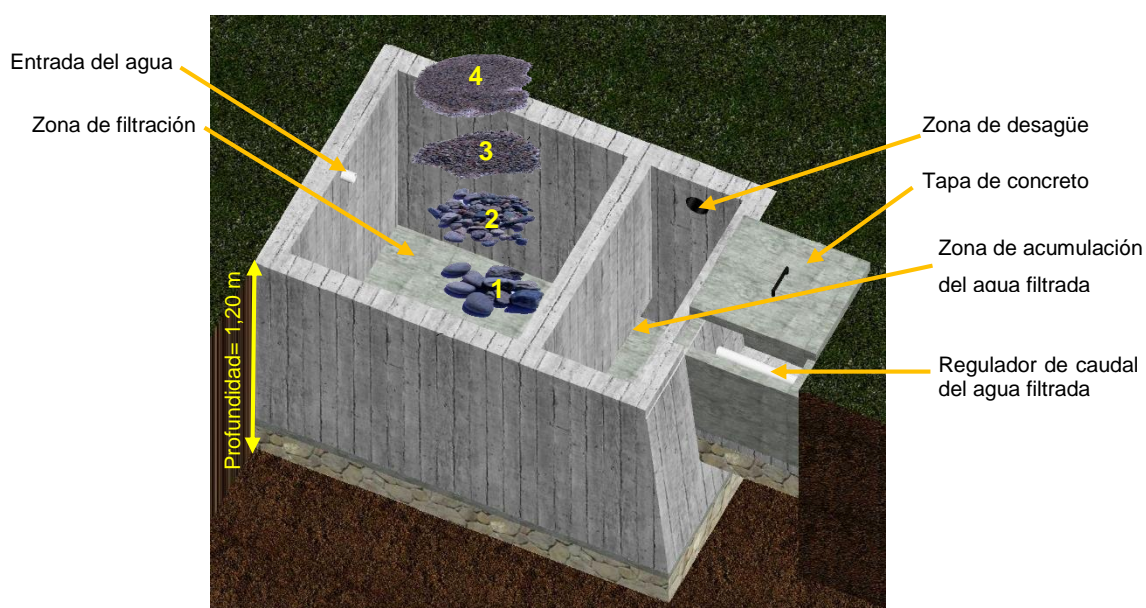


Figura 173. Modelo final del filtro de agua

10.2. Cocina Mejorada

Una cocina mejorada tiene como principal función evacuar eficientemente los humos de la combustión al exterior de la casa, y entre otras funciones, otorgar confort y ahorro de combustible a los usuarios.

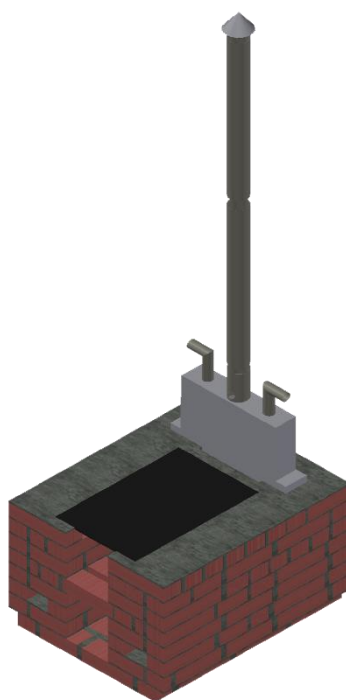


Figura 174. Modelo de una cocina mejorada

10.2.1. Construcción

Materiales

180 ladrillos de barro cocido de 9x10x29 cm
2 sacos de cemento
4 sacos de arena cernida
1/2 saco de arcilla o barro
3 m² de baldosa
plancha de hierro fundido de 60x40 cm
2 deslizaderas
2 compuertas 32x30 cm
arena ripio y piedra

Herramientas

Pala
Bailejo
Machete
Nivel
Plomada
Piola
Flexómetro
Carretilla
Tiza
Codal
Sierra
Martillo

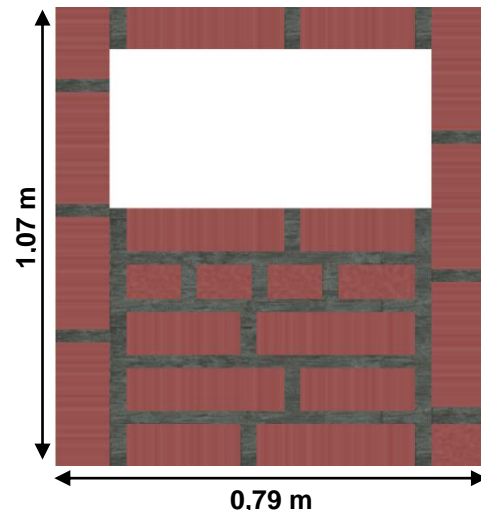
Paso 1: Construcción de la primera fila

Para iniciar la colocación de los ladrillos debe tomarse en cuenta que la primera fila debe ubicarse dejando unos 5 cm de espacio con respecto al trazo de los costados.

Esto hace que la para que la primera fila deje un espacio que permita que entre un poco el pie al acercarse, con lo cual se puede cocinar más cómodamente. Pegue primero los cuatro ladrillos de los extremos y asegúrese que queden a nivel, luego rellene el resto conforme se muestra en la siguiente figura.

Es importante asegurar que al pegar los ladrillos reproduzca el amarre o trabado, es decir, que se pongan los ladrillos trabados cuidando que las uniones no coincidan.

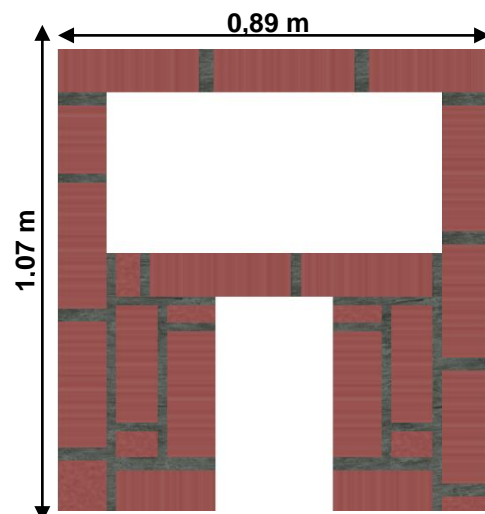
Previo a colocar los ladrillos sumergirlos en agua. Utilice una mezcla que se hace de tres partes de arena cernida fina y una de cemento.



Paso 2: Construcción de la segunda fila

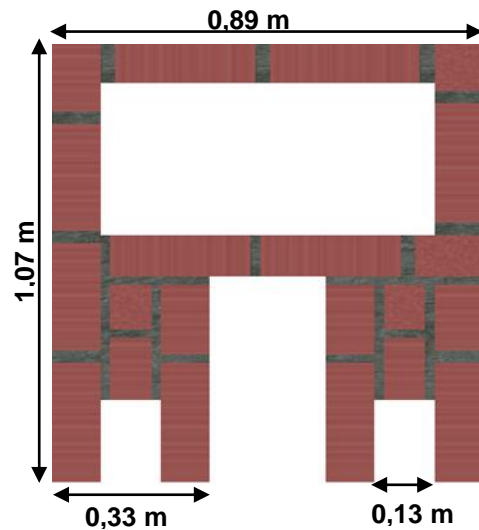
Inicie el pegado de la segunda fila, tomando en cuenta que ahora debe salirse 5 cm de cada lado, para llegar al final a la medida de 0,89 cm de ancho de la cocina.

Nota: Cuidar el comportamiento del cenicero que quede completamente liso.



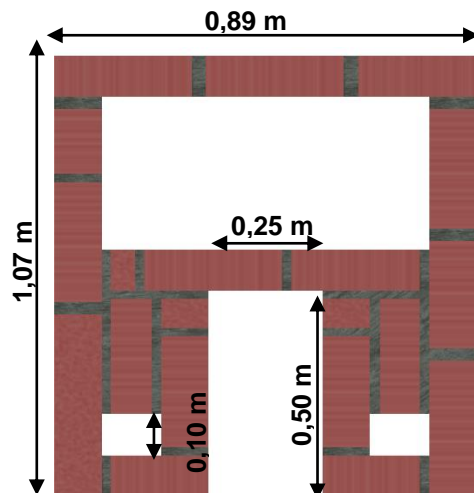
Paso 3: Construcción de la tercera fila

La tercera fila mantiene el mismo tamaño del exterior que la fila anterior, de forma que las dimensiones siempre sean 1,07 m x 0,89 m de ancho. En esta fila la particularidad que se deja en el frente de la estufa dos vacíos, los cuales servirán de respiraderos.



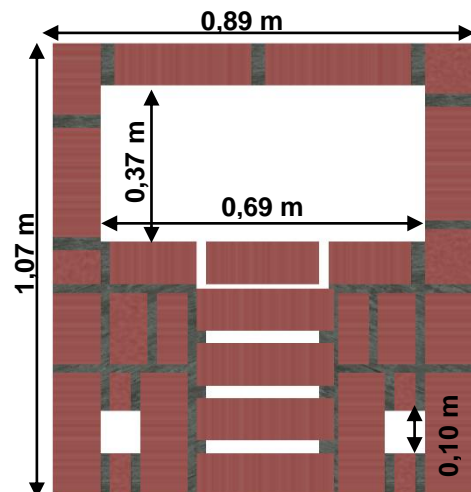
Paso 4: Construcción de la cuarta fila

Las dimensiones de la cuarta fila sigue siendo la misma que el de las filas anteriores, 1,07 m x 0,89 m de ancho. En esta fila hay que dejar un espacio de 0,10 m x 0,10 m de ancho, y el resto hay rellenar con ladrillos y mortero. La función de ese espacio, es la circulación de oxígeno para lograr una buena combustión de la madera.



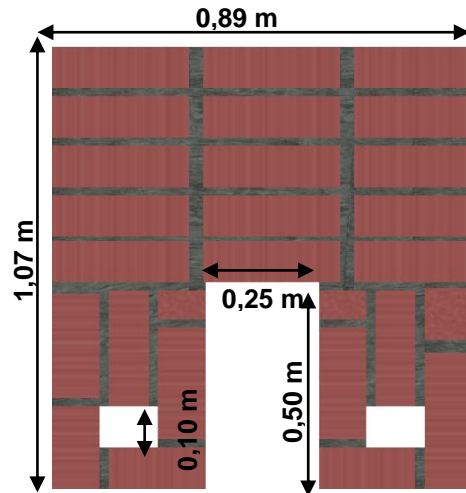
Paso 5: Construcción de la quinta fila

La construcción de la quinta fila, es diferente con relación a las filas anteriores, con una particularidad, hay que dejar el espacio de la fila 4 de 0,10 m x 0,10 m de ancho y para esta fila hay que ubicar 5 ladrillos pegados con mortero en el espacio de 0,50 m x 0,25 m de ancho dejando espacios entre ellos.



Paso 6: Construcción de la sexta fila

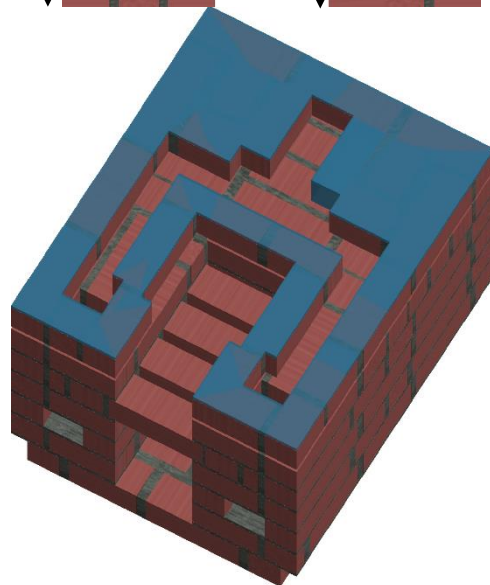
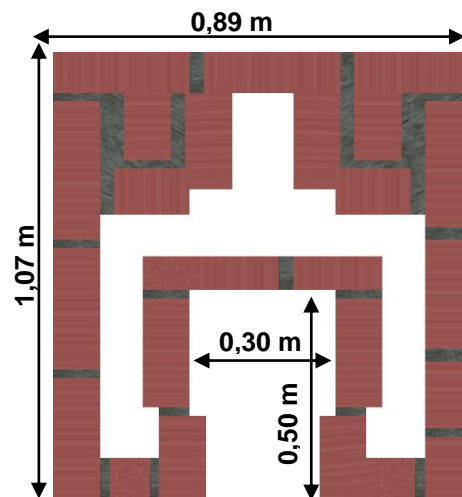
Antes del pegado del ladrillo en la sexta fila hay que rellenar con grava el área dejada en las filas anteriores de 0,69 m x 0,37 m de ancho, y luego se procede al pegado de ladrillo con mortero en el espacio rellenado, en esta fila se sigue dejando el lugar de 0,10 m x 0,10 m de ancho.



Paso 7: Construcción de la séptima fila

Esta es la penúltima fila y en ella debe dejarse un canal de comunicación de los agujeros de los respiraderos hacia atrás, que en la última hilera se conectarán con el calentador. También es muy importante dejar el fondo del área en donde se quemara la leña, más alto que todo el nivel de la fila, por lo menos 5 cm hacia arriba, puesto que de esta forma se asegura que el fuego vaya directamente hacia la plancha y con ello se logra un aumento del calor hacia la misma.

Después del borde elevado y hacia atrás, deben quedar definidos los conductos que van a llevar el aire desde los respiraderos, y el central, que lleva los gases que resultan de quemar la leña.



Paso 8: Construcción de la octava fila

En la octava fila se coloca el deslizadero de la compuerta de la cámara de fuego. En este caso el deslizadero y el ladrillo que cierran la entrada se colocan unos 2 cm hacia adentro, de forma que la compuerta quede ubicada hacia adentro y no haya peligro de que se toque y provoque quemaduras. Es necesario hacer los ajustes finales usando la plancha que debe estar a nivel y el calentador para asegurar que la construcción, efectivamente se adapte al taño y forma de las piezas de metal que deben estar a nivel.

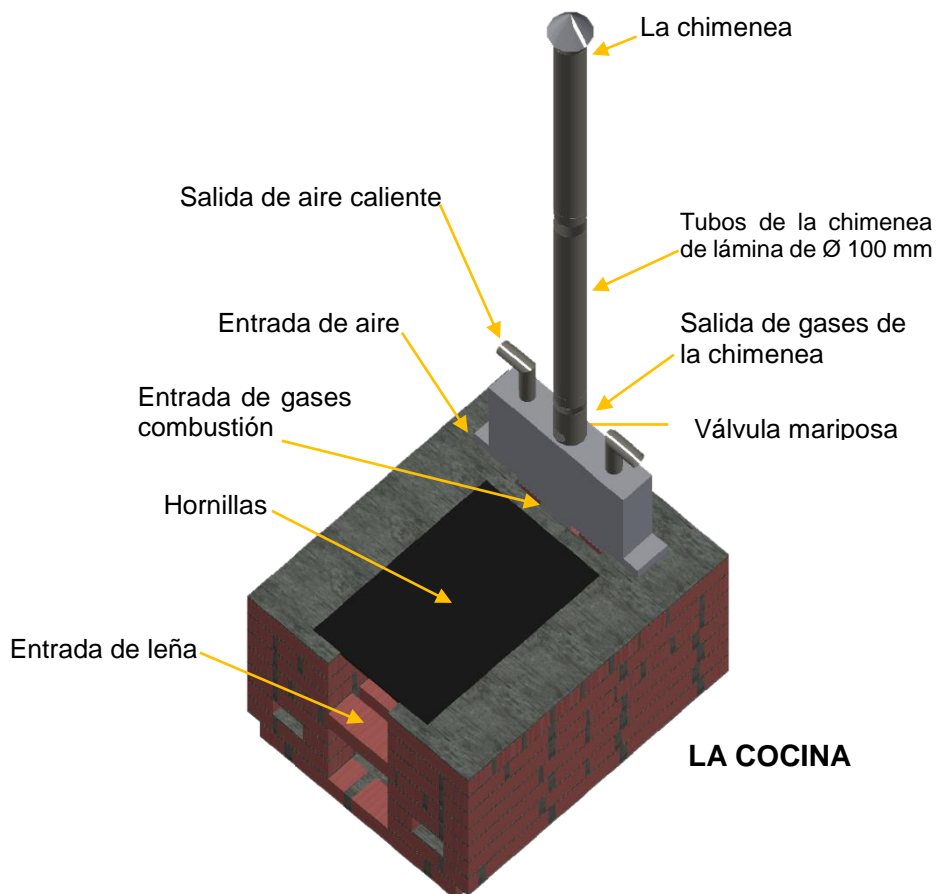
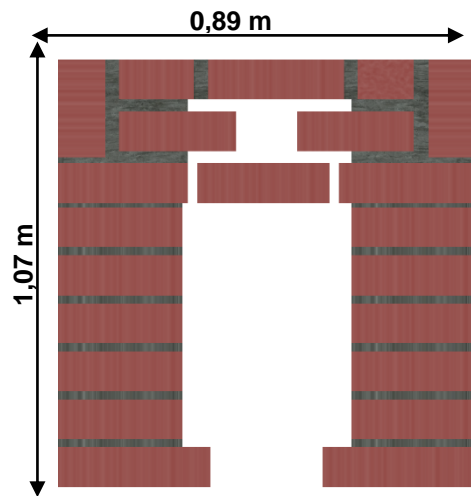


Figura 175. Estructura de la cocina

10.3. Filtro biológico para aguas residuales

La mayoría de las familias del área rural carece de los medios de información para disponer de las aguas que resultan del lavado de su ropa, lavado de platos y las que resultan después de bañarse. Las familias que disponen de agua en forma regular, producen diariamente unos 200 litros de aguas grises en cada hogar. Esto es un problema que contribuye a las condiciones de insalubridad del hábitat familiar.

Esquema general de cómo debe de estar integrado el sistema de filtro de aguas grises.

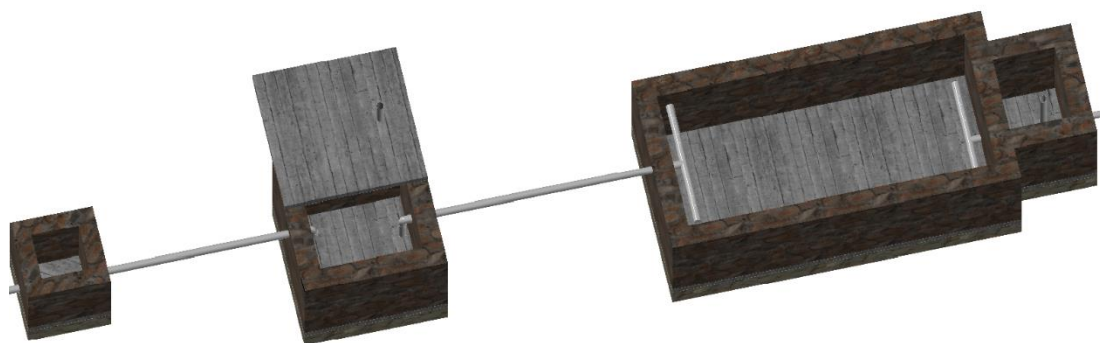


Figura 176. Esquema general del sistema de filtro de aguas grises

10.3.1. Construcción sistema de filtro de aguas grises

Antes de construir hay que estar seguro de contar con todos los materiales y herramientas necesarias de acuerdo con la siguiente lista

Materiales

Para los tanques

- 100 bloques de 15x20x40 cm
- 4 sacos de cemento
- 6 sacos de arena cernida
- 6 sacos de ripio

Herramientas

- Pala
- Bailejo
- Machete
- Nivel
- Plomada

Materiales

- 3 clavos de 4" para rejillas

Para relleno

- 6 carretillas de ripio
- 8 carretillas de arena fina
- 2 carretillas de tierra negra
- 4 carretillas de algún material vegetal (bagaso, paja ectc.)

Para las tapas, conducción del drenaje

- 2 varillas de hierro de 10 mm
- 2 tubos PVC de 2"
- 2 Te de PVC de 2" para drenaje
- 4 codos de PVC para drenaje de 2"

Para la jardinera

- plantas purificadoras como: carrizo, cartucho, guadua

Herramientas

- Piola
- sierra para cortar tubos PVC
- Tapones para los tubos
- Flexómetro
- Pico
- Barra
- Liana
- Codal
- paletas de enlucido
- Carretilla
- 2 m de alambre de amarre

10.3.1.1. Caja recolectora

La caja se construye con bloques y ladrillos y se hace un enlucido interno para asegurar que no haya fugas hacia el exterior. La caja puede quedar enterrada o expuesta, este depende de la altura del desnivel que las condiciones físicas del terreno permitan, el caso de ser posible es preferible que esta caja quede sumida o enterrada en el suelo.

Antes de construir la caja se debe hacer una base o replantillo de unos 5 cm de hormigón. Se recomienda que todas las conexiones en el sistema se hagan usando tubo de PVC para el drenaje de $\varnothing = 2''$.

A continuación se muestra como debe quedar la caja:

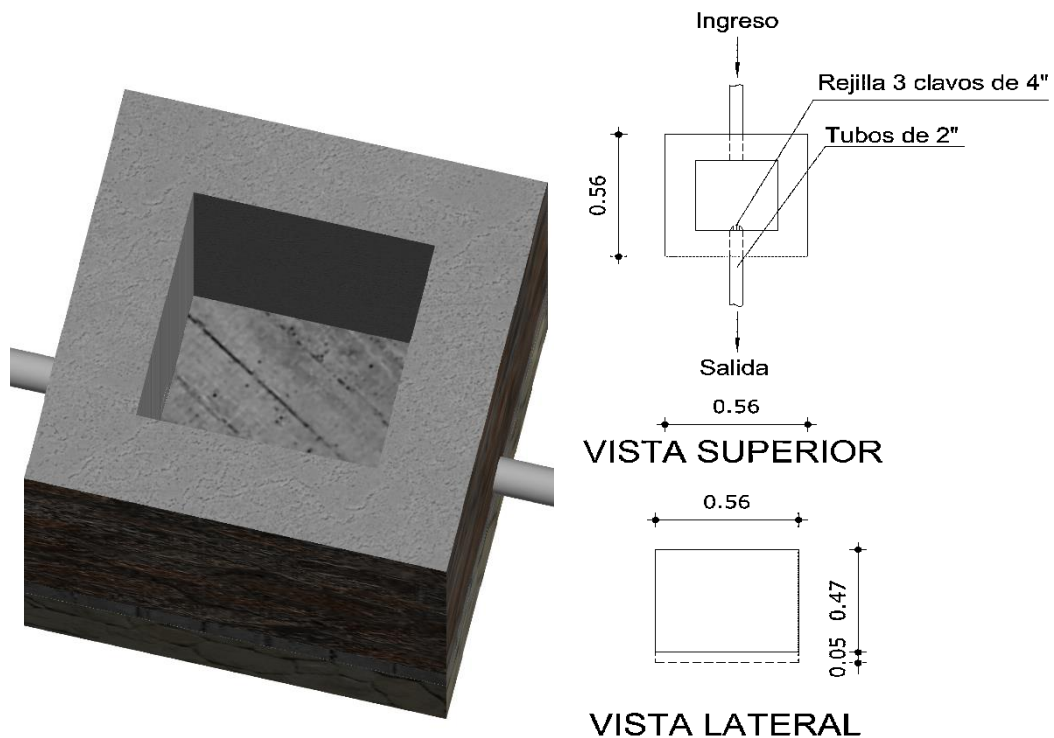


Figura 177. Modelo de la caja recolectora de aguas grises

10.3.1.2. Caja separadora de grasas

A continuación debe construirse la caja que actúa como sedimentador y trampa para grasas. Al igual que la anterior esta caja se puede construir con bloque o ladrillo y debe quedar enlucida por dentro.

La caja recibe el caudal previamente reunido en la anterior y después de pasar cernido por la rejilla. El tamaño de la caja tiene un tiempo de retención del agua residual de por lo menos 24 horas.

Esto asegura que se realiza la sedimentación y digestión de la mayoría de la materia orgánica, lo que desarrolla con el tiempo un lecho de lodos activados, el cual está enriquecido con la microbiología que es la que ayuda a realizar este proceso.

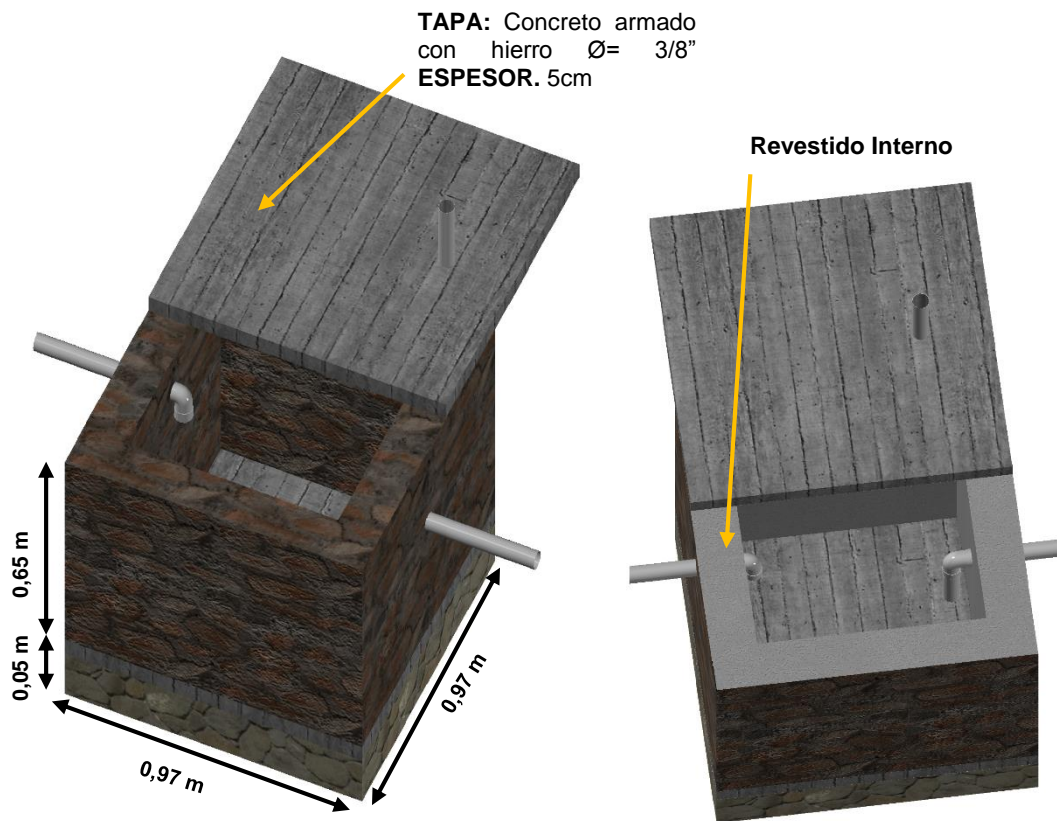


Figura 178. Modelo de la caja separadora de grasas

Como puede verse en los planos, en esta caja el nivel de salida, debe quedar 15 cm más abajo del nivel de la entrada.

Con esto se garantiza que las partes que flotan y van dentro del agua (grasas, espumas, etc.) van a quedar dentro de la caja.

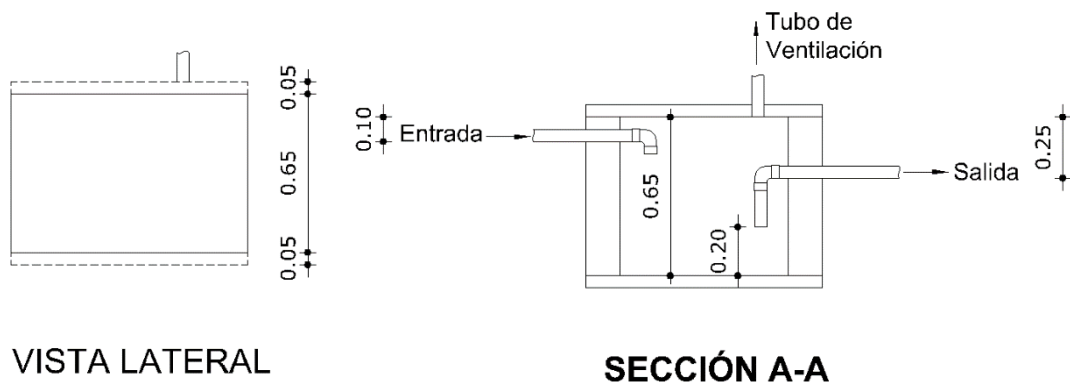


Figura 179. Plano del nivel de salida y entrada de las aguas grises

10.3.1.3. Filtro

Es el momento de construir el filtro jardinera, para hacerlo se puede usar tanto bloques como ladrillos y al igual que las anteriores cajas deben quedar enlucidas por dentro para asegurar que no habrá filtraciones. Esta unidad puede quedar también enterrada, pero en este caso es importante crear una protección para evitar que los animales domésticos puedan hacer daño a las plantas sembradas en el mismo.

Si la unidad queda sobre la superficie sus paredes pueden ayudar a crear una barrera, pero esta posibilidad depende con que las condiciones del terreno lo permitan.

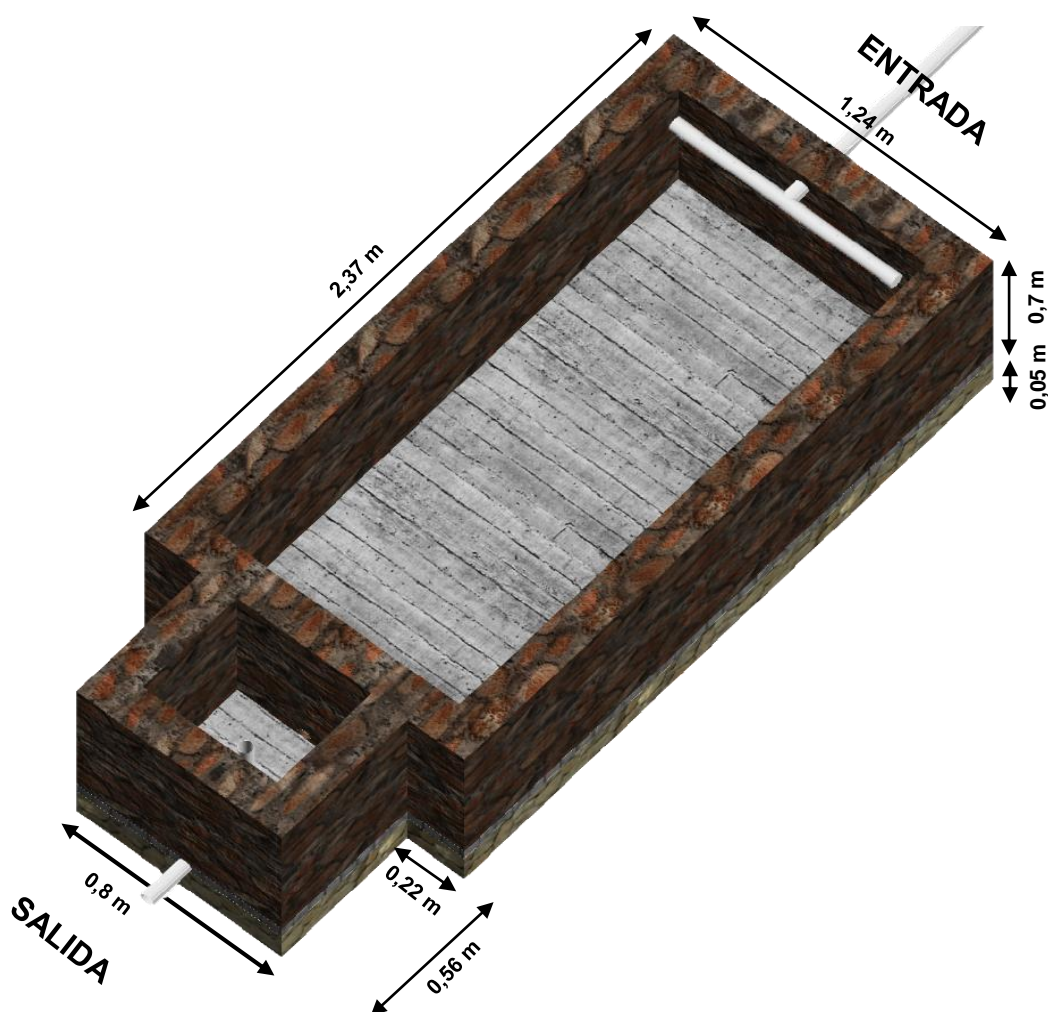


Figura 180. Modelo del Filtro

El filtro jardinera se construye con tres filas de bloques lo que hace un trabajo bastante sencillo y rápido de hacer. El agua se recibe de la caja sedimentadora por la parte alta del filtro y sale en el extremo opuesto a nivel del suelo, la misma que sale a una pequeña caja que se construye para ese propósito. En la caja de salida se pueden poner diferentes largos de tubo con lo cual se puede regular el nivel del agua en el interior del filtro.

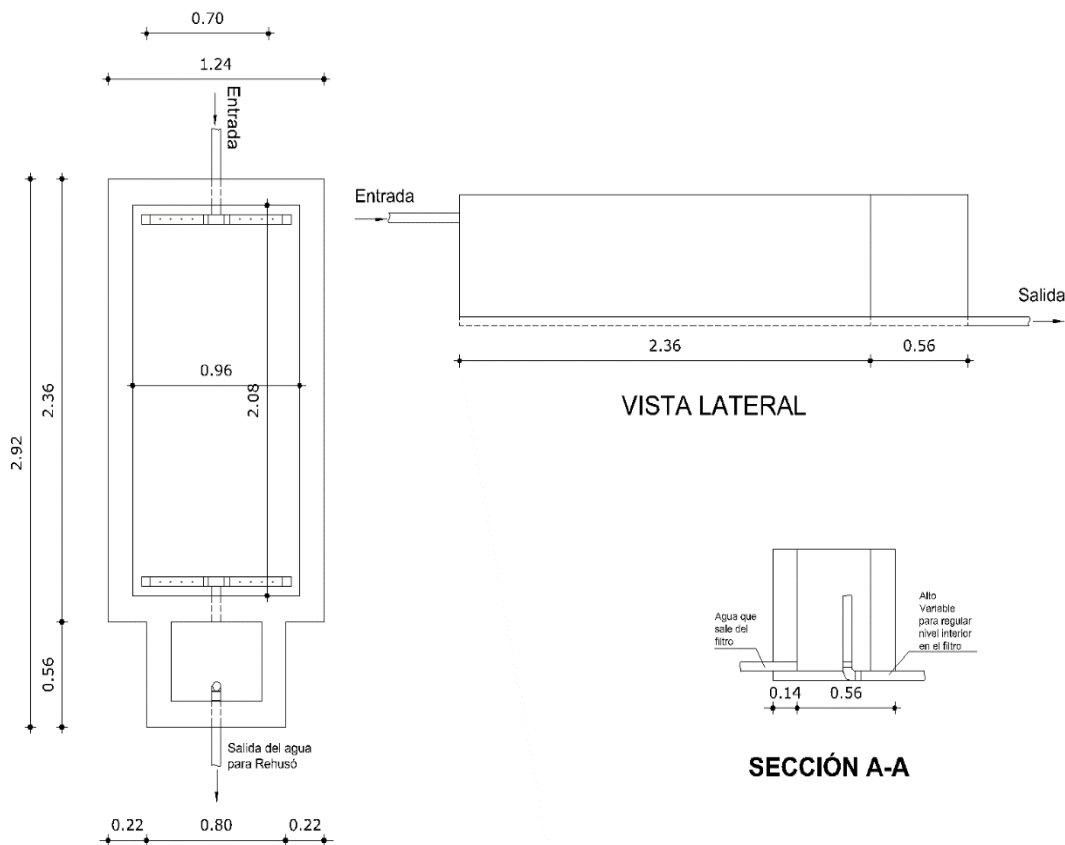


Figura 181. Plano del filtro

Concluido el proceso de construcción deben hacerse las conexiones, que como ya se ha indicado, debe utilizarse tubo de PVC para drenaje de 2" de diámetro. Para el ingreso y la salida del filtro se recomienda utilizar un tubo perforado para asegurar que el agua que entra y sale se distribuya por todo el ancho del filtro, para lo cual es necesario que se hagan varios agujeros de 8 a 12 mm de diámetro en el caso de que algunos se obstruyan por el propio relleno del filtro.

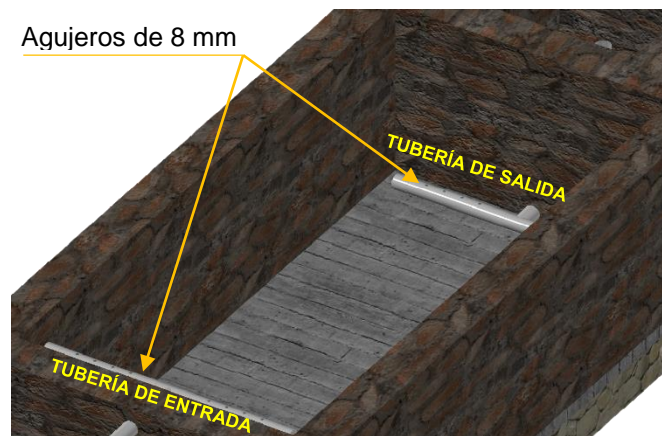


Figura 182. Ubicación de la tubería PVC agujerada

Después de días de haber concluido con la construcción se procede al llenado del filtro y a la respectiva siembra de plantas en el mismo. El filtro se llena con materiales diferentes: en la entrada debajo del tubo perforado donde ingresa el agua, se usa piedra de 5 a 7 cm; en la parte del centro donde se siembran las plantas, una mezcla de arena y tierra y en la parte de la salida, encima del tubo de salida se coloca de nuevo piedras. Las partes de la entrada y salida miden entre 20 y 25 cm. de las orillas del filtro hacia adentro, y el resto, es el relleno para sembrar las plantas.

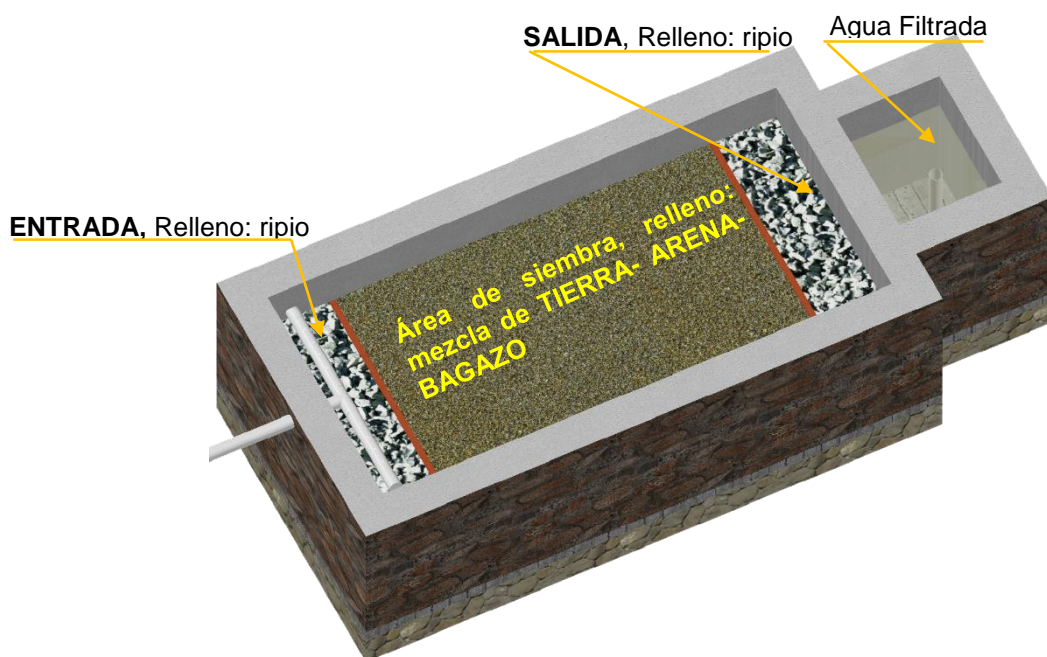


Figura 183. Relleno del filtro

10.3.1.4. Relleno del filtro

Para finalizar la construcción hay que sembrar las plantas seleccionadas que ayudaran en el proceso del filtrado o depuración de las aguas. Estas plantas deben de tener las propiedades adecuadas para permanecer dentro del agua sin afectarse, tales como la caña de carrizo, la totora, el junco, algunas variedades de guaduas pequeñas, la Galatea, la planta de flores conocida como acerca, el cartucho, el agapango, el papiro etc.

Las plantas deben de colocarse en el área de siembra y si se disponen de suficientes es mejor sembrarlas a corta distancia, entre 10 y 15 cm de forma que se unan entre si y se enraícen lo más pronto posible.



Figura 184. Colocación de plantas en el filtro

10.4. Terma Solar para Agua Caliente

Un calentador solar es un aparato que se utiliza para calentar alguna sustancia, como puede ser agua, glicol, salmuera, aceite entre otras; con la energía proveniente del sol. Un buen calentador solar de agua puede durar funcionando hasta 15 o 20 años. La energía termal del sol puede ser utilizada para calentar agua a temperaturas inferiores a los 100°C o para la calefacción de ambientes. Se recomienda limpiar el colector cada 4 o 6 meses para aumentar su eficiencia y vida útil. Debido a que la inclinación terrestre modifica el ángulo de la incidencia de los rayos del sol a lo largo del año, es conveniente ajustar la inclinación del colector. Se recomienda tener un margen de +15° y -15° con respecto al ángulo de los rayos del sol en el equinoccio.

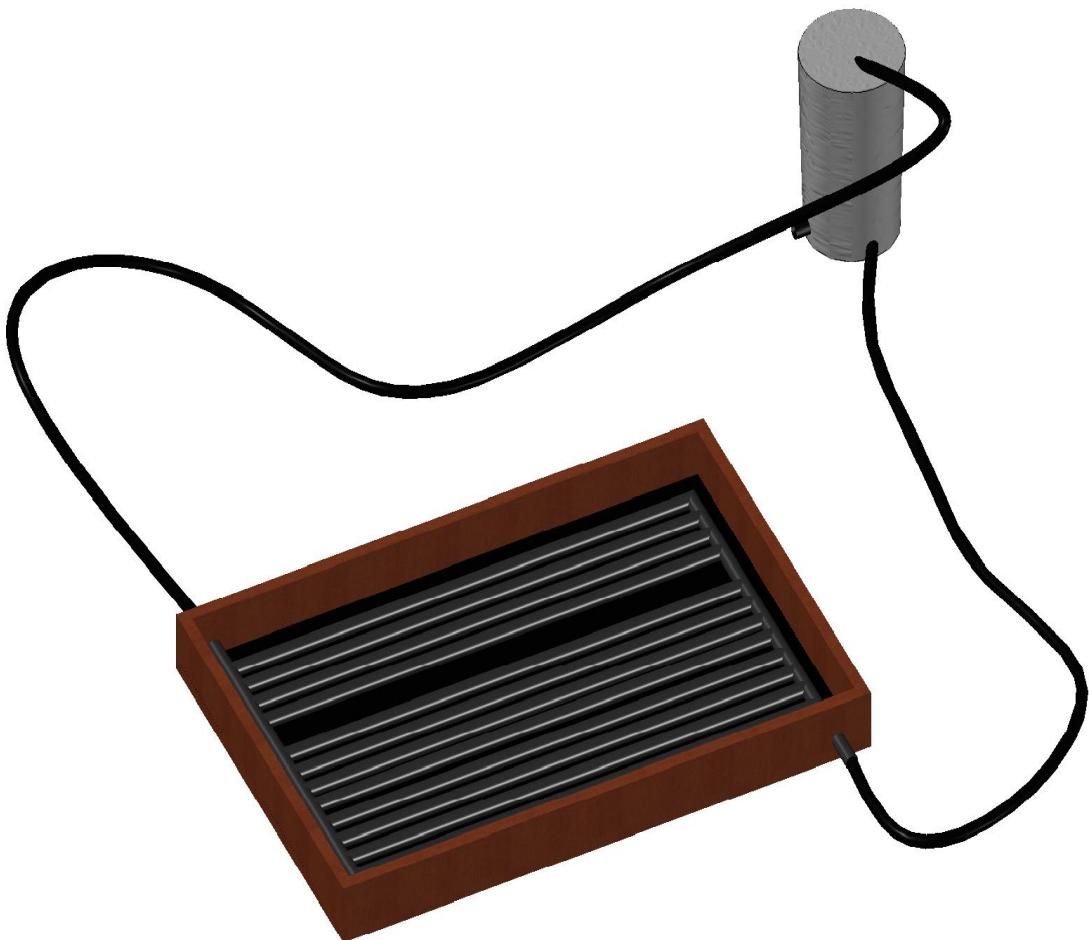


Figura 185. Calentador solar

10.4.1. Esquema del calentador solar

Este consta de principalmente de 3 partes:

- El colector solar plano
- El termo tanque
- El sistema de tuberías

El colector: es el encargado de capturar la energía solar. Se instala en el techo de la casa y orientado a la radiación del sol todo el día. Para lograr la mayor captación de la radiación solar, el colector solar plano se coloca con cierta inclinación, la cual depende del sol.

Termo tanque: mantiene el agua caliente y está forrado con un aislante térmico para evitar que se pierda el calor ganado.

El sistema de tuberías es por donde el agua circula. El arreglo de tubos se coloca horizontalmente sobre el suelo, con una inclinación específica dependiendo de la localidad terrestre.

10.4.2. Procedimiento del armado del calentador solar

- Comprar 2 tablas de madera de 120 por 80 cm con las cuales se elabora la caja, la madera conserva el calor y por su resistencia se utilizaría.
- Se coloca posteriormente la tubería y la lámina del calentador.
- Se hace de largo 120 por 64 cm exterior y de alto 11 cm, por la parte interior se coloca el pegamento llamado no más clavo para poder sellar perfectamente el cajón.
- Se pinta de negro mate ya que las pruebas realizadas con anterioridad demostraron que el negro absorbe más calor ya que absorbe toda la radiación del sol.



Figura 186. Armado de la tubería del colector

Fuente: (MOFFIN, s. f.)

10.4.3. Armado de la tubería del colector

Cortar una lámina de acero inoxidable con medidas más pequeñas que las del cajón, después perforar la lámina para poder sujetar la estructura de cobre a ésta con alambre galvanizado para que le sirviera como una aleta para mejorar la transferencia de calor.



Figura 187. Armado de la tubería

Pintar el interior del cajón nuevamente de negro mate pero esta vez con la estructura de cobre ya colocada en la lámina y fija en el cajón.

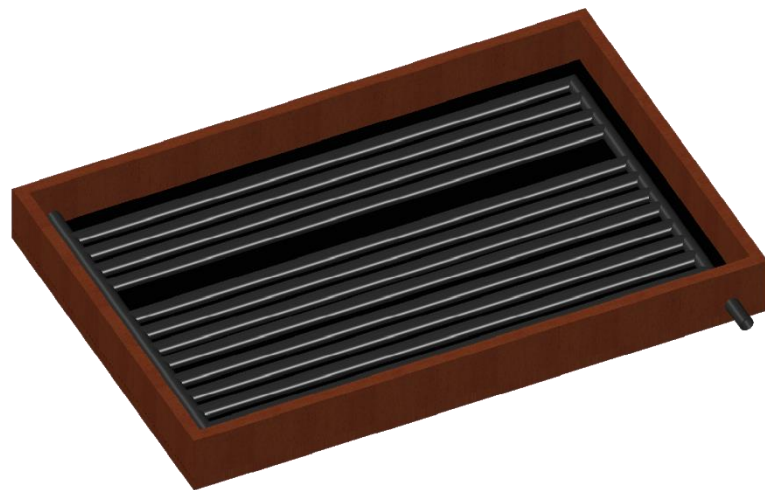


Figura 188. Colector terminado (sin vidrio) con conexiones de PVC

Al colector se le debe fabricar un par de patas en la parte posterior para darle una inclinación de 15 grados ya que la distancia del ecuador hace necesaria una inclinación de 15 grados.

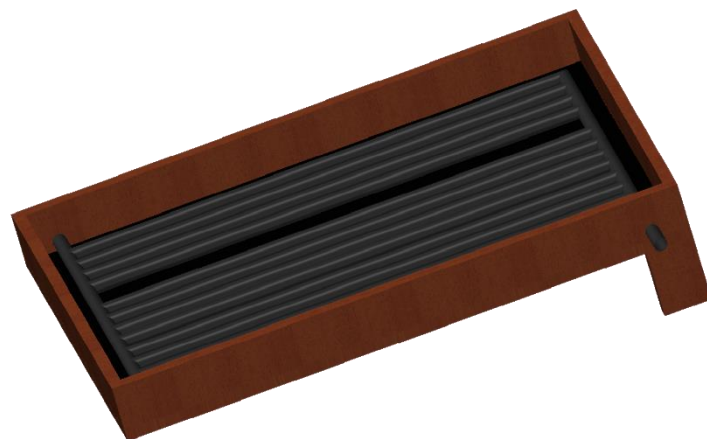


Figura 189. Colocación de las patas del colector

Cortar un vidrio de 1,18 x 62 cm para cubrir el colector y se pega con silicón el vidrio, éste se coloca para crear un efecto invernadero dentro del colector y así aumentar la temperatura de éste, ya que el vidrio permite la entrada de la radiación solar y al ser absorbida por el colector este la remite como calor

(radiación infrarroja) y el vidrio tiene la característica de que no permite el paso de los rayos infrarrojos.

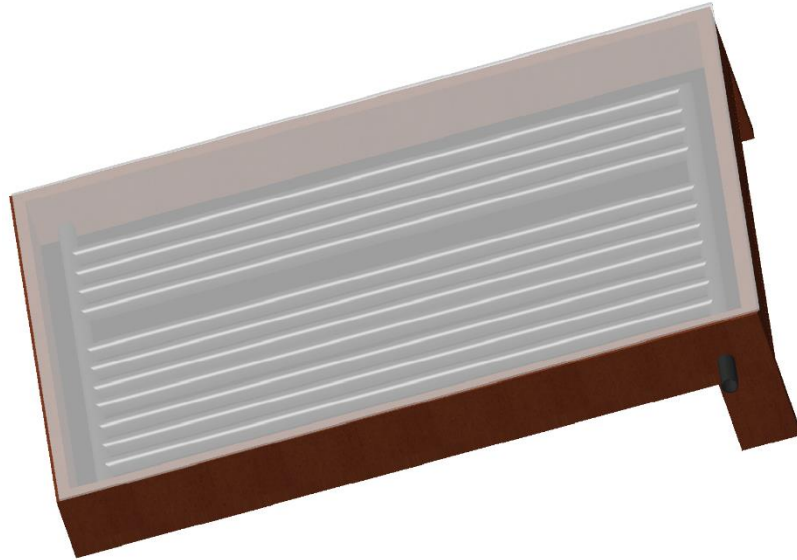


Figura 190. Colector en prueba de temperatura.

Para almacenar el agua se utiliza un bote de plástico con capacidad de 20 litros, a éste se le hace 4 perforaciones; tres en la parte de la base para conectar con el panel y formar corrientes de convección y una más en un costado en la parte superior que servirá como salida de nuestra agua caliente ya que ésta es menos densa que la fría y por eso se encuentra en la parte superior del bote.



Figura 191. Bote de plástico para almacenamiento del agua

Fuente: (MOFFIN, s. f.)

10.5. Pozo de compost

El pozo de compost es un lugar donde se realizara el compostaje que es un proceso de descomposición de la materia orgánica. Esta descomposición la llevan a cabo numerosos microorganismos, bacterias, hongos, e invertebrados como lombrices y cochinillas que viven en el suelo del jardín (Castro, 2011).



Figura 192. Modelo del pozo de compost

10.5.1. Construcción

MATERIALES

10 guaduas de 6 m de 12 cm de diámetro

5 planchas de zinc de 3,50 m

20 clavos para zinc

0,03 m³ de piedra

0,5 m³ de arena y grava

4 sacos de cemento de 50 Kg

1/2 Kg de brea

HERRAMIENTAS

Pala

Nivel

Plomada

Bailejo

Piola

Flexómetro

Martillo

MATERIALES

1 litro de diésel

HERRAMIENTAS

Barreta

Carretilla

Recipientes

Procedimiento.

- Trazar el área donde se construirá la caseta para el pozo de compost enmarcando los 4 m de frente por 2,5 m de fondo. Realizar 4 excavaciones por dentro del rectángulo, de 50 cm x 50 cm de ancho y 50 cm de profundidad en cada esquina
- Fundir las varas de guaduas nivelándolos y aplomándolos, pero hay que recubrirlos con brea incrementar su durabilidad.
- Armar el techo de guadua la que sostendrá el zinc de 5 m x 3,5 m de ancho con un volado de 0,5 m en todas las esquinas, para evitar que la lluvia inunde el pozo.
- Realizar una excavación rectangular de 3 m x 1,50 m de ancho y una profundidad de 0,2 m, donde se realizara la descomposición del compost.

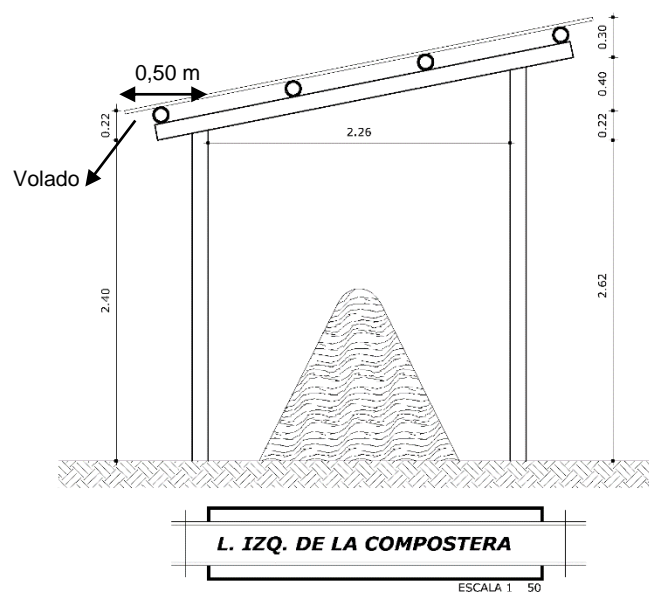


Figura 193. Detalle del volado de la compostera

10.6. Biohuerto familiar

El biohuerto familiar es importante porque mediante estas instalaciones, las personas adquieren una mejor alimentación, porque pueden consumir sus propias hortalizas, cuyos productos tienen un alto valor nutritivo en vitaminas y minerales. Para hacer tu propio biohuerto, debes seleccionar las semillas de cultivo rápido y que se puedan sembrar durante todo el año.

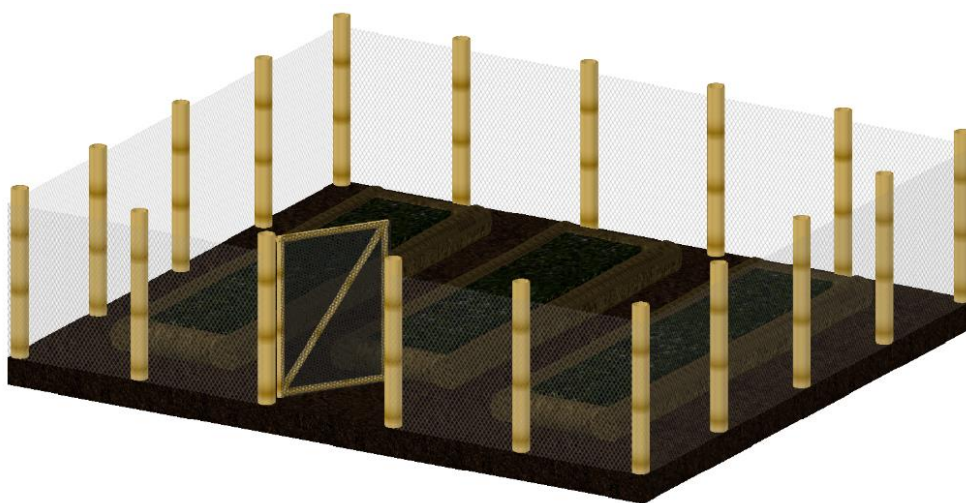


Figura 194. Modelo del biohuerto

10.6.1. Pasos a seguir para la construcción de biohuerto

Materiales

- 7 troncos redondos de 3,4 m de longitud
- 4 guaduas de 6 m de 12 cm de diámetro
- 0,5 m³ de arena y grava
- 3 fundas de cemento de 50 kg
- 15,6 m lineales de malla
- 1 kg de brea
- 1 galón de diésel
- 1/2 kg de clavo de 1/2"

Herramientas

- Pala
- Carretilla
- Nivel
- Martillo
- Sierra
- Plomada
- Motosierra

Procedimiento:

- Ubicar el huerto, donde no exista mucho desnivel del terreno, esto para evitar el lavado de abono cuando haya precipitaciones.
- Proceder al trazado y estacado del huerto, conviene disponer del plano del predio, donde están los caminos y las parcelas.
- Trazar y excavar los hoyos del cerramiento mediante el empleo de hileras de alambre con una marca de pintura a la distancia del hoyo trazado. La longitud de las hileras de los caminos están dibujados en el plano.
- Fundir las varas de guaduas nivelándolos y aplomándolos, estas deben de estar recubiertas con brea para su fundición.
- Ubicación de la malla alrededor del cerramiento del bambú y construir el pórtico de entrada.
- Trazar las tres parcelas utilizando troncos de árboles disponibles en la finca, al no disponer de troncos también se puede utilizar piedras para hacer los surcos en el perímetro de las parcelas.

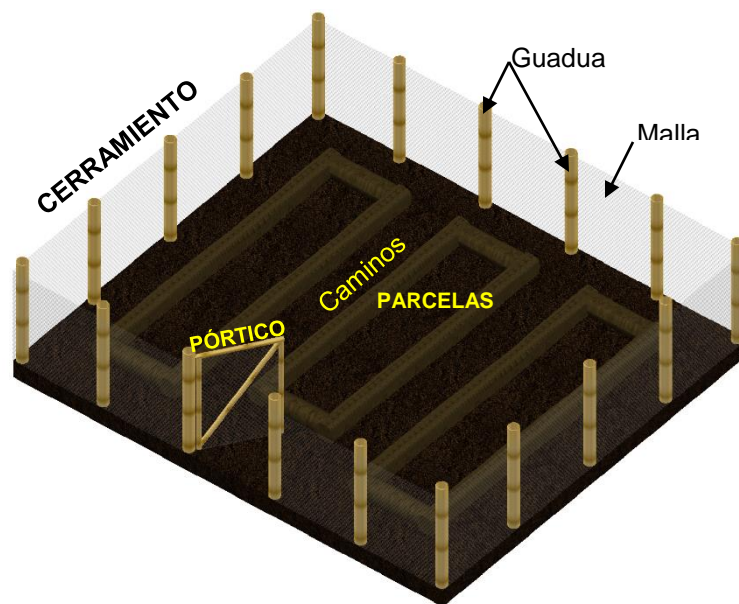


Figura 195. Estructura del biohuerto

10.7. Granja de gallinas y cuyes

La granja de gallinas y cuyes es donde duermen las gallinas y ponen sus huevos en las perchas, y los cuyes permanecen en corrales donde estos serán alimentados por la familia, estos estarán protegidos de la lluvia, del viento, del frío y de los depredadores; y donde pueden protegerse del sol durante el día.

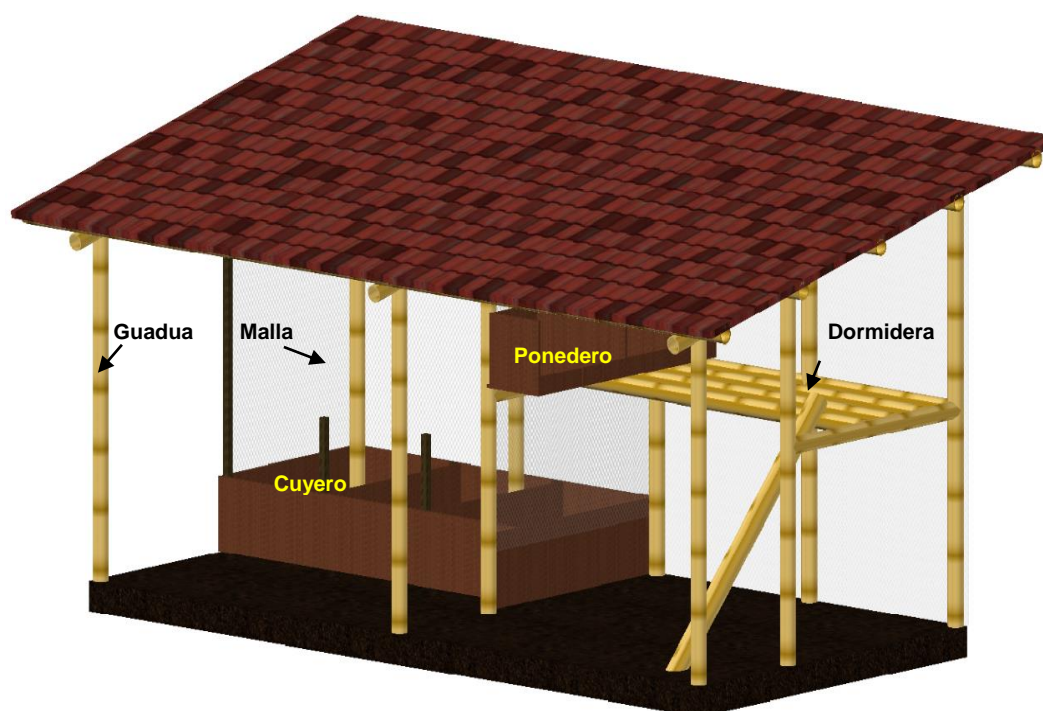


Figura 196. Modelo del gallinero y el cuyero

10.7.1. Construcción

MATERIALES

- 10 tablas de 3 cm de espesor
- 20 guaduas de 6 m $\varnothing = 12$ cm
- 2 listones de 3m de 5x5 cm
- 7 hojas de zinc de 4 m
- 1 kg. de clavos de 2 1/2"

HERRAMIENTAS

- Pala
- Nivel
- Plomada
- Carretilla
- Bailejo

MATERIALES

- 1 kg. de clavos de 1 1/2 “
- 4 planchas de zinc de 3,66 m
- 28 clavos para zinc
- 15,7 m² de malla hexagonal
- 2,7 m³ de piedra
- 1,65 m³ de arena y grava
- 12 sacos de cemento de 50 Kg
- 1 kg de Brea
- 1 galón de diésel

HERRAMIENTAS

- Piola
- Flexómetro
- Martillo
- Barreta
- Baldes

Procedimiento:

- Enmarcar la base del gallinero construyendo con tablas un rectángulo de 6 m de frente por 3 m de fondo. Hacer 6 hoyos por dentro del rectángulo, de 50 cm x 50 cm de ancho y 50 cm de profundidad: en cada esquina y en la mitad del fondo
- Fundir las varas de guaduas nivelándolos y aplomándolos, pero hay que recubrirlas con brea incrementar su durabilidad.
- Armar el techo de guadua la que sostendrá el zinc, y ubicar la paja sobre este para reducir el ruido de la lluvia.
- Instalar malla en toda la parte posterior de la casa para el cuyero
- Construir las perchas, ponederas para las gallinas de 1,76 cm x 0,5 m de ancho y 0,50 m de altura.
- Instalar el armazón con guadua donde dormirán las gallinas
- Construir el cuyero con listones y tabla de 3 m x 1,50 m de ancho

G. DISCUSIÓN

1. Información sobre el bambú como un material alternativo para la construcción, sus propiedades, cualidades de bajo costo y resistencia a los sismos.

Información relevante sobre el bambú, este se destaca por sus propiedades estructurales entre otras su relación resistencia peso que excede a la mayoría de las maderas, llegando incluso a compararse con el acero y fibras de alta tecnología. Su capacidad para absorber energía y admitir mayor flexión, hace que sea un material ideal para construcciones sismos resistentes, pero la parte negativa de este material es debido a que es susceptible a la humedad, y plagas, lo que se necesitaría es realizar una investigación sobre el tipo de plagas que lo afectan y además de como contrarrestarlas.

La *Guadua angustifolia* se encuentra en estado natural en Colombia, Ecuador y Venezuela, en donde forma colonias dominantes llamadas “guadales” concentradas principalmente en la región andina, entre los 0 y 2000 msnm, pero si analizamos el producto guadua en Yantzaza, es escaso, esto se debe a que ya han sido explotados para la construcción de andamios en la construcción de viviendas de hormigón, además de las exportaciones a mercados de cantones y provincias vecinas, donde la demanda de este producto es alta. Actualmente los principales abastecedores de guadua son provenientes del cantón El Pangui, ya que en este lugar existen bosques primarios a lo largo de las cuencas hídricas, y desde luego el producto es de buena calidad con respecto a la caña guadua que sale de los bosques de Yantzaza. La guadua se la encuentra en estado natural, además su explotación a gran escala disminuye su producción, ya que en la actualidad no existen proyectos para la industrialización del material, la mayoría de los habitantes solo venden este producto cuando tienen necesidades emergentes, no como un medio para mejorar su economía, es por eso que no se dedican a la producción de guadua en masa.

2. Diseño de un modelo de vivienda ecológica con bambú para la zona rural del cantón Yantzaza.

Para la implementación de la vivienda ecológica con bambú hay que tener en cuenta muchos factores físicos del medio como es la temperatura, la dirección del sol, la humedad, las precipitaciones y la topografía, ya que debido a la fragilidad del material de bambú a estas condiciones climáticas reduce el tiempo de vida útil, es recomendable entonces el uso de aditivos y perseverantes para aumentar su rigidez y resistencia a estos factores. El ataque de insectos y moho es otra de las partes negativas del material, en nuestro medio no existe investigaciones sobre como contrarrestar este problema, además según las normas INEN recomiendan este tipo de estudios, de lo investigado en lo que respecta a este material, existen muchos métodos de tratamiento, no se puede construir la vivienda con bambú sin pasar por estos procedimientos, ya que esto conllevaría a tener poca durabilidad del material en la construcción de la vivienda ecológica.

Es necesario utilizar brea para recubrir las partes de la guadua que se va a cimentar y el resto de la caña se debe recubrir con pintura de caucho, esto para evitar que le afecte la humedad, y los insectos, cuando se revistan las paredes, estas columnas de bambú deber de estar recubiertas con mortero y las que permanecen visibles deben pintarse en periodos anuales para conservar sus propiedades mecánicas.

La implementación de los sistemas activos de la vivienda son vitales, ya que sin estos no funcionaría el sistema ecológico, como podría denominarse vivienda ecológica si al construirse esta no tenga un tratamiento adecuado de las aguas residuales que se generan, si los residuos orgánicos que se generan en la vivienda se los desecha al medio ambiente, y si no se da un tratamiento adecuado al agua de consumo, la familia corre el riesgo de enfermarse por parásitos; entonces estos implementos son importantes ya que mejoran las condiciones de vida de las personas.

El modelo de vivienda ecológica diseñada es solamente para zonas rurales de fácil acceso para el transporte de materiales, como el pétreo y de construcción, ya que no se tomaron en cuenta los costos de transporte en acémilas, ósea el transporte hacia lugares de difícil acceso. Así mismo, existen alternativas para construir este modelo de vivienda en estas zonas, como por ejemplo no utilizar mortero para revestir paredes, solamente conseguir material para fundir las columnas, muros y en el piso utilizar madera, lo importante de esto es reducir costos energéticos y combinar los materiales al momento de construir una vivienda. En el caso de la guadua si existe inconvenientes, ya que su adquisición está programada para comprar en los aserríos a un costo de 10 dólares la unidad de 12 m de longitud, debido a los permisos de explotación exigidos por el Ministerio del Ambiente. Una de las alternativas a largo plazo es que los propietarios de las fincas que no cuenten con este recurso lo cultiven y así aprovechen su potencial constructivo.

3. Manual de construcción de la vivienda ecológica con bambú

Este manual brinda procedimientos básicos y describe las buenas prácticas para poder ejecutar con calidad los procedimientos constructivos con guadua, pero también existen también inconvenientes para mostrar información más técnica en los procedimientos constructivos, con lo que se lograría una mejor comprensión al lector, pero el objetivo de este manual es solo ofrecer información básica del proceso constructivo, ya que en el campo laboral el profesional que lo ejecute solamente se regirá a los planos de construcción, y al presupuesto general de la obra. Pero cabe mencionar que la intención ha sido más bien ofrecer un medio de apoyo en el caso de que el profesional desconozca sobre cómo hacer uniones, o revestidos entre guadua y hormigón.

H. CONCLUSIONES

- El bambú es un material ecológico 100% sustentable por su rapidez de renovación natural. No es un árbol pero sus tallos son considerados como tales, y está clasificado como una madera semidura a dura.
- De acuerdo con las más modernas tendencias arquitectónicas, una casa de bambú tiene resistencia, es liviana y prueba que tiene buena capacidad de ahorro de energía.
- Las construcciones en éste material no requieren herramienta especializada y permiten el uso de mano de obra no tan calificada, aunque debe haber una persona a su dirección con los conocimientos necesarios para su guía; ello contribuye positivamente a la generación de empleo.
- Es apto para construcciones sismo resistentes debido a su rigidez y elasticidad que evitan su ruptura al curvarse.
- Entre la guadua y el acero el módulo de elasticidad del hormigón-bambú es de 150000 hasta 180000 kg/cm², igual al hormigón (acero) de mezcla, pero la desventaja está en que el bambú para refuerzo de vigas no es conveniente, por cuanto se producen después muchas grietas en el hormigón.
- Una vivienda ecológica es un sistema sustentable, donde interactúan las actividades del hombre en el hogar y la remediación de la contaminación que este genera, así como el camino hacia el buen vivir, en cuanto a salud, alimentación y la interacción hombre-naturaleza
- Los sistemas activos vinculados al diseño de la vivienda son muy importantes para alcanzar la sostenibilidad de un sistema de vivienda ecológico, caso contrario sería un sistema convencional, no amigable con el medio ambiente.

I. RECOMENDACIONES

- Se deben crear normas de aprovechamiento del recurso de la caña guadua, ya que se podría crear un interés desmesurado en la explotación de este recurso pudiéndose llegar a causar la extinción de esta especie
- Es necesario capacitar a la gente que se dedica a la explotación de este recurso sobre las distintas formas de manejo y aprovechamiento de los guaduales, ya que el correcto manejo influye directamente sobre la calidad final del producto que se vaya a elaborar.
- Se debe divulgar sobre los distintos usos que la guadua tiene, así como también de los beneficios y costos ambientales.
- Es necesario realizar un estudio experimental sobre los diseños de los sistemas activos de la vivienda ecológica, como el filtro de bioarena, filtro biológico, calentadores solares para la zona de Yantzaza para demostrar si son efectivos o no en cuanto a las necesidades que se plantea.
- La construcción de la vivienda ecológica con bambú para zonas rurales, es solo para zonas donde hay acceso de vías y electricidad, para la trasportación de materiales como los agregados finos y gruesos y cemento, no es recomendable para zonas de difícil acceso ya que se elevarían los costos de transporte de materiales.
- Es necesario el empleo de brea para la cimentación de guadua-cemento para mejorar su durabilidad ante la humedad, además del tratamiento de secado de la guadua para su uso constructivo.
- Es importante además de la construcción de la vivienda con guadua, implementar los sistemas activos
- Es necesario realizar el corte de la guadua y el tratamiento adecuado para poder construir y así no pierda propiedades mecánicas.

J. BIBLIOGRAFÍA

Benítez, C. y Hernández J. 2009. Elaboración de papel artesanal de caña guadua. Trabajo de grado. Ingeniero agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Pp. 64.

Bejarno, R. 2002. Metodología para la construcción de vivienda utilizando como material principal el bambú. Pp 61

Botero, L. 2004. Proyecto: Manual de industrialización del bambú. Buenos Aires, Argentina

Camacho, V. y Páez, H. 2002. Estudio de conexiones en guadua solicitada a momento flector. Trabajo de Grado. Ingeniería Civil y Agrícola. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Pp 135

Castaña, N. 1990: Algunos sistemas Silviculturales para la propagación y Manejo de la Bambusa guadua en Colombia. Ponencia en el Seminario El bambú: un material de construcción de bajo costo; su cultivo y usos. Enda Caribe, Santo Domingo. República Dominicana.

Castro C. y C. Maza. 2013. Proyecto piloto del diseño de una Unidad Educativa Primaria, aplicando tecnologías apropiadas, para el Cantón Puyango. Tesis, Arquitecto. Carrera de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Internacional del Ecuador. Pp 180

Castro, E. y Dicken .1985. La guadua: un material versátil. Bogotá, Colombia. Ed. Arco. Pp 225

CAWST. 2008. Manual Del Filtro Bioarena. Manual CAWST: 5Pp: (En Línea) URL: <http://www.cawst.org/es/resources/pubs>

Colorado, A. 2002. La Guadua, una maravilla de grandes bondades y promisorio futuro. Revista: M&M, El Mueble y la Madera. No. 34 Editorial Árbol de Tinta Ltda.

Contreras, J. y Diaz, G. s.f. Inmunización de la guadua. Universidad Nacional de Colombia.

CORPEI-CBI, 2005. Proyecto CORPEI - CBI "expansión de la oferta exportable del ecuador". Industrialización y Usos del Bambú. 15 pp. (Consultado Marzo 24, 2014). (En línea) URL bibdigital.ep

Cueva, C y Maza, C. 2013. "Proyecto piloto del diseño de una unidad educativa primaria, aplicando tecnologías apropiadas, para el cantón Puyango". Tesis, Escuela de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Internacional del Ecuador. Loja, Ecuador. Pp 56

Fredd, C. y J. Taco. 2011. Cálculo y diseño estructural para la cubierta del mercado central de la parroquia de Píntag en base a Tenso-Estructura con el uso de bambú gigante (*Dendrocálamus asper*). Tesis, Ingeniero Civil. Carrera de Ingeniería Civil. Escuela Politécnica del Ejército. Pp 231

Fundación Terra. 2006. Perspectiva Ambiental. Viviendas ecológicas.. Barcelona, España. Pp. 225

Giraldo, E. Sabogal, A (1999). Una alternativa Sostenible: La Guadua. Colombia

Gonzalo, V. 2006. La Guadua como material alternativo de la madera. Tesis, Ingeniero Maderero. Carrera de Ingeniería Maderera. Universidad Tecnológica Equinoccial. Pp 108.

CPE INEN 2. Código de práctica para dibujo de arquitectura y construcción. Primera edición. Quito, Ecuador. Pp 12

GPE INEN 42.1976. (Spanish): Bambú caña guadua. Quito. Ecuador. Pp 3

Jules, Janssen 1996. The Bamboo Solution (en línea). Discover. Consultado 17 Feb. 2014. Disponible en <http://discovermagazine.com>

Diana. 2010. ¿Qué es una casa ecológica? (en línea). Conciencia eco. Consultado 17 Feb. 2014. Disponible en <http://www.concienciaeco.com>

Cobos, J y León R. 2007. "Propiedades físicas-mecánicas de la guadua angustifolia kunth y aplicación al diseño de baterías sanitarias del IASA II". Tesis, carrera de Ingeniero Civil. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui, Ecuador. Pp34

Liese, W. 1985. Bamboos-Biology, silvics, properties, utilization. GTZ, AS-Druck, 6479, Schotten, Germany.

Lira, E. 2014. Científicos venezolanos estudian el bambú para construir piezas de viviendas a bajo costo: Bambú para construcción de viviendas. Caracas, Venezuela. Disponible en: <http://www.usb.ve/> (Consultado febrero 20, 2014).

Londoño, M. 2005. La guadua y su aplicación en la construcción. Medellín, Colombia. Pp 425

Lores, J. 2002. Manuales de construcción. Edición, mayo 2012. Lima, Peru. Pp 62

Maldonado, A.2013. Plan de Ordenación Territorial del Cantón Yantzaza. Yantzaza, Ecuador. Pp 683

Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984). Proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT. Lima-Perú. Pp. 36

Mercado, M. y C. Molina. 2015. Estudio de factibilidad para la producción de caña Guadua en el recinto de rio chico, cantón Paján de la Provincia de Manabí y propuesta de plan de exportación para el mercado chileno, Tesis. Ingeniera comercial con mención en comercio exterior y finanzas. Universidad Politécnica Salesiana. Pp. 129

Mercedes, J. 2006. Guía Técnica Cultivo del Bambú. Etapas de desarrollo de una plantación de bambú. República Dominicana, Santo domingo. Pp. 38

Miguel, H. 2013. Tecnologías para casas y Hoteles Ecológicos (Casas Ecológicas) Tecnologías Apropriadas. Lima, Perú. Pp. 44

MOFFIN. s. f. Diseño y construcción de un calentador Solar. Proyecto, Desarrollo Tecnológico. 25 pp. (Consultado Mayo 28, 2014). (En línea) URL: www.feriadelasciencias.unam.mx

Morán, J. 2005. La Guadua Angustifolia: Antecedentes Históricos, usos tradicionales y actuales posibilidades para el desarrollo social y económico del

Nolivos, J y Yacelga, J. 2010. Estudio de conexiones entre elementos estructurales de caña guadua sometidos a carga axial. Tesis, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Pp 67

NORMA TÉCNICA. E. 100 BAMBÚ. 58 pp. (Consultado Abril 24, 2014). (En línea) URL. www.vivienda.gob.pe

Ordoñez, V; Mejía, T; Bárcenas, G. 2002. Manual para la construcción sustentable con bambú. Proyecto apoyado por el Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR. Jalisco, México. Pp 98

Perea, J; Juan, V. Yesinith; B. Pilar, M. 2003. Evaluación y documentación de prácticas sobresalientes sobre el manejo de la cosecha y maduración de la guadua en el departamento del Huila. Neiva, Colombia. Pp. 23

Rafael, L. 2002. Metodología para la construcción de vivienda utilizando como material principal el bambú. Vivienda Modelo CONAFOVI. Mexico. Pp 61

Shyam, S. Nandwani. 2006, Calentador Solar de Agua, Construcción, Funcionamiento y Uso. Heredia, Costa Rica. Pp. 63

Tandazo, J. Flores, G. 2012. "Proceso de industrialización de la caña guadua como material alternativo para la construcción y diseño de vivienda tipo de una y dos plantas, empleando caña guadua en sus elementos estructurales ". Tesis, Carrera de Ingeniería Civil. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui, Ecuador. Pp. 56

Telmo, P. y J. Flores. 2013. Plan de negocio de producción y comercialización de Productos derivado de la caña guadua. Tesis Ing. Comercial. Carrera de Ingeniería Comercial, Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. Pp 132

Victor, O. T. Mejía y Guadalupe B., s. f., Manual para la construcción sustentable con bambú. Métodos de secado. 25 pp. (En línea) URL: www.conafor.gob.mx

Widmer, I., 1990. Los bambúes biología, cultivo, manejo y usos. CATIE. Proyecto de Silvicultura de Bosques Naturales. Costa Rica. Pp 89

PAGINAS WEB

<http://www.concienciaeco.com/2010/09/21/que-es-una-casa-ecologica/>

www.flickr.com

www.kilombotenonde.com

www.bambumex.org

www.planfor.fr

www.biocybercuernavaca.com

bamboo.ning.com

foroantiguo.infojardin.com

<https://sites.google.com/site/caulinarte/hojacaulinardelaguadua>

<http://coldecimo.blogspot.com>

<http://eldiario.com.co/seccion/EDICION+DOMINICAL>

<http://estructurasenguaduapapiyon.blogspot.com/>

<http://www.conbam.info/pagesES/basics.html>

<http://guaduate2012.galeon.com/productos2655865.html>

www.casasecologicas.org

<http://xavianet.wordpress.com>

http://www.redesma.org/boletin/bol_2011/sodis/boletin.php

asopromay.blogspot.com

<http://cacita.org.mx/autogestion/servicios/sanitarios-ecologicos/>

<http://solucionessolares.blogspot.com>

<http://www.agroterra.com/p/kit-huerto-familiar-urbano-ecologico-de-cinta-exudante-porosa-porec/3011038>

compostajedomestico.wordpress.com

<http://www.infoagro.com/compraventa/oferta.asp?id=17618>

K. ANEXOS

Anexo 1. Tablas

Temperaturas Medias, Max, Min de los años 2002_2012

AÑO	Max	Min	ANUAL
2002	218	54	120,5
2003	304	50	113,96
2004	242	80	136,6
2005	229	101	141,46
2006	277	87	148,45
2007	301	11	70,91
2008	347	6	31,19
2009	231	75	125,1
2010	213	91	144,73
2011	379	113	190,55
2012	413	80	134,88

Fuente: Estación meteorológica Zamora

Precipitaciones Medias, Max, Min de los años 2002_2012

AÑO	Max	Min	ANUAL
2002	218	54	120,5
2003	304	50	113,96
2004	242	80	136,6
2005	229	101	141,46
2006	277	87	148,45
2007	301	11	70,91
2008	347	6	31,19
2009	231	75	125,1
2010	213	91	144,73
2011	379	113	190,55
2012	413	80	134,88

Fuente: Estación meteorológica Zamora

Velocidad del Viento Medias, Max, Min de los años 2002_2012

AÑO	MAX	MIN	MEDIA ANUAL
2002	1,2	0,4	0,8
2003	0,5	0	0,2
2004	0,3	0	0,2
2005	0,3	0,1	0
2006	0,4	0,1	0,2
2007	0,9	0,1	0,3
2008	7,9	1,3	2,6
2009	7	2,9	4,5
2010	6	1,7	3,1
2011	2	0,9	1,3
2012	7,9	2,9	4,6

Fuente: Estación meteorológica Zamora

Anexo 2. Proyectos de proceso construcción de guadua



Fuente: Anónimo

Levantamiento estructural con guadua



Fuente: Anónimo

Vivienda der dos plantas con guadua



Fuente: Anónimo

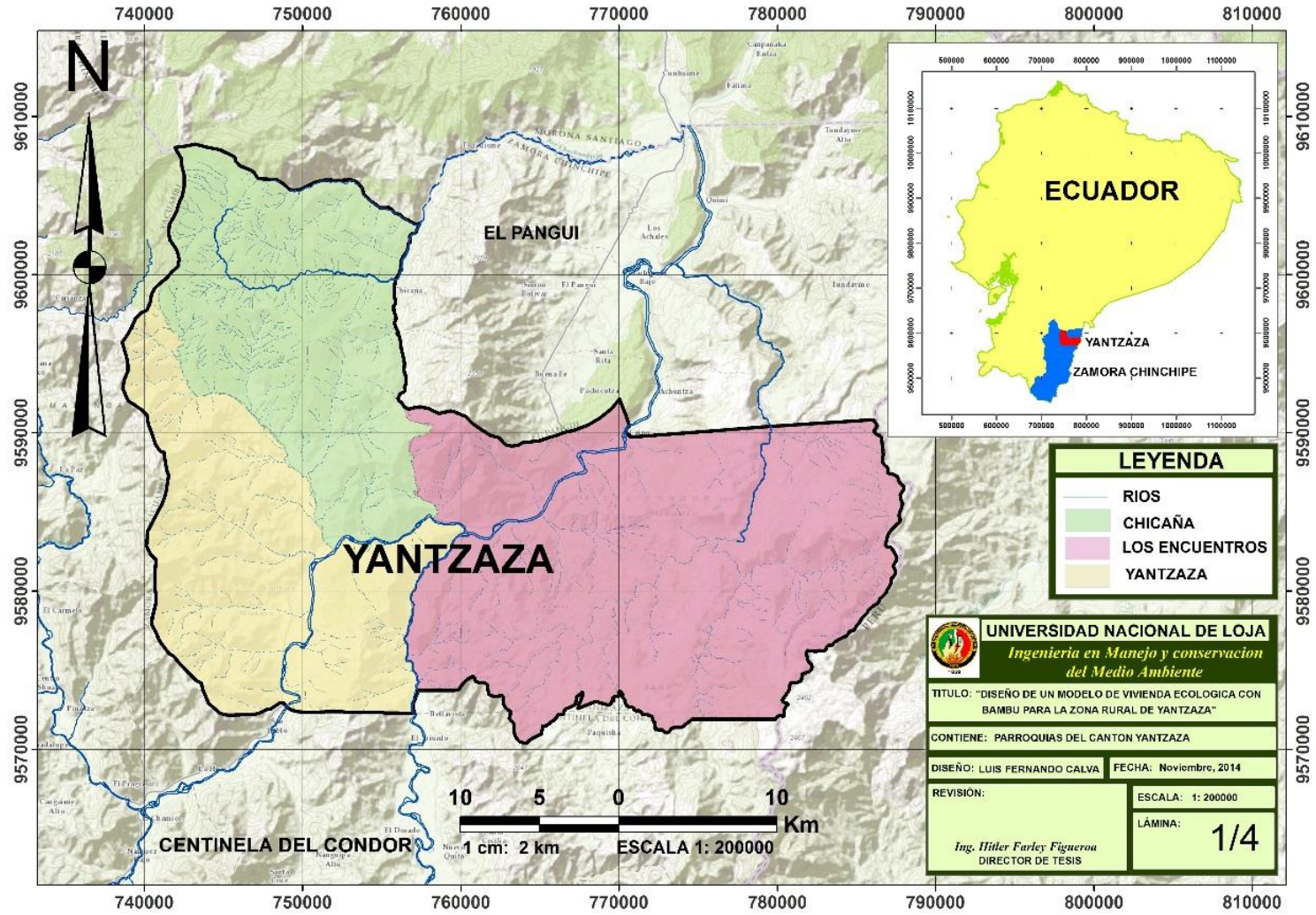
Enlucido de paredes en vivienda de guadua

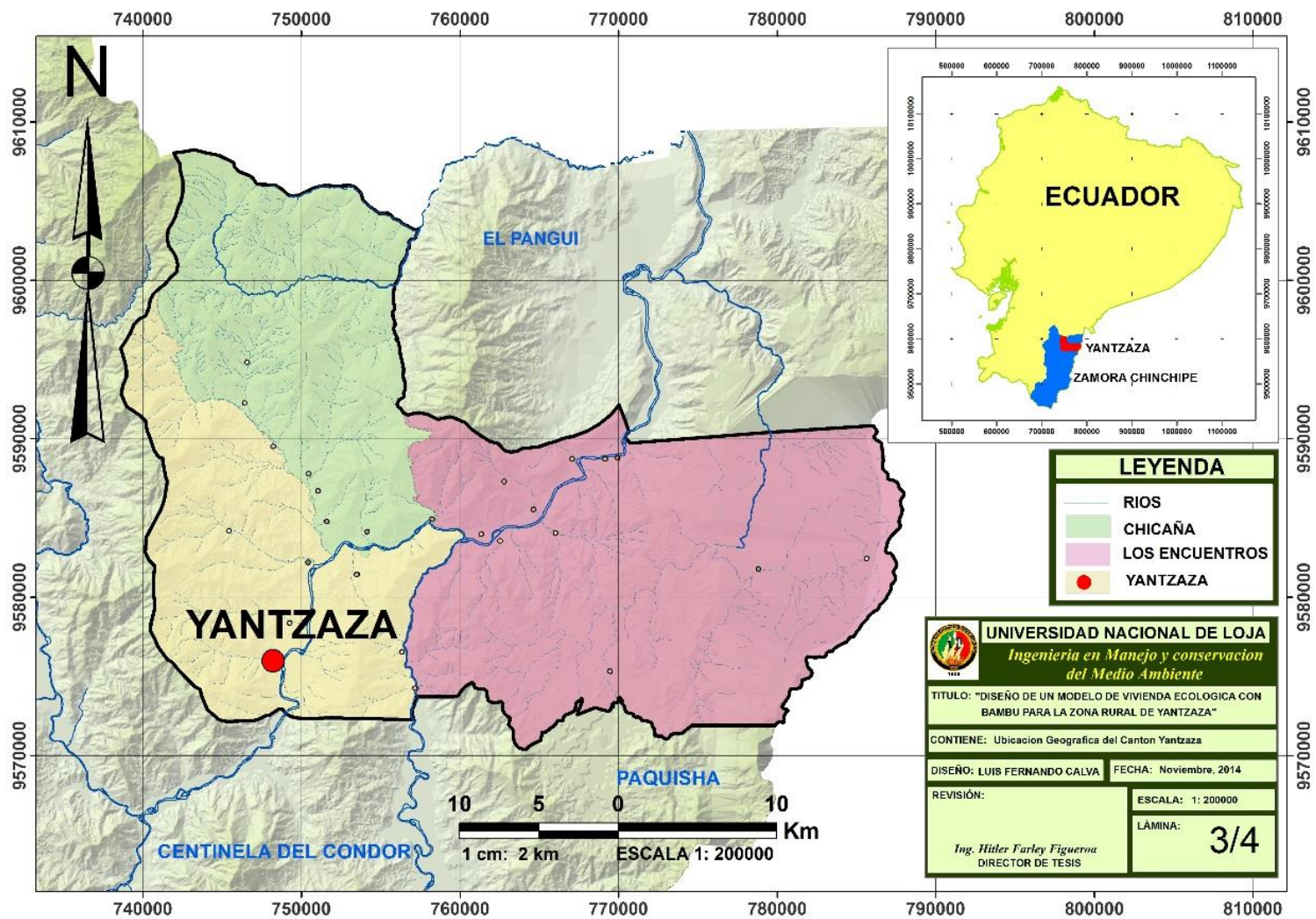


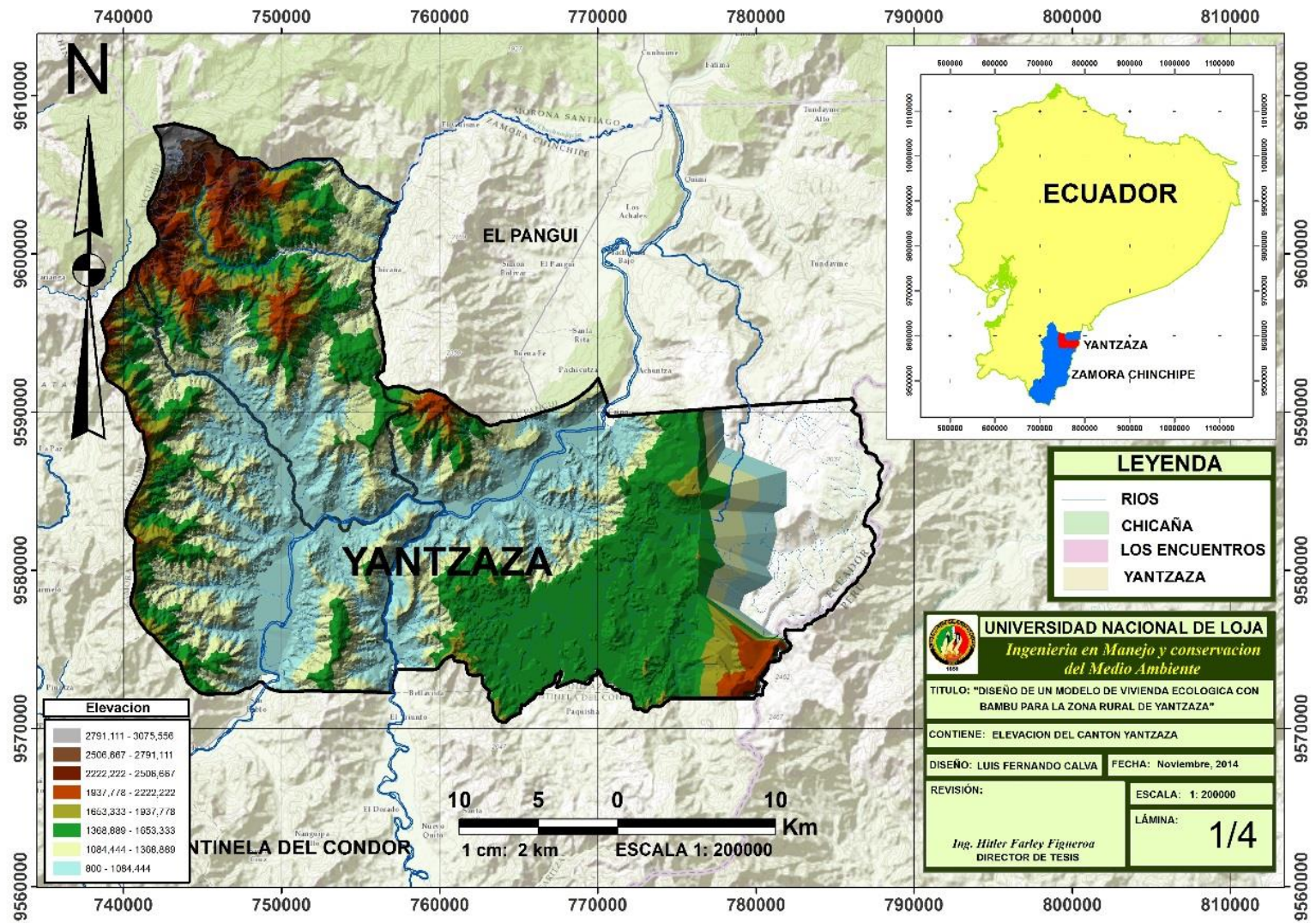
Fuente: El Autor

Construcción de un gallinero con guadua

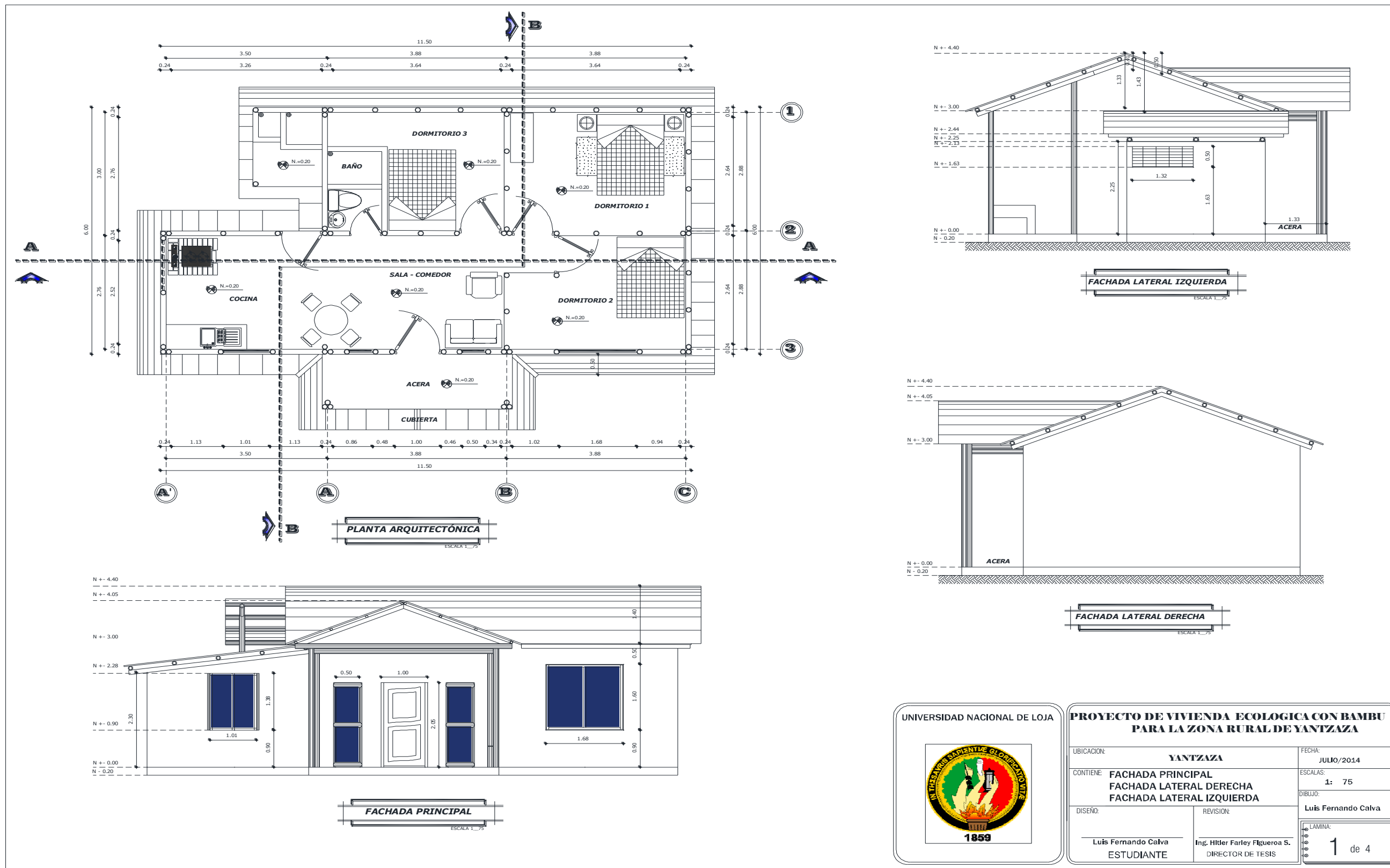
Anexo 3. Mapas

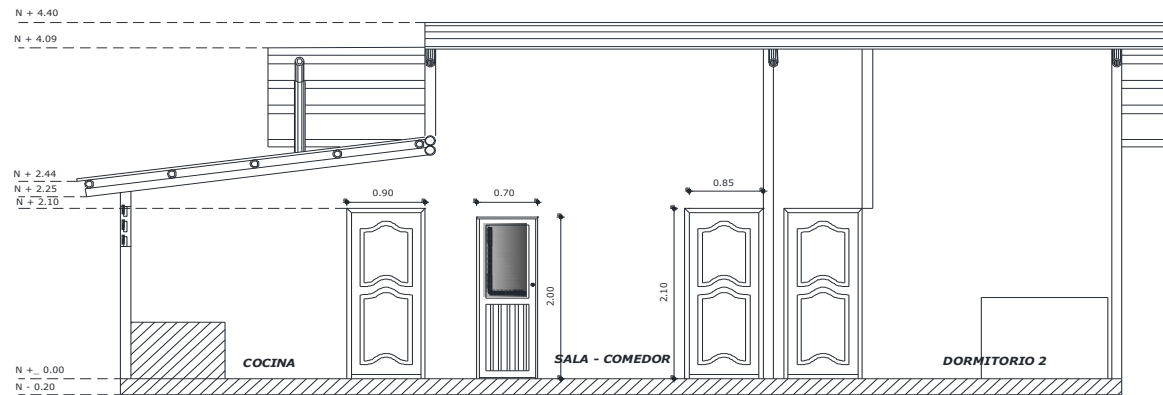




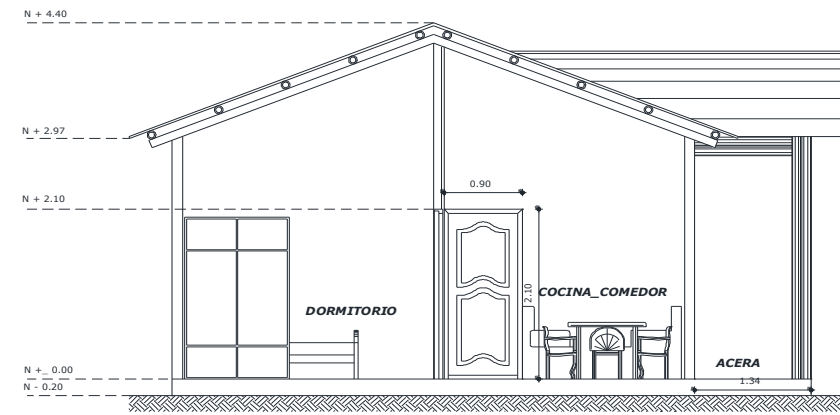


Anexo 4. Planos de la vivienda ecológica

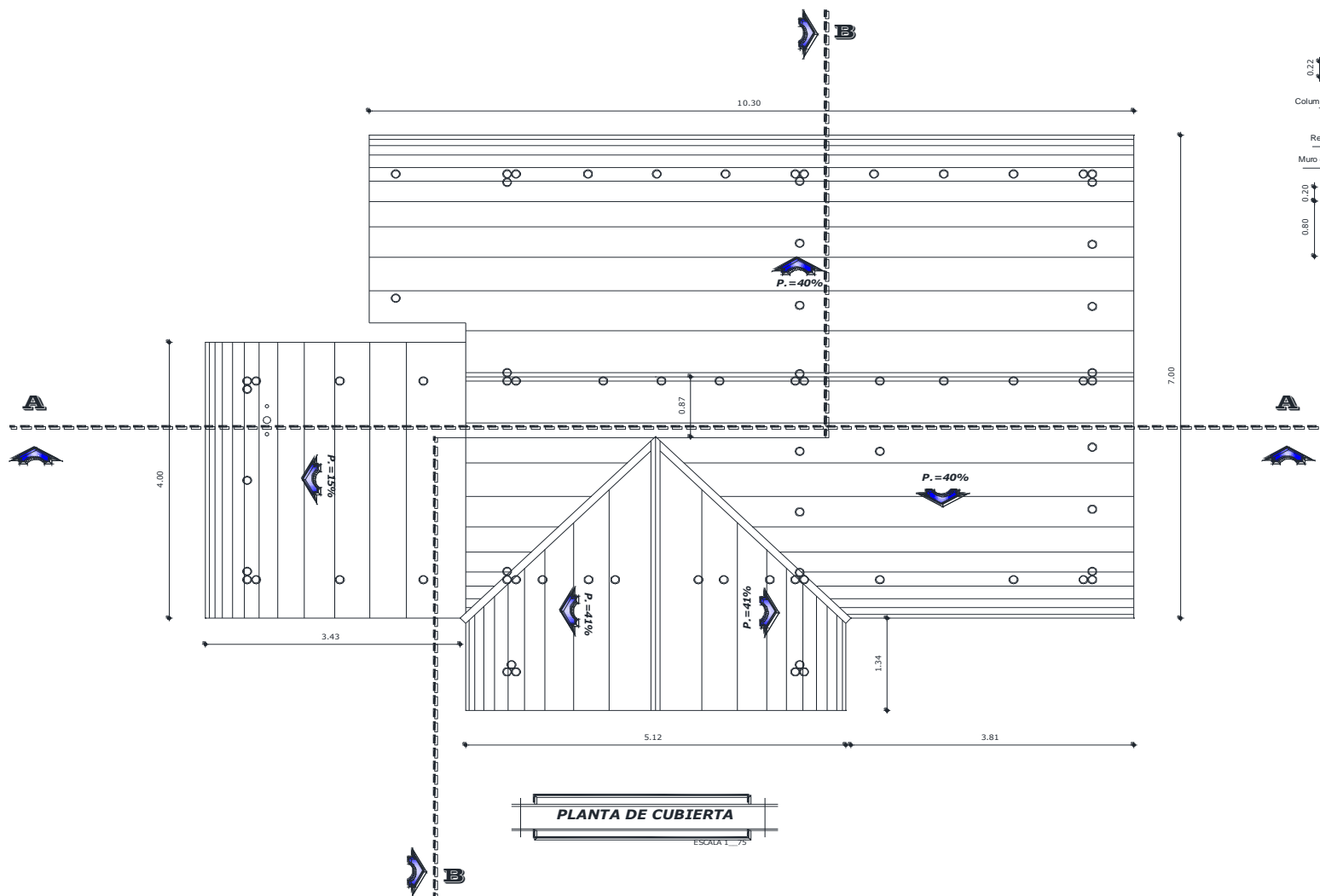




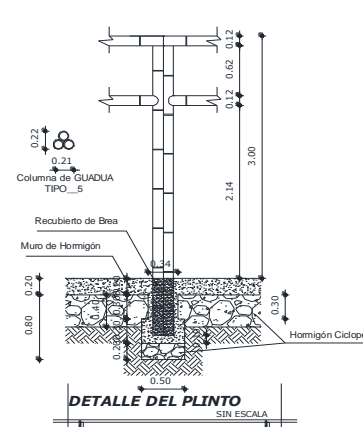
CORTE A_A
ESCALA 1:75



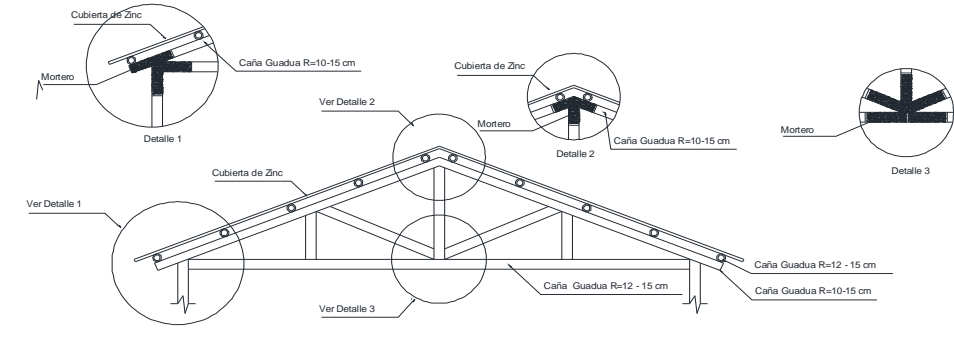
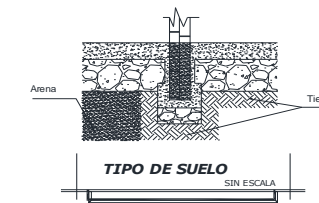
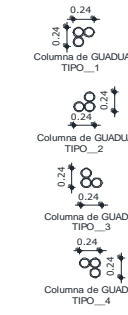
CORTE B_B
ESCALA 1:50



PLANTA DE CUBIERTA
ESCALA 1:75

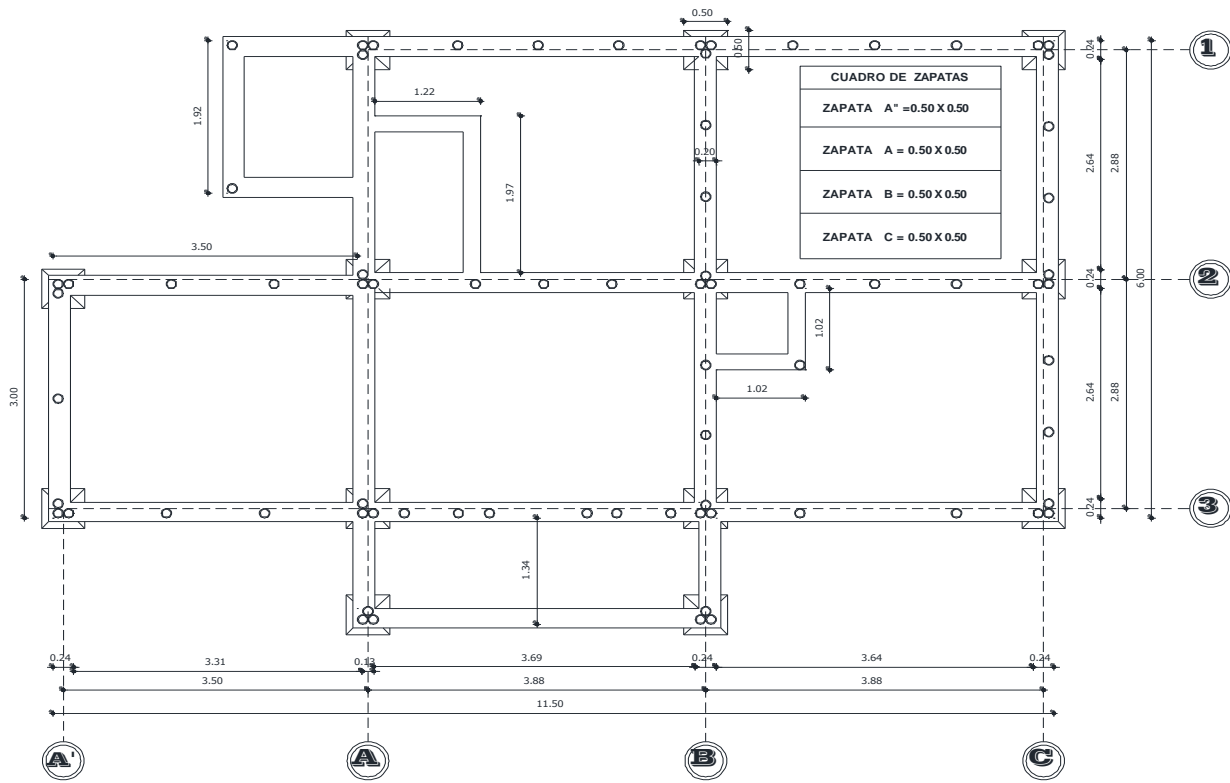


DETALLE DEL PLINTO
SIN ESCALA

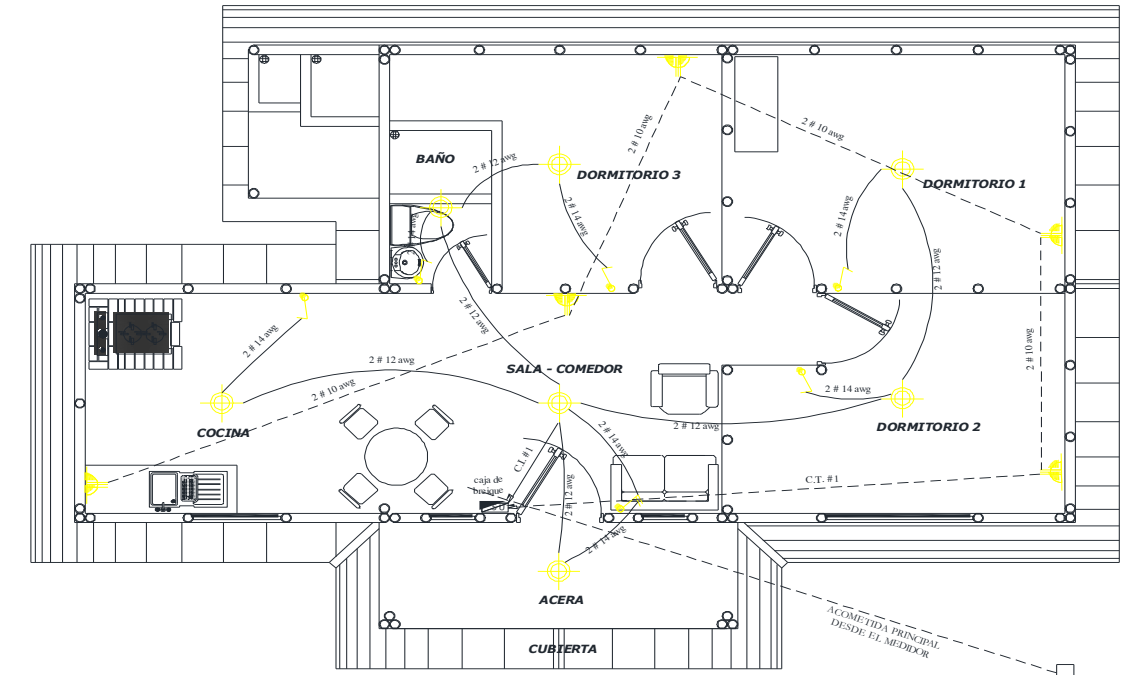
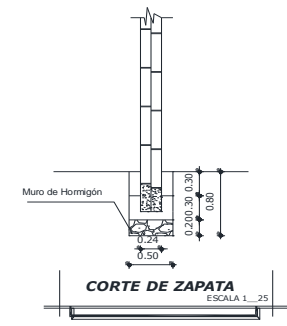
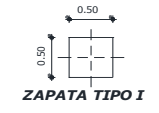
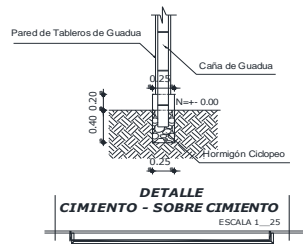


DETALLE DE CUBIERTA
SIN ESCALA

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</p>		PROYECTO DE VIVIENDA ECOLOGICA CON BAMBU PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA	
		UBICACION: YANTZAZA	FECHA: JULIO/2014
CONTIENE: PLANTA DE CUBIERTA		ESCALAS: 1: 75	
CORTE A-A		DETALLES	
CORTE B-B		DIBUJO: Luis Fernando Calva	
DISEÑO: Luis Fernando Calva ESTUDIANTE	REVISION: Ing. Hiltor Farley Figueroa S. DIRECTOR DE TESIS	LAMINA: 2 de 4	

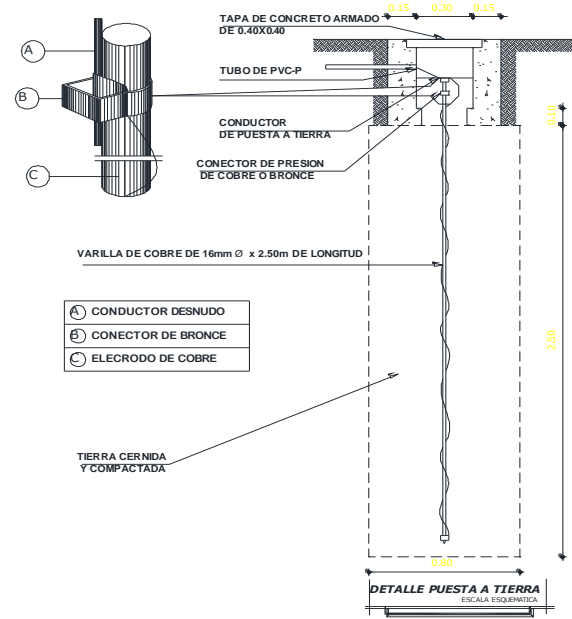


PLANTA DE CIMENTACIÓN
ESCALA 1:50



INSTALACIONES ELÉCTRICAS
ESCALA 1:50

SIMBOLOGIAS ELECTRICAS	
	FOCO DE 150 W
	TOMA DE TELEFONO
	TOMA DE TV CABLE
	FOCO DE PARED 150 W
	INTERRUPTOR TRIPLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	COMUTADOR
	TOMACORRIENTE DOBLE
	MEDIDOR MONOFASICO
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE 5 U.
	RED DE ILUMINACION AWG 12 PVC. 12"
	RED DE TOMACORRIENTES AWG 12 PVC. 12"



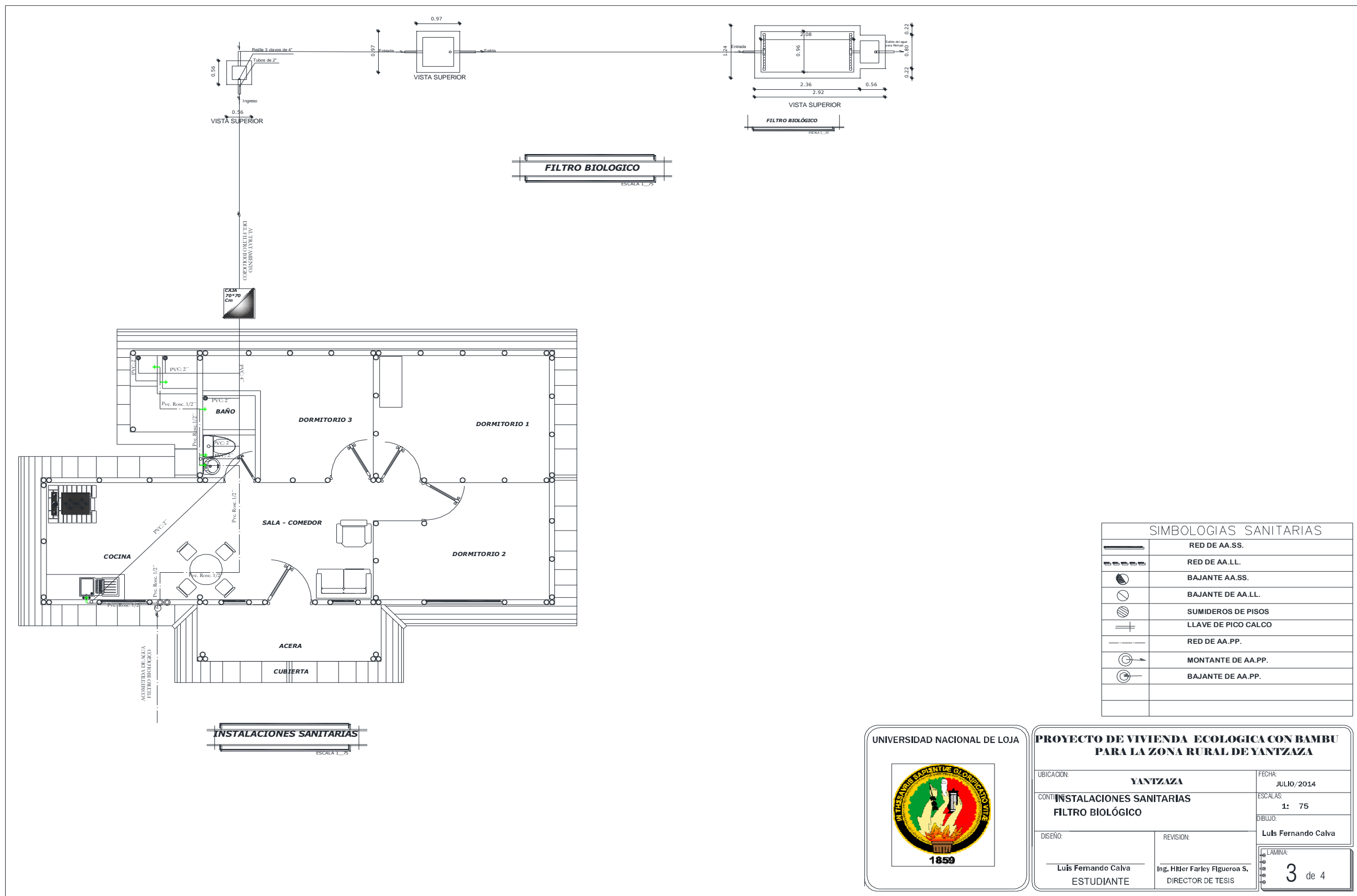
- A) CONDUCTOR DESNUDO
- B) CONECTOR DE BRONCE
- C) ELECTRODO DE COBRE



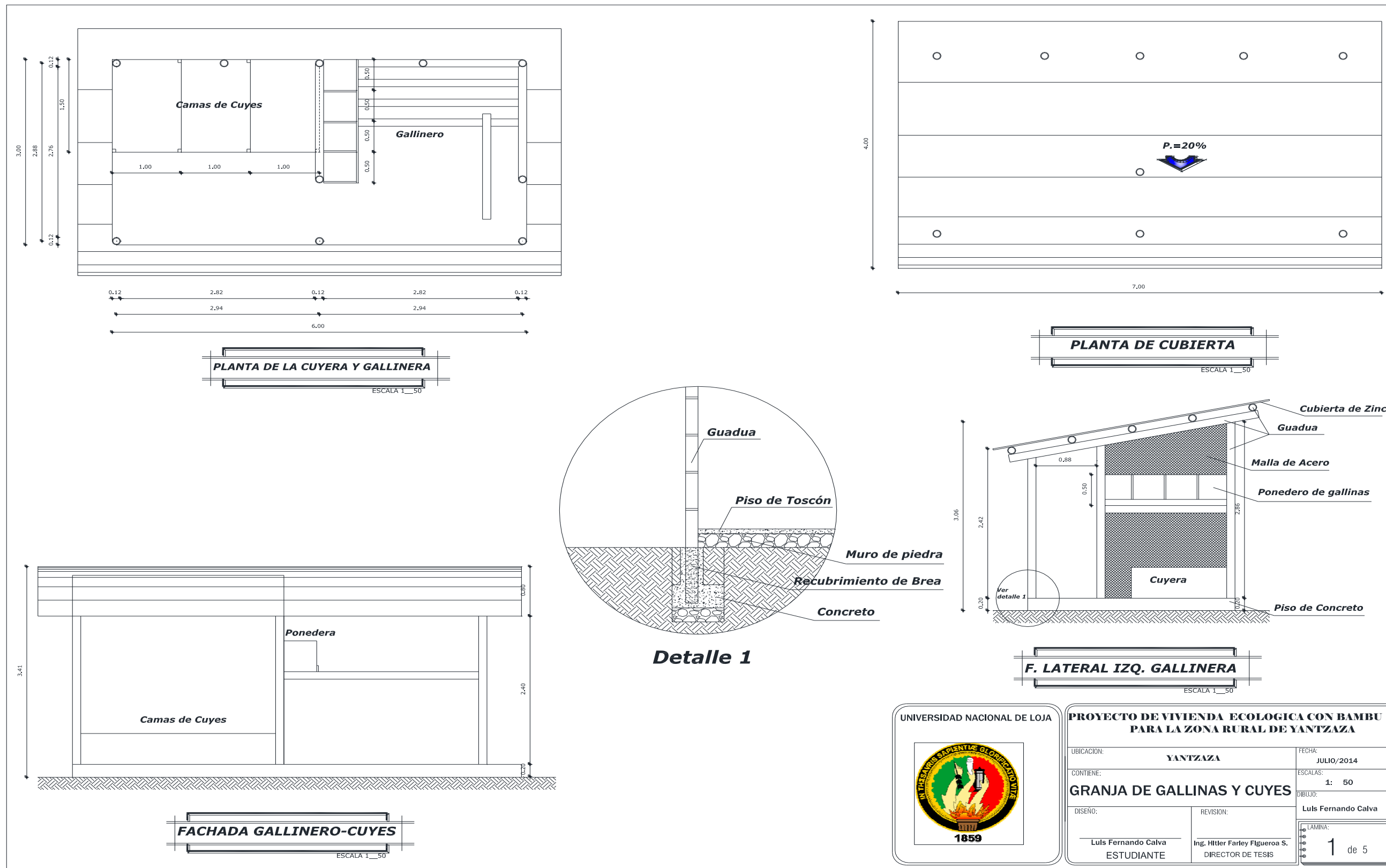
PROYECTO DE VIVIENDA ECOLOGICA CON BAMBÚ PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA

UBICACION:	YANTZAZA	FECHA:	JULIO/2014
CONTIENE:	PLANTA DE CIMENTACIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS CORTE Y DETALLES	ESCALAS:	1: 75
DISEÑO:	Luis Fernando Calva	DIBUJO:	Luis Fernando Calva
REVISIÓN:	Ing. Hitler Farley Figueroa S.	DIRECTOR DE TESIS:	Ing. Hitler Farley Figueroa S.

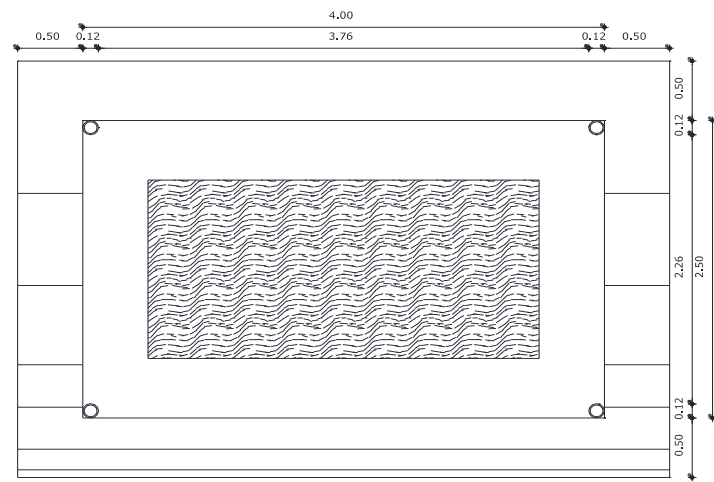
LAMINA: **3** de 4



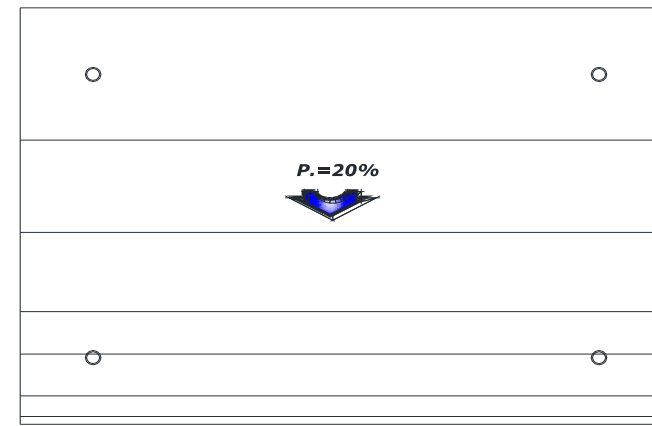
Anexo 5. Planos de los sistemas activos de la vivienda ecológica



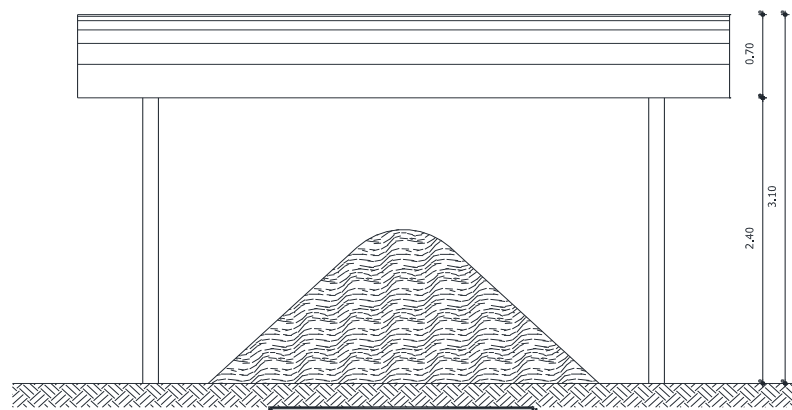
PROYECTO DE VIVIENDA ECOLOGICA CON BAMBU PARA LA ZONA RURAL DE YANTAZA	
UBICACION: YANTAZA	FECHA: JULIO/2014
CONTIENE: GRANJA DE GALLINAS Y CUYES	ESCALAS: 1: 50
DISEÑO: Luis Fernando Calva	DIBUJO: Luis Fernando Calva
REVISIÓN:	
Luis Fernando Calva ESTUDIANTE	Ing. Hitler Farley Figueroa S. DIRECTOR DE TESIS
LÁMINA: 1 de 5	



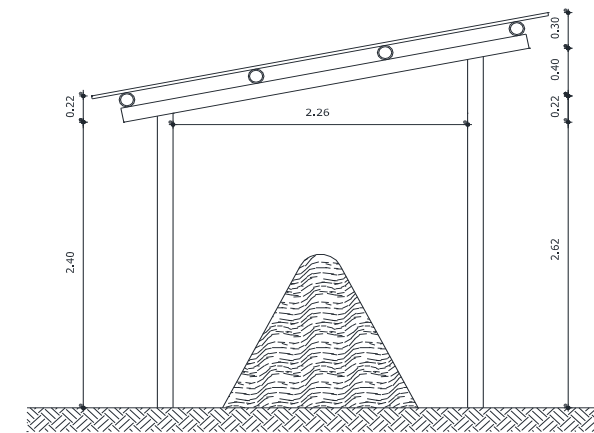
PLANTA DE LA COMPOSTERA
ESCALA 1_50



CUBIERTA DE LA COMPOSTERA
ESCALA 1_50



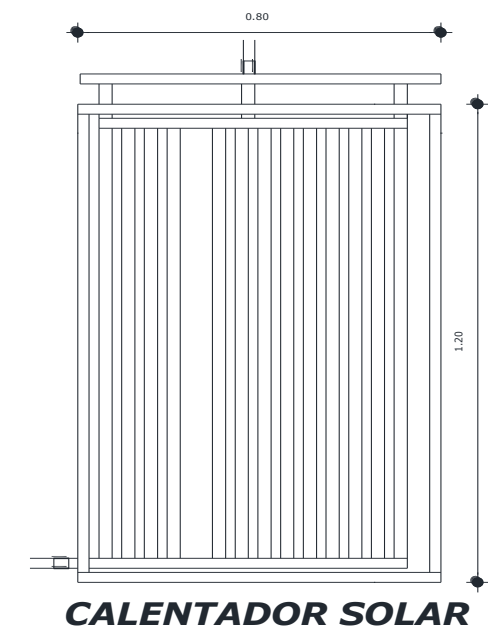
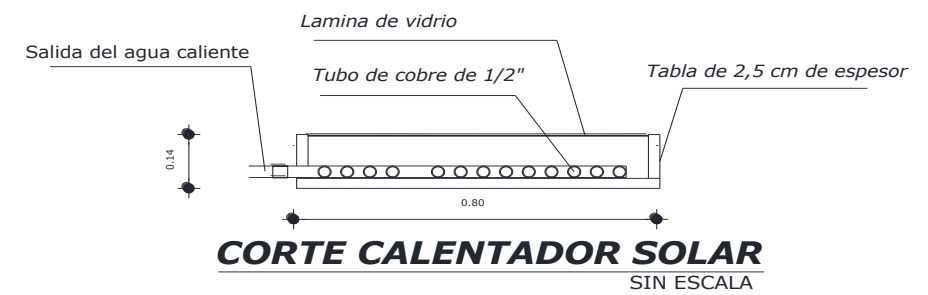
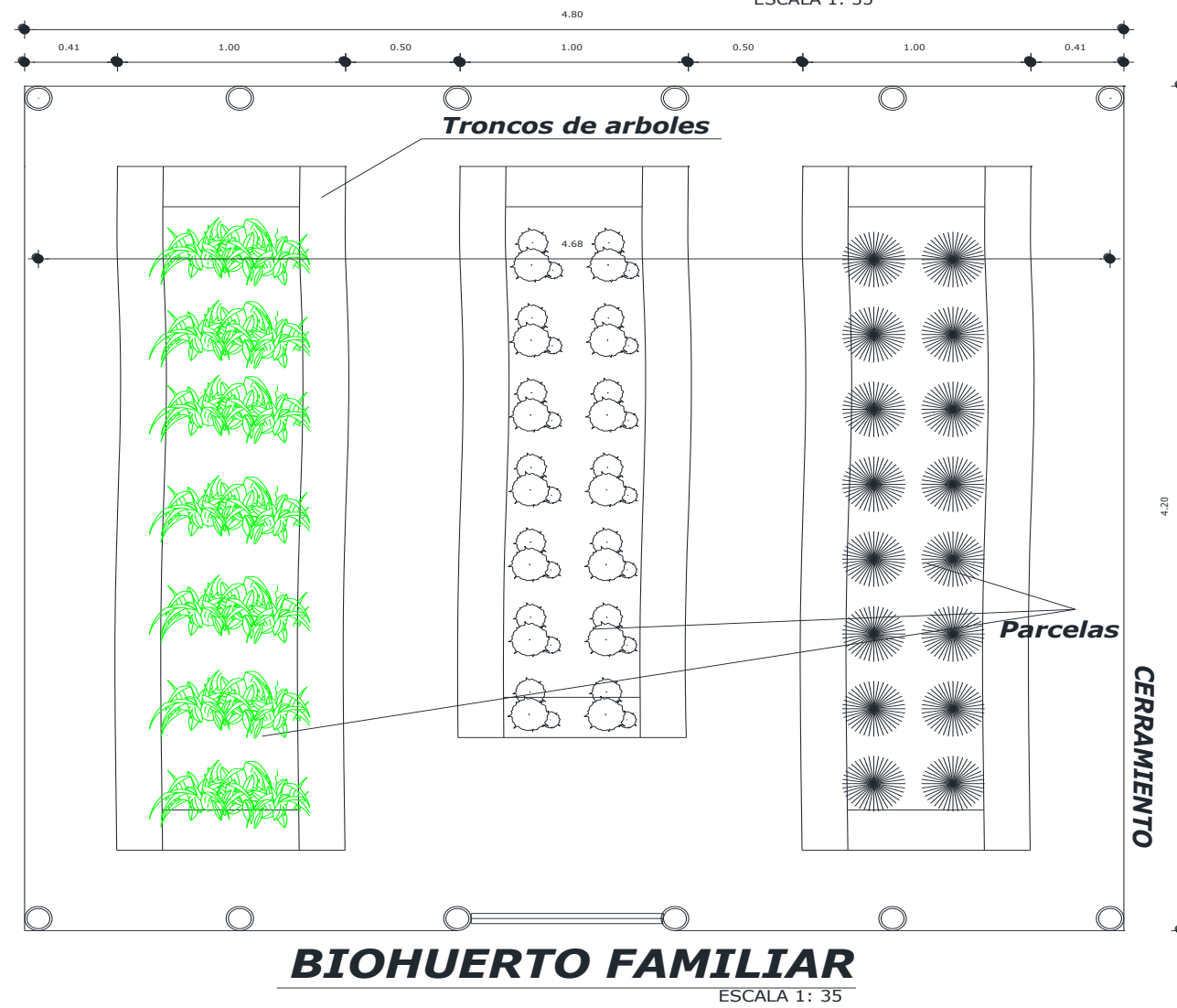
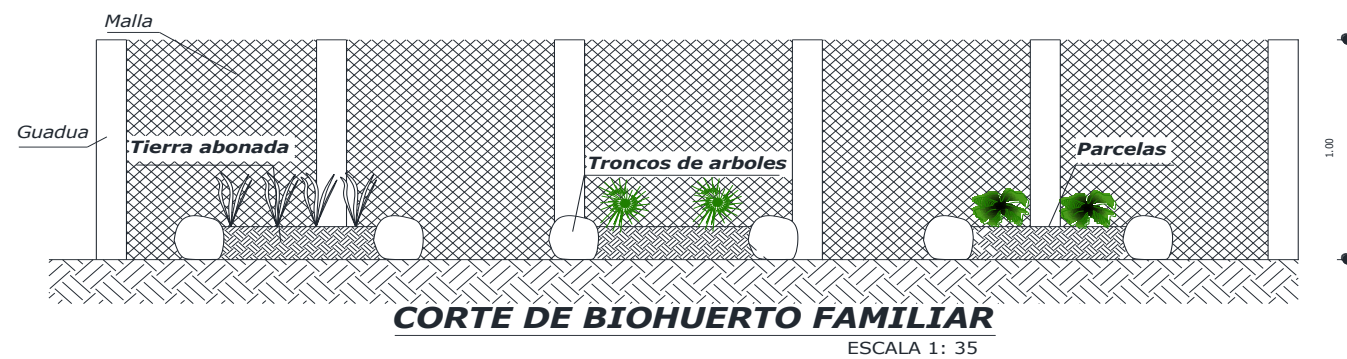
FACHADA FRONTAL
ESCALA 1_50



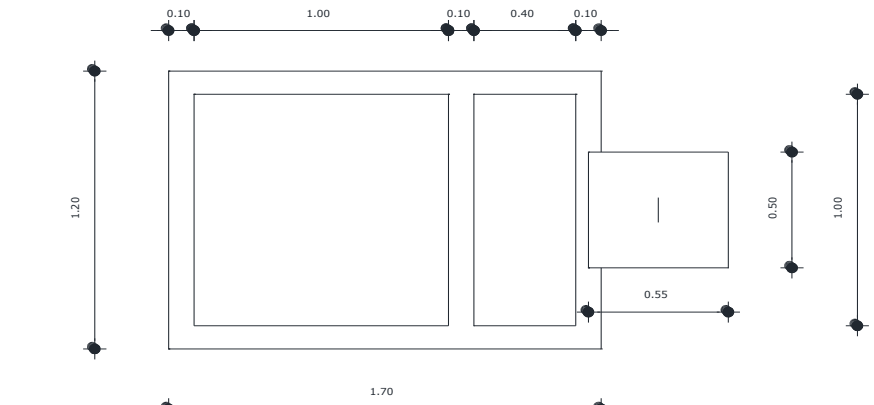
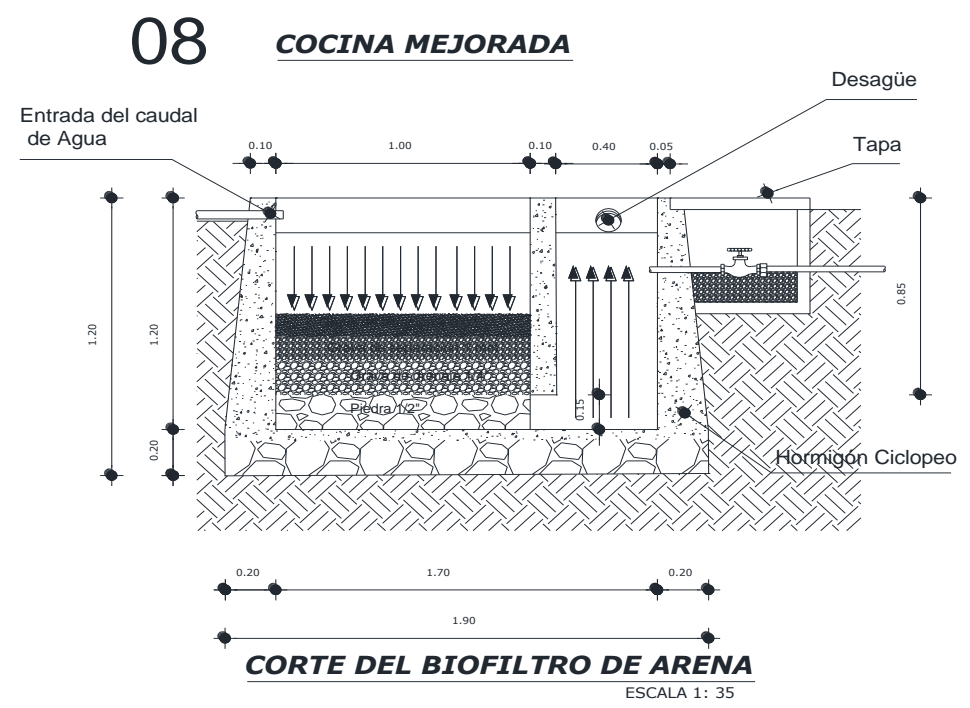
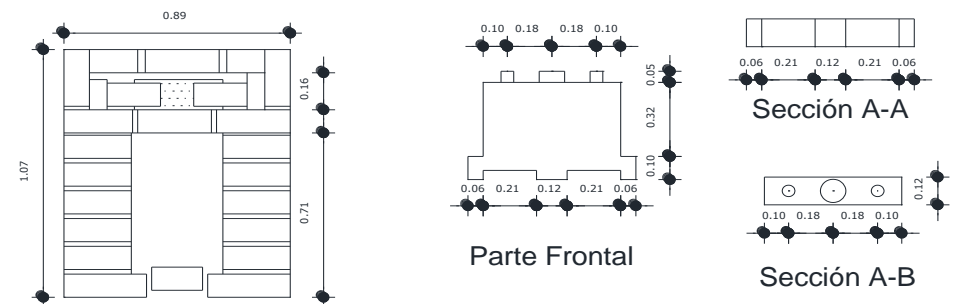
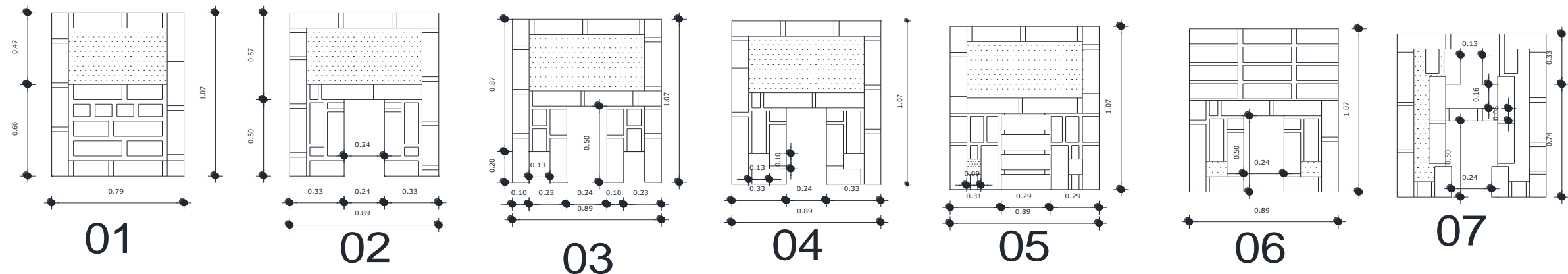
L. IZQ. DE LA COMPOSTERA
ESCALA 1_50



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		PROYECTO DE VIVIENDA ECOLOGICA CON BAMBU PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA	
UBICACION:	YANTZAZA	FECHA:	JULIO/2014
CONTIENE:	POZO DE COMPOST	ESCALAS:	1: 50
DISEÑO:	Luis Fernando Calva	DIBUJO:	Luis Fernando Calva
REVISION:	Ing. Hitler Farley Figueroa S.	LAMINA:	3 de 5
	ESTUDIANTE		DIRECTOR DE TESIS



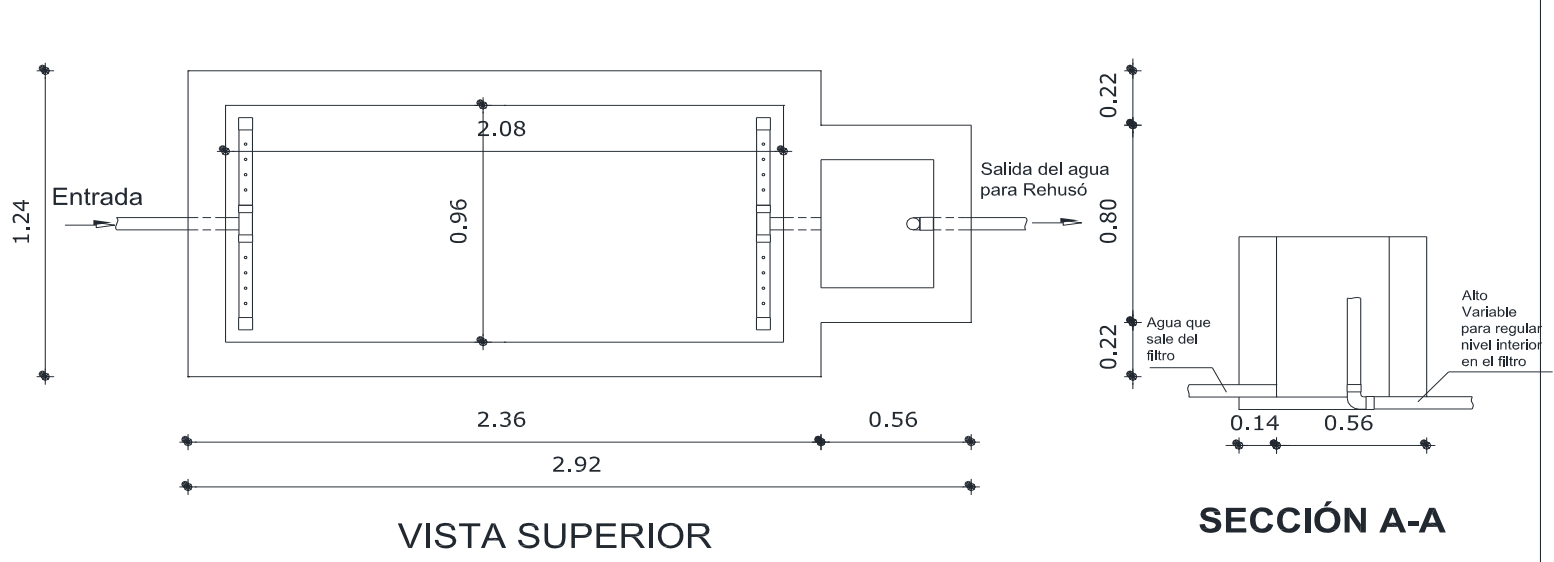
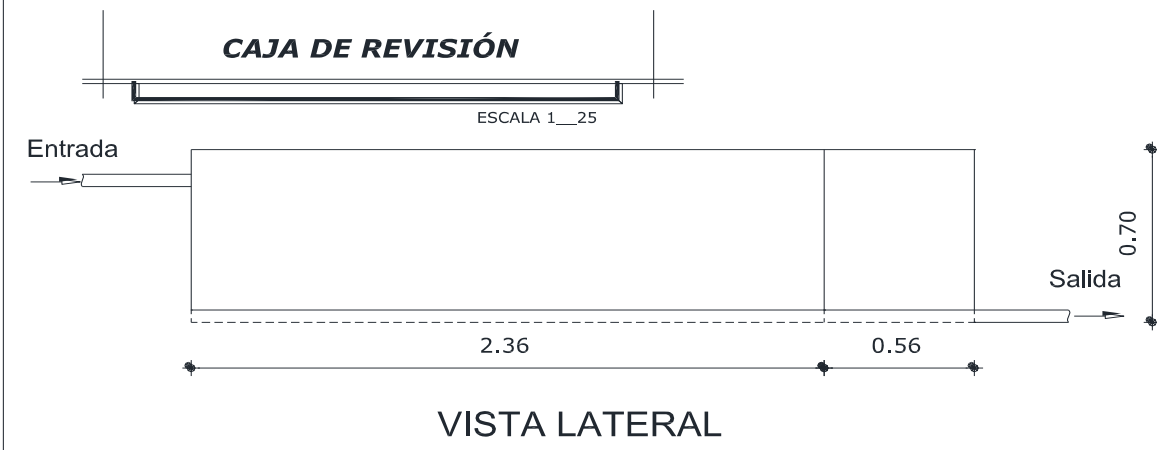
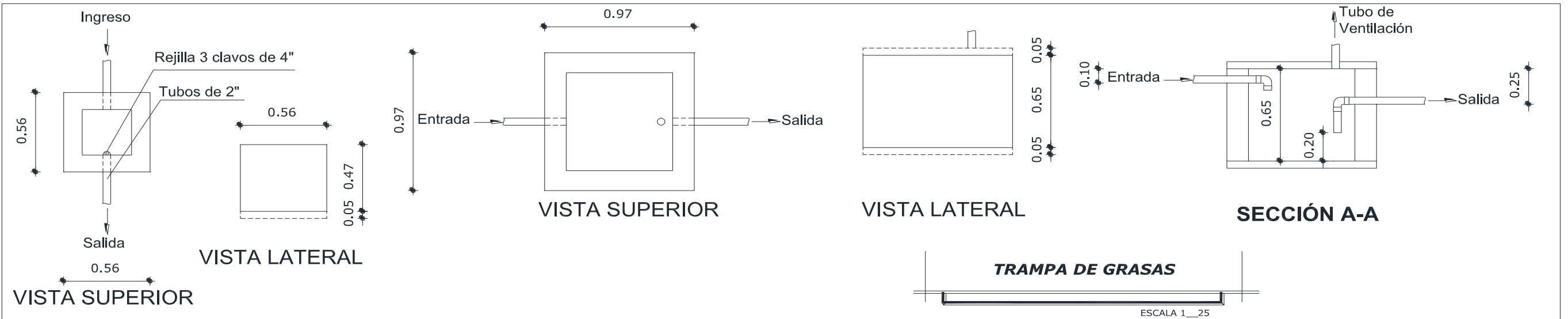
PROYECTO DE VIVIENDA ECOLOGICA CON BAMBU PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA	
UBICACION: YANTZAZA	FECHA: JULIO/2014
CONTIENE: BIOHUERTO CALENTADOR SOLAR	ESCALAS: 1: 35
DISEÑO: Luis Fernando Calva	DIBUJO: Luis Fernando Calva
REVISION:	
Luis Fernando Calva ESTUDIANTE	Ing. Hitler Farley Figueroa S. DIRECTOR DE TESIS
LÁMINA: 3 de 5	



PLANTA DEL BIOFILTRO DE ARENA
ESCALA 1: 35



PROYECTO DE VIVIENDA ECOLOGICA CON BAMBU PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA	
UBICACION: YANTZAZA	FECHA: JULIO/2014
CONTIENE: FILTRO BIOLÓGICO DE BIOARENA COCINA MEJORADA	ESCALAS: 1: 35
DISEÑO: Luis Fernando Calva	DIBUJO: Luis Fernando Calva
REVISIÓN: Ing. Hitler Farley Figueroa S.	DIRECTOR DE TESIS
LAMINA: 4 de 5	



PROYECTO DE VIVIENDA ECOLOGICA CON BAMBU PARA LA ZONA RURAL DE YANTZAZA	
UBICACION:	YANTZAZA
FECHA:	JULIO/2014
CONTIENE:	FILTRO BIOLÓGICO
ESCALAS:	1: 25
DISEÑO:	Luis Fernando Calva
REVISIÓN:	Ing. Hitler Farley Figueroa S.
ESTUDIANTE	DIRECTOR DE TESIS
LÁMINA:	
5 de 5	

Anexo 6. Modelo Tridimensional de la vivienda ecológica



ÍNDICE

CARÁTULA	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
A. TÍTULO	1
B. RESUMEN	2
SUMMARY	3
C. INTRODUCCIÓN	4
D. REVISIÓN DE LA LITERATURA	6
1. El Bambú	6
1.1. Definición.....	6
1.2. Morfología de la Guadua	7
1.2.1. Raíces	7
1.2.2. Rizoma	8
1.2.3. Tallo o Cumulo	9
1.2.4. Hojas	9
1.2.5. Flor	10

1.2.6.	Semilla	10
1.3.	Ciclo Biológico	11
1.3.1.	Fase de renuevo o Brotación	11
1.3.2.	Fase Juvenil	11
1.3.3.	Fase Madura, Adulta o Comercial	12
1.3.4.	Fase de Sazonamiento	13
1.3.5.	Fase Sobremadura o Vieja.....	13
1.4.	Corte del Bambú.....	13
1.4.1.	Ciclo de Corte	14
1.4.2.	Intensidad de Corte	14
1.4.2.1.	Métodos Para Hacer el Corte.....	14
1.5.	Curado de la Guadua	15
1.5.1.	Curado al Calor	15
1.5.2.	Curado por Inmersión.....	15
1.5.3.	Curado en la Mata.....	16
1.5.4.	Curado al Humo	17
1.6.	Proceso de Secado	17
1.6.1.	Secado al Calor.....	17
1.6.2.	Secado al Aire	18
1.7.	Propiedades Mecánicas de la Guadua.....	18

1.7.1.	Tracción, Compresión Paralela a la Fibra y Corte Paralelo a la Fibra...	18
1.7.2.	Flexión y Compresión Perpendicular a la Fibra.....	19
1.7.3.	Módulo de Elasticidad	19
1.8.	Uniones	20
1.8.1.	Unión tipo Simón Vélez	20
1.8.2.	Unión Propuesta por Peña – Rodríguez.....	21
1.8.3.	Unión Propuesta por Clavijo – Trujillo	22
1.9.	Usos del Bambú	23
1.10.	Industrialización y Usos del Bambú.....	24
1.11.	Ventajas al Construir con Bambú	24
1.12.	Bambú para Construcción de Viviendas.....	25
2.	Viviendas Ecológicas.....	25
2.1.	Relación Casa-Entorno	26
2.2.	La Construcción de la Casa Ecológica	26
2.2.1.	Los Materiales de Construcción	27
2.2.2.	Para Ahorrar Agua	27
2.2.3.	La Calefacción	27
2.2.3.1.	Solar Pasiva	27
2.2.3.2.	La Calefacción Activa.....	27
2.2.4.	Electrodomésticos.....	27

2.3. Sistemas Activos en el Funcionamiento de la Vivienda.....	28
2.3.1. Filtro Lento de Bioarena	28
2.3.2. Cocina Mejorada para la Salud de las Mujeres y Niños	28
2.3.3. Baño Ecológico	29
2.3.4. Terma Solar para Agua Caliente	29
2.3.5. Biohuerto Familiar	30
2.3.6. Pozo de Compost.....	31
2.3.7. Granja de Gallinas y Cuyes.....	31
3. Diseño de la Vivienda con Guadua	32
3.1. Diseño de Planos	32
3.1.1. Plano de Diseño Urbano.	32
3.1.2. Plano de Implantación.....	32
3.1.3. Plano de Ubicación General.....	33
3.1.4. Plano de Referencia.....	33
3.1.5. Plano de Detalle.....	33
3.1.6. Plano de Exhibición.....	33
3.2. Normas de Diseño de Viviendas	33
3.2.1. Planos Arquitectónicos.....	33
3.2.2. Planos Estructurales.	34
3.2.3. Firmas y Datos de los Planos.....	34

3.2.4. Muros	34
3.3. Salubridad, Higiene y Otros Requisitos	35
3.3.1. Requisitos de Espacios Abiertos	35
3.3.2. Área Cubierta en Planta Baja.....	36
3.3.3. Iluminación y Ventilación.....	36
3.3.4. Otros Requisitos.....	37
3.4. Drenaje y Saneamiento	38
3.5. Diseño Estructural con Bambú	39
3.5.1. Método de Diseño	39
3.5.1.1. Requisitos de Resistencia	40
3.5.1.2. Requisitos de Rigidez.....	40
3.5.2. Cargas.....	40
3.5.3. Esfuerzos Admisibles	40
3.5.4. Módulo De Elasticidad.....	41
3.5.5. Diseño de Elementos en Flexión.....	41
3.5.6. Diseño de Elementos Solicitados por Fuerza Axial	43
3.5.7. Muros de Corte, Carga Lateral Sismo o Viento	43
3.5.7.1. Requisitos de Resistencia y Rigidez	43
3.5.8. Diseño de Uniones	45
4. Marco Legal.....	45

4.1. Constitución del Ecuador.....	45
4.2. Acuerdo ministerial 139 del ministerio del ambiente.....	47
E. MATERIALES Y MÉTODOS	48
1. Materiales.....	48
2. Métodos.....	48
2.1. Ubicación Política y Geográfica del Área de estudio.....	48
2.1.1. Ubicación Política del Área de Estudio.....	48
2.1.2. Ubicación Geográfica del Área de Estudio.....	49
2.2. Aspectos biofísicos, climáticos, sociales y ambientales	51
2.2.1. Aspecto biofísico	51
2.2.1.1. Topografía.....	51
2.2.2. Aspectos climáticos.....	52
2.2.2.1. Clima	52
2.2.2.2. Temperatura.....	52
2.2.2.3. Precipitaciones.....	53
2.2.2.4. Velocidad del viento	54
2.2.3. Aspecto Social	56
2.2.4. Aspecto ambiental.....	56
2.2.5. Involucrados para el Desarrollo de la Tesis	56
2.3. Tipo de Investigación.....	57

2.4. Metodología para el primer objetivo específico:	57
2.5. Metodología para el segundo objetivo específico:.....	58
2.6. Metodología para el tercer objetivo específico	59
F. RESULTADOS	60
1. Resultados del Primer Objetivo Específico.....	60
1.1. El Bambú como material alternativo para construcción.....	60
1.1.1. Construcciones con Guadua	60
1.1.2. Encofrado y Andamiaje	61
1.1.3. Juntas Permanentes de Bambú	63
1.1.4. Principios básicos de las juntas de bambú.....	63
1.1.5. Las juntas de bambú usadas para la construcción.....	64
1.1.6. Tipos de juntas.....	66
1.1.7. La Construcción de Paredes	67
1.1.8. Pisos de Hormigón Armado	68
1.2. Propiedades	69
1.2.1. Aspectos físicos.....	69
1.2.1.1. Durabilidad.	70
1.2.1.2. Humedad.....	70
1.3. Cualidades de bajo costo del bambú.....	70
1.3.1. Viviendas de bambú.....	71

1.4. Resistencia a los Sismos.....	71
1.5. Diseño estructural con bambú.....	71
1.5.1. Conexiones	71
1.5.1.1. Conexiones propuestas.....	77
1.5.1.2. Marcos	86
1.5.1.3. Ensayo	86
2. Resultados del Segundo Objetivo Especifico	92
2.1. Diseño de la vivienda ecológica con bambú.....	92
2.1.1. Planos de la vivienda	92
2.1.2. Presupuesto	111
2.2. Sistemas activos en el funcionamiento de la vivienda ecológica...	116
2.2.1. Filtro lento de Bioarena	116
2.2.2. Cocina Mejorada	118
2.2.3. Filtro biológico para aguas residuales	120
2.2.4. Terma Solar para Agua Caliente.....	122
2.2.5. Biohuerto familiar	124
2.2.6. Pozo de compost.....	126
2.2.7. Granja de gallinas y cuyes	128
3. Manual de construcción de la vivienda ecológica con bambú	131
Portada	131

Contenido	132
Introducción	133
1. Materiales	134
1.1. Guadua o bambú.....	134
1.1.1. Ventajas del bambú como material de construcción	134
1.1.1.1. Valor ecológico.....	134
1.1.1.2. Propiedades mecánicas.	135
1.1.1.3. Valor social y económico.....	135
1.2. Cemento.....	135
1.2.1. Datos importantes para cuidar y guardar cemento	136
1.3. Piedra.....	136
1.4. Arena.....	136
1.5. Hormigón.....	137
1.6. Bloque	138
1.7. Agua	138
2. Métodos de secado	139
2.1. Secado natural	139
2.2. Secado artificial a fuego abierto	139
2.3. Secado en estufa.....	140
2.4. Secado por estufa solar.....	141

3. Procedimiento Constructivo de la vivienda	142
3.1. Terreno.....	142
3.1.1. Limpieza del terreno.....	142
3.1.2. Nivelación del terreno.....	142
3.1.2.1. Procedimiento para nivelar.....	143
3.1.3. Corte y relleno	144
3.1.3.1. Procedimiento	144
3.1.4. Trazo del terreno	145
3.1.4.1. Procedimiento del trazado.....	147
4. Cimentación.....	148
4.1. Zapatas de mampostería.....	148
4.2. Excavación de zanjas.....	149
4.3. Colocación de la armadura.....	150
4.4. Colado de la placa corrida o placa de cimentación	151
5. Pisos.....	153
5.1. Relleno y compactación:	153
6. Columnas	154
7. Vigas.....	155
7.1. Estructura de la cubierta.....	158
7.2. Recubrimiento de la cubierta.....	158

8. Uniones	160
8.1. Uniones entre Piezas de Bambú	160
8.2. Tipos de Uniones de Piezas de Bambú.....	160
8.2.1. Uniones zunchadas o amarradas.....	160
8.2.2. Uniones con tarugos o pernos.	161
8.2.3. Unión con mortero.....	162
8.2.4. Uniones Longitudinales	164
8.3. Uniones de Acuerdo a la Función.....	166
8.3.1. Unión entre sobre cimientos y columna	166
8.3.2. Unión entre sobre cimientos y muros.....	168
8.3.3. Unión con soleras de madera aserrada	168
8.3.4. Unión entre muros.....	170
9. Paredes	171
9.1. Colocación de tela de gallinero hexagonal de $\frac{3}{4}$ "	172
9.2. Salpicado de las paredes	173
9.3. Acabado de las paredes.....	174
10. Sistemas activos en el funcionamiento de la vivienda.....	176
10.1. Filtro Lento de Bioarena	176
10.1.1. Construcción	176
10.1.2. Preparación de la arena y grava	178

10.1.2.1.	Lavar la grava y arena de filtración	179
10.1.2.2.	La prueba del frasco	181
10.1.2.3.	Prueba de la velocidad de flujo	182
10.2.	Cocina Mejorada	183
10.2.1.	Construcción	183
10.3.	Filtro biológico para aguas residuales	188
10.3.1.	Construcción sistema de filtro de aguas grises	188
10.3.1.1.	Caja recolectora	189
10.3.1.2.	Caja separadora de grasas	190
10.3.1.3.	Filtro	192
10.3.1.4.	Relleno del filtro	195
10.4.	Terma Solar para Agua Caliente	196
10.4.1.	Esquema del calentador solar	197
10.4.2.	Procedimiento del armado del calentador solar	197
10.4.3.	Armado de la tubería del colector	198
10.5.	Pozo de compost	201
10.5.1.	Construcción	201
10.6.	Biohuerto familiar	203
10.6.1.	Pasos a seguir para la construcción de biohuerto	203
10.7.	Granja de gallinas y cuyes	205

10.7.1. Construcción	205
G. DISCUSIÓN	207
1. Información sobre el bambú como un material alternativo para la construcción, sus propiedades, cualidades de bajo costo y resistencia a los sismos.....	207
2. Diseño de un modelo de vivienda ecológico con bambú para la zona rural del cantón Yantzaza.	208
3. Manual de construcción de la vivienda ecológica con bambú	209
H. CONCLUSIONES	210
I. RECOMENDACIONES.....	211
J. BIBLIOGRAFÍA	212
K. ANEXOS.....	218
ÍNDICE.....	235

ÍNDICE DE TABLAS

Nº.	Descripción	Pág.
	Tabla 1. Tracción, compresión y corte paralelo a la fibra.....	19
	Tabla 2. Esfuerzos admisibles a flexión y compresión perpendicular a la fibra.	19
	Tabla 3. Módulo de elasticidad a compresión paralela a la fibra.....	20
	Tabla 4. Módulo de elasticidad a flexión con luz libre del elemento.....	20
	Tabla 5. Espesor mínimo admisible de muros soportantes de mampostería ...	35
	Tabla 6. Ancho o dimensión mínima de espacio de aire libre en (m).....	36
	Tabla 7. Esfuerzos Admisibles	41
	Tabla 8. Módulo de Elasticidad	41
	Tabla 9. Coordenadas del cantón Yantzaza	49
	Tabla 10. Temperaturas Medias, Max, Min de los años 2002-2012.....	52

Tabla 11. Precipitaciones Medias, Max, Min de los años 2002_2012.....	53
Tabla 12. Velocidad del Viento Medias, Max, Min de los años 2002_2012 .	54
Tabla 13. Desplazamiento calculado con DesignStar, SAP-2000,	91
Tabla 14. Giro calculado con SAP-2000 y doble integración.	91
Tabla 15. Dimensiones recomendables para los cimientos de una casa de bambú.	148

ÍNDICE DE CUADROS

Nº.	Descripción	Pág.
Cuadro 1. Presupuesto general de la vivienda ecológica con bambú.....		111
Cuadro 2. Descripción del filtro lento de bioarena.....		118
Cuadro 3. Descripción de la cocina mejorada.....		120
Cuadro 4. Descripción del Filtro biológico para aguas residuales.....		122
Cuadro 5. Descripción del calentador solar		124
Cuadro 6. Descripción del Biohuerto Familiar		126
Cuadro 7. Descripción del pozo de compost.....		128

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº.	Descripción	Pág.
Figura 1. Bosque de bambú		6
Figura 2. Partes del Bambú		7
Figura 3. Raíces del bambú		8
Figura 4. Rizoma o raíz del Bambú.....		8
Figura 5. Tallo del Bambú		9
Figura 6. Hojas del bambú		9
Figura 7. Flor del Bambú.....		10
Figura 8. Semilla de Bambú		10
Figura 9. Brotación del bambú		11
Figura 10. Etapa juvenil del bambú.....		12
Figura 11. Fase madura del bambú		12

Figura 12. Bambú en etapa Madura.....	13
Figura 13. Método de curado al calor.....	15
Figura 14. Método de curado por inmersión.....	16
Figura 15. Método de curado en mata	16
Figura 16. Método de curado en humo	17
Figura 17. Proceso de secado al calor.....	17
Figura 18. Proceso de secado al aire.....	18
Figura 19. Unión Simón Vélez, tornillo axial.....	21
Figura 20. Unión Simón Vélez, tornillo Transversal	21
Figura 21. Unión Propuesta por Peña – Rodríguez.	22
Figura 22. Unión con mortero propuesta por Clavijo – Trujillo.	23
Figura 23. Unión con abrazadera propuesta por Clavijo – Trujillo.....	23
Figura 24. Vivienda ecológica	26
Figura 25. Vivienda con entorno a la naturaleza	26
Figura 26. Filtro de bioarena	28
Figura 27. Cocina Ecológica	29
Figura 28. Baño de vivienda.....	29
Figura 29. Terma solar de agua caliente.....	30
Figura 30. Biohuerto Familiar	30
Figura 31. Pozo de compost	31
Figura 32. Granja de gallinas	31
Figura 33. Granja de cuyes	32
Figura 34. Mapa de división política del cantón Yantzaza	49
Figura 35. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio.....	50
Figura 36. Mapa de elevaciones del área de estudio.....	51
Figura 37. Temperatura Anual, Máxima y Mínima	53
Figura 38. Precipitaciones Medias, Max, Min de los años 2002_2012.....	54
Figura 39. Velocidad del Viento Medias, Max, Min de los años 2002_2012	55
Figura 40. Diafragmas de los nudos	61
Figura 41. Andamiaje de caña guadua	62
Figura 42. Empalme mediante 2 medias cañas	62
Figura 43. Acoplamiento adaptado para empalmar troncos con guadua	63

Figura 44. Juntas de bambú usadas para la construcción	65
Figura 45. Juntas con elementos metálicos o plásticos.	66
Figura 46. Pared acabada con estuco o tejido muy fino de recubrimiento. ..	67
Figura 47. Encofrado se usa una placa metálica o de plástico	68
Figura 48. Anclaje Integrado con guadua	69
Figura 49. Aspectos físicos del bambú	69
Figura 50. Conexión tipo Simón Vélez.	72
Figura 51. Plano de Conexión tipo Simón Vélez.	73
Figura 52. Conexión en boca de pescado y amarre de alambre.....	74
Figura 53. Plano de conexión en boca de pescado y amarre de alambre. ..	75
Figura 54. Conexión con cilindro de madera.....	76
Figura 55. Plano de conexión con cilindro de madera	77
Figura 56. Conexión ECMF_1	78
Figura 57. Plano de conexión ECMF_1	79
Figura 58. Conexión ECMF_2.....	80
Figura 59. Plano de conexión ECMF_2	81
Figura 60. Conexión ECMF_3.....	82
Figura 61. Plano de conexión ECMF_3	83
Figura 62. Conexión ECMF_4.....	84
Figura 63. Plano de conexión ECMF_4	85
Figura 64. Conexión en boca de pescado y amarre de alambre.....	86
Figura 65. Conexión en boca de pescado y amarre de alambre.....	87
Figura 66. Dispositivo de aplicación de carga.	88
Figura 67. Ubicación de deformímetros	88
Figura 68. Detalle del mecanismo de apoyo	89
Figura 69. Ubicación de los deformímetros para el marco.	89
Figura 70. Montaje del marco.....	90
Figura 71. Detalle aplicación de carga.	90
Figura 72. Ejes con una numeración.....	93
Figura 73. Ejes con letras	93
Figura 74. Ejes indicados en 3D	94
Figura 75. Ejes.....	94

Figura 76. Cotas generales	95
Figura 77. Cotas parciales	95
Figura 78. Cotas específicas.....	96
Figura 79. Nombre de los espacios.....	96
Figura 80. Representación de muros	97
Figura 81. Representación de ventanas	97
Figura 82. Representación de puertas	97
Figura 83. Plano Arquitectónico	98
Figura 84. Plano de Cimientos	99
Figura 85. Detalle de un Cimiento	100
Figura 86. Detalle de un sobrecimiento.....	100
Figura 87. Detalle de un Plinto	101
Figura 88. Detalle de una Cadena-Cimiento	101
Figura 89. Detalle de una Columna.....	102
Figura 90. Detalle de una zapata	102
Figura 91. Corte de una zapata.....	103
Figura 92. Representación del suelo.....	103
Figura 93. Plano Electrónico	104
Figura 94. Detalle de conexión a tierra	105
Figura 95. Plano Hidráulico y Sanitario	106
Figura 96. Planta de cubierta	107
Figura 97. Detalle de la planta de cubierta.....	108
Figura 98. Fachada principal.....	108
Figura 99. Fachada lateral izquierda.....	109
Figura 100. Fachada lateral derecha	109
Figura 101. Corte A_A	110
Figura 102. Corte B_B	110
Figura 103. Detalle del filtro de bioarena propuesto.....	117
Figura 104. Detalle de la cocina mejorada propuesto	119
Figura 105. Filtro biológico para aguas residuales.....	121
Figura 106. Calentador Solar	123
Figura 107. Biohuerto Familiar.....	125

Figura 108. Fachada del pozo de compost	127
Figura 109. Fachada de la granja de gallinas y cuyes propuestos.....	129
Figura 110. Bambú.....	134
Figura 111. Cemento	135
Figura 112. Piedra de construcción.....	136
Figura 113. Arena para construcción	137
Figura 114. Bloque.....	138
Figura 115. Uso del agua en la construcción	138
Figura 116. Secado natural.....	139
Figura 117. Secado a fuego abierto.....	140
Figura 118. Secado en estufa	140
Figura 119. Secado por estufa solar	141
Figura 120. Desmonte del terreno.....	142
Figura 121. Nivelación del terreno	143
Figura 122. Corte y relleno del terreno.....	144
Figura 123. Cuadrado del terreno	145
Figura 124. Triangulación del terreno	145
Figura 125. Caballete del trazo	146
Figura 126. Ubicación de todos los caballetes	146
Figura 127. Ubicación de todos los caballetes	147
Figura 128. Zapata.....	149
Figura 129. Dimensiones de Zapata	149
Figura 130. Excavaciones de zanjas en el terreno.....	150
Figura 131. Ejemplo de excavaciones de zanjas en el terreno de la vivienda	150
Figura 132. Colocación de la armadura	151
Figura 133. Desencofrado de la armadura.....	151
Figura 134. Excavaciones en el terreno.....	152
Figura 135. Fundición de muros.....	152
Figura 136. Proceso de construcción del cimiento.....	152
Figura 137. Nivelación con capa de material de cantera para colar el piso	153
Figura 138. Fundición del piso	154

Figura 139. Piso colado antes de colocar los paneles	154
Figura 140. Columna de Guadua	155
Figura 141. Viga Compuesta Tipo A	156
Figura 142. Viga Compuesta Tipo B	156
Figura 143. Vigas de guadua de la vivienda ecológica	157
Figura 144. Vigas de guadua de la cocina de la vivienda ecológica	157
Figura 145. Estructura de guadua de la cocina de la vivienda ecológica...	159
Figura 146. Ejemplo de cubierta de la cocina de la vivienda ecológica	159
Figura 147. Las piezas de bambú, no se deben unir con clavos.....	160
Figura 148. Unión Zunchada.....	161
Figura 149. Unión Amarrada	161
Figura 150. Unión con Tarugos.....	162
Figura 151. Unión con Pernos.....	162
Figura 152. Vaciado de Mortero.....	163
Figura 153. Unión con Mortero.....	163
Figura 154. Unión con pieza de madera	164
Figura 155. Unión con piezas metálicas	164
Figura 156. Unión perpendicular con tarugo de madera	165
Figura 157. Unión perpendicular con perno	165
Figura 158. Unión diagonal simple.....	166
Figura 159. Unión diagonal con bambú de apoyo.....	166
Figura 160. Unión con Anclaje Interno	167
Figura 161. Unión con Anclaje Externo.....	168
Figura 162. Con varilla de acero anclada.....	169
Figura 163. Con varilla de acero roscada	169
Figura 164. Unión entre muros.....	170
Figura 165. Inicio de llenado de panel	171
Figura 166. Panel relleno	172
Figura 167. Ubicación de la malla sobre las paredes.....	173
Figura 168. Zarpeado de paneles utilizando arena y cemento	173
Figura 169. Revocado de paneles	174
Figura 170. Aplanado de revoco para la afinación de las paredes.....	175

Figura 171. Paredes interiores revocadas	175
Figura 172. Tamaño de la arena y la grava de filtración	179
Figura 173. Modelo final del filtro de agua	182
Figura 174. Modelo de una cocina mejorada	183
Figura 175. Estructura de la cocina.....	187
Figura 176. Esquema general del sistema de filtro de aguas grises	188
Figura 177. Modelo de la caja recolectora de aguas grises	190
Figura 178. Modelo de la caja separadora de grasas	191
Figura 179. Plano del nivel de salida y entrada de las aguas grises.....	191
Figura 180. Modelo del Filtro.....	192
Figura 181. Plano del filtro	193
Figura 182. Ubicación de la tubería PVC agujerada	194
Figura 183. Relleno del filtro	194
Figura 184. Colocación de plantas en el filtro	195
Figura 185. Calentador solar.....	196
Figura 186. Armado de la tubería del colector	198
Figura 187. Armado de la tubería.....	198
Figura 188. Colector terminado (sin vidrio) con conexiones de PVC	199
Figura 189. Colocación de las patas del colector.....	199
Figura 190. Colector en prueba de temperatura.	200
Figura 191. Bote de plástico para almacenamiento del agua	200
Figura 192. Modelo del pozo de compost	201
Figura 193. Detalle del volado de la compostera	202
Figura 194. Modelo del biohuerto.....	203
Figura 195. Estructura del biohuerto.....	204
Figura 196. Modelo del gallinero y el cuyero.....	205

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº.	Descripción	Pág.
Anexo 1. Tablas		218
Anexo 2. Proyectos de proceso construcción de guadua		219

Anexo 3. Mapas	222
Anexo 4. Planos de la vivienda ecológica	225
Anexo 5. Planos de los sistemas activos de la vivienda ecológica	229
Anexo 6. Modelo Tridimensional de la vivienda ecológica	234