

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**



# **SISTEMA CONSTRUCTIVO**

**PREFABRICADO EN GUADÚA  
PARA VIVIENDA MÍNIMA**

*Guadúa*

## **TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Director:**

**Arq. Galo Alfredo Ordóñez Castro**

**C.I. 0102083052**

**Autor:**

**Katherine Anabel Cruz Naranjo**

**C.I. 0104983648**

**Cuenca - Ecuador**

**Marzo 2020**



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Carrera de Arquitectura

## **SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN GUADÚA PARA VIVIENDA MÍNIMA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

### **AUTORA:**

Katherine Anabel Cruz Naranjo

C.I. 0104983648

Bela\_cn91@hotmail.com

### **DIRECTOR:**

Arq. Alfredo Ordóñez Castro

C.I. 0102083052

**Cuenca – Ecuador**

12 de Marzo del 2020



## RESUMEN

Se ha observado que la solución que presenta calidad y cumple con el objetivo de generar viviendas estructuralmente seguras; es la prefabricación.

Gracias a las propiedades físico-mecánicas de flexibilidad, resistencia, dureza y sísmo resistencia; la Guadúa, es un material que se puede acoplar a un sistema constructivo prefabricado.

El presente trabajo de titulación se enfoca en desarrollar un esquema que defina las condiciones apropiadas para obtener y aplicar una solución constructiva prefabricada con caña Guadúa y así generar un producto en serie con medidas estandarizadas y modulares.

La prefabricación permite controlar la calidad de elementos elaborados en los talleres, y al diseñar los elementos, piezas y partes los errores de montaje disminuyen casi en su totalidad. La vivienda prefabricada diseñada, es desmontable y recuperable en caso de emergencia o movimientos sísmicos.

Este sistema constructivo prefabricado con Guadúa es además otra alternativa para aquellas familias que encuentran el confort en zonas rurales de las ciudades.

## PALABRAS CLAVE

Caña Guadúa

Sistema Constructivo

Uniones

Anclajes

Prototipo





## ABSTRACT

The solution that meets standards of quality, and the objective of generating structurally safe housing is prefabrication.

During the construction phase of prefabrication, bamboo can be utilized for its mechanical properties of flexibility, regidity, hardness and earthquake resistance.

The present work focuses on developing a scheme that defines the appropriate conditions to obtain and apply a prefabricated construction solution using bamboo cane, thus generating a product series with standardized and modular measurements.

Prefabrication permits control over the quality of elements used at the building facilities. During construction and assembly, errors diminish almost entirely. The prefabricated housing design can be disassembled and transported in case of emergency or earthquakes.

This prefabricated construction using bamboo, is also another alternative for those families who find comfort in rural settings.

## KEYWORDS

Cane Guadúa

Construction System

Unions

Anchors

Prototype





# INDICE

## CONTENIDO

	PAGINA		PAGINA
Resumen	001	5.1 La guadua en la economía ecuatoriana	035
Abstract	002	6.1 Usos en el área de la ingeniería y la	
Índice	003	arquitectura	036
Índice de Imágenes	005	7.1 Arquitectos y la Guadúa	037
Índice de Tablas	008	7.2 Centro de documentación de Bambú	041
Cláusulas	009	8.1 Paneles y Tabiques	050
Dedicatoria y Agradecimiento	011		
Hipótesis	012	CAPÍTULO 2.	
Objetivo General	013		
Objetivo Específico		ESTUDIO DE CASO	
Introducción	014		
		2.1 Vivienda Mínima	054
		Caso referencial Viviendas Hogar de	
		Cristo	
CAPÍTULO 1.		2.1.1 Modelos de vivienda	060
		Análisis del sistema constructivo utilizado	
APROXIMACIÓN AL SISTEMA		2.2 Sistema de producción	065
CONSTRUCTIVO Y MATERIALES PARA EL		2.3 Planos Arquitectónicos	068
DISEÑO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO		2.4 Módulos en la vivienda	074
		2.5 Conclusiones	080
1.1 Antecedentes. La Guadua	019		
1.1.2 Ciclo biológico de la Guadua	020	CAPÍTULO 3.	
1.1.3 Tratamiento de la Guadua previo a su			
utilización	022	DISEÑO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	
2.1 Características físicas de la Guadua	030	PREFABRICADO PARA UNA VIVIENDA	
3.1 Ventajas y desventajas de la Guadua	031	MINIMA	
4.1 La Guadua en el Ecuador	033		
		3.1 Criterios de diseño	083
		3.2 Modelo de panel	084





	<b>PAGINA</b>		<b>PAGINA</b>
3.2.1	Panel tipo 1. Guadúa y Osb	084	
3.2.3	Proceso de fabricación del panel	086	
3.2.3	Panel tipo 2. Osb y fibrocemento	090	
3.2.4	Panel tipo 3. Ventana	092	
3.2.5	Panel tipo 4. Puerta	093	
		050	
3.3	Modulación	094	
3.3.1	Planta modular	095	
3.3.2	Planta Arquitectónica	096	
3.3.3	Elevaciones	097	
3.3.4	Secciones	101	
3.4	Solución Estructural	103	
3.4.1	Cimiento y sobrecimiento	104	
3.4.2	Desarrollo del sistema constructivo	108	
	Planta de cimentación		
	Placas de Acero		
	Unión de placa y varilla		
	Planta de columnas tipo		
	Perpectivas de columnas tipo		
	Columna tipo C1		
	Uniones		
	Planta con estructura de piso		
	Detalle de piso		
	Envigado		
	Planta modular para piso		
	Panel tipo. Estructura de panel		
	Uniones		
	Estructura de cubierta. Cercha		
3.4.3	Instalaciones eléctricas		
	Paneles Solares		143
	Planta de Instalaciones Eléctricas		145
3.4.4	Estrategias pasivas de confort		147
	Ventilación - Cubierta		148
	Ventilación - Fachada		149
	<b>CAPÍTULO 4.</b>		
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		151
	<b>Renders</b>		156
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>		163
	<b>ANEXOS</b>		167





## IMAGENES

	PAGINA		PAGINA
Imagen 1.1.1 Partes de la Guadú	019	Imagen 1.7.2.g Interior. Centro de	
Imagen 1.1.2 Ciclo biológico de la Guadúa	020	documentación de Bambú	046
Imagen 1.1.3 Uso de la Guadúa según sus partes		Imagen 1.7.2.h Detalle exterior de columna	
Imagen 1.1.4 Curado de la caña Guadúa en campo	026	Centro de documentación de Bambú	047
Imagen 1.1.5 Curado de la caña Guadúa por calentamiento	027	Imagen 1.7.2.i Fachada frontal. Centro de documentación de Bambú	048
Imagen 1.1.6 Secado natural de la caña Guadúa	028	Imagen 1.7.2.j Detalle de cerramiento. Centro de documentación de Bambú	049
Imagen 1.1.7 Secado en estufa de caña Guadúa	029	Imagen 1.7.2.k Vigas inferiores. Centro de documentación de Bambú	050
Imagen 4.1 Zonas óptimas para el desarrollo de la Guadúa	034	Imagen 1.7.2.l Vigas inferiores. Centro de documentación de Bambú	050
Imagen 1.7.1 Discoteca nativa Bambú Montañita	038	Imagen 1.7.2.m Módulos para tabiques	
Imagen 1.7.2 Centro de documentación de Bambú	040	Imagen 1.7.2.n Módulo para tabiques	051
Imagen 1.7.2.a Cimentación. Centro de documentación de Bambú	041	Imagen 2.2 Transporte y montaje de piezas de las viviendas Hogar de Cristo	066
Imagen 1.7.2.b Cimentación. Centro de documentación de Bambú	041	Imagen 2.3 Vivienda Hogar de Cristo	074
Imagen 1.7.2.c Alero. Centro de documentación de Bambú	042	Imagen 3.4.1 Ejemplo de panel tipo	
Imagen 1.7.2.d Columna. Centro de documentación de Bambú	043	Imagen 3.4.2 Detalle del panel en elevación	084
Imagen 1.7.2.e Fachada posterior. Centro de documentación de Bambú	044	Imagen 3.4.3 Detalle del panel en elevación	085
Imagen 1.7.2.f Detalle de columna. Centro de documentación de Bambú	045	Imagen 3.4.4 Detalle de espacios para instalación	085
		Imagen 3.4.5 Detalle de unión	086
		Imagen 3.4.6 Detalle de unión de placas de fibrocemento	089
		Imagen 3.4.7 Detalle de posición de tornillos de sujeción en las placas de fibrocemento	090





	<b>PAGINA</b>	<b>GRAFICOS</b>	<b>PAGINA</b>
Imagen 3.1	094	Gráfico 5.1	035
Imagen 3.2	116	Esquema de la cadena de Guadúa en el Ecuador	
Imagen 3.2	142	Gráfico 2.1	055
Módulo		Modelo de vivienda Hogar de Cristo	
Uniones perpendiculares		Plano 2.1	057
Uniones longitudinales y diagonales		Emplazamiento de barrios comunitarios	
		Plano 2.2	059
		Emplazamiento de campamentos emergentes	
		Gráfico 2.1.1	060
		Modelos de vivienda fundación Hogar de cristo	
		Gráfico 2.1.2	061
		Modelos de vivienda fundación Hogar de cristo	
		Gráfico 2.1.3	062
		Modelos de vivienda fundación Hogar de cristo	
		Gráfico 2.1.4	063
		Modelos de vivienda fundación Hogar de cristo	
		Gráfico 2.1.5	063
		Modelos de vivienda fundación Hogar de cristo	
		Gráfico 2.1.1	064
		Modelos de servicios higiénicos fundación Hogar de cristo	
		Gráfico 2.2	
		Zonas donde se emplazan las viviendas	
		Gráfico 3.2	065
		Trama en planta arquitectónica	
		Gráfico 3.3	143
		Energía solar fotovoltaica	





## DETALLES CONSTRUCTIVOS

	PAGINA		PAGINA
Detalle 3.1 Cimiento tipo 1	104	Detalle 3.29 Estructura de ventana	141
Detalle 3.2 Cimiento tipo 2	105	Detalle 3.30 Aislamiento Acústico y térmico	148
Detalle 3.3 Cimiento tipo 2	105		
Detalle 3.4 Sección Constructiva	106		
Detalle 3.5 Placa Tipo	109		
Detalle 3.6 Placas de Acero	110		
Detalle 3.7 Unión placa - varilla	111		
Detalle 3.8 Columna tipo C1	112		
Detalle 3.9 Columna tipo C2	112		
Detalle 3.10 Columna tipo C1	114		
Detalle 3.11 Columna tipo C2	115		
Detalle 3.12 Unión boca de pescado	116		
Detalle 3.13 Detalle de pernos	117		
Detalle 3.14 Detalle de piso	119		
Detalle 3.15 Vigas principales y secundarias	120		
Detalle 3.16 Estructura de panel	122		
Detalle 3.17 Anclaje Guadúa - Osb	125		
Detalle 3.18 Unión entre la caña y el tablero	126		
Detalle 3.19 Unión de panel tipo a la columna	127		
Detalle 3.20 Despiece de la unión panel - ángulo y viga	128		
Detalle 3.21 Unión columna tipo c2 y panel	129		
Detalle 3.22 Unión columna tipo c1 y panel	130		
Detalle 3.23 Unión panel de vidrio con columna	131		
Detalle 3.24 Unión entre panel y ventana	132		
Detalle 3.25 Estructura de ventana	133		
Detalle 3.26 Estructura de cubierta - cercha	134		
Detalle 3.27 Uniones de cercha	135		
Detalle 3.28 Estructura de puerta	141		





## TABLAS

## PAGINA

Tabla 1.4.1	Superficie con potencial guaduero por provincias de Ecuador	034
Tabla 1.6.1	Costrucción con caña Guadúa en el Ecuador	036
Tabla 1.6.2	Mobiliario con caña Guadúa	036
Tabla 1.6.3	Utilidades con caña Guadúa	036
Tabla 3.3.1	Medidas de la Guadúa	103
Tabla 3.3.2	Datos registrados en una Guadúa	103





# CLAUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACION

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Katherine Anabel Cruz Naranjo en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Sistema Constructivo Prefabricado en Guadúa para una vivienda mínima”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 12 de Marzo de 2020

---

Katherine Anabel Cruz Naranjo

C.I: 0104983648





# CLAUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Katherine Anabel Cruz Naranjo, autor/a del trabajo de titulación “Sistema Constructivo Prefabricado en Guadúa para una vivienda mínima”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 12 de Marzo de 2020

---

Katherine Anabel Cruz Naranjo

C.I: 0104983648





## DEDICATORIA

El esfuerzo y las metas alcanzadas, reflejan la dedicación y el amor que invierten los padres en sus hijos. Gracias a mis padres Marco y Lucia, por haber hecho de mí la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros es por ustedes entre los que se incluye éste; su apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida y su compañía constante me permitieron comprender el tamaño y alcance de su amor, su entrega, y confianza en mí.

Para mis hermanos Estefania y Marco porque en todo mi caminar por la vida ustedes siempre han sido mi motivación y mi luz, gracias por confiar en mi y acompañarme de la mano en cada uno de los pasos que he dado.

Finalmente para mis abuelitos que son esos seres en los que un ser humano ve reflejado el amor de Dios, José, Berthita, Rosita y en especial a mi abuelito Rodrigo que sé que desde el cielo es quien más aplaude éste logro.

## AGRADECIMIENTO

A mis padres, familia y amigos quienes a lo largo de mi vida han sido parte de cada uno de mis logros porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañaron incondicionalmente.

A los profesores de la facultad de Arquitectura y Urbanismo, de manera especial al Arquitecto Alfredo Ordóñez quien dirigió mi trabajo y me acompañó durante todo el proceso hasta la culminación del mismo y a Farita.





## HIPOTESIS

Con la caña guadua como material es posible desarrollar un sistema constructivo prefabricado con aplicación a vivienda mínima





## OBJETIVOS GENERAL

Contribuir con un sistema constructivo prefabricado al desarrollo tecnológico constructivo utilizando como material principal la guadua, enfocado a la vivienda mínima.

## ESPECÍFICOS

Fundamentar las bases teóricas acerca de la guadua como material óptimo en el área de la construcción.

Identificar similitudes en desarrollos tecnológicos que se puedan aplicar al sistema como referente

Desarrollar un sistema prefabricado modular, que permita construir elementos, piezas y partes en la industria y poder transportar a sitio para su montaje, permitiendo solucionar viviendas mínimas en menor tiempo





## INTRODUCCION

El concepto de prefabricación en la construcción no es nuevo. Ya en 1624, los ingleses llevaron una casa de madera conformada por paneles para el uso de su flota de pesca. Esta casa fue desarmada, transportada y vuelta a armar muchas veces.

Los suizos introdujeron en los Estados Unidos el concepto de troncos pre cortados para la construcción de cabañas. La fiebre del oro en California en 1849, que generó una gran cantidad de asentamientos en un periodo corto de tiempo, creó un gran mercado para este tipo de productos.

La Unión Americana, durante la guerra civil en este país, también hizo uso de muchas edificaciones prefabricadas. En 1908, Thomas Edison propuso, aunque nunca la implementó, una casa completamente construida de hormigón, de dos o tres pisos. Walter Gropius propuso en 1910 un sistema industrializado para la construcción de viviendas.

En cuanto a la Guadúa desde la época precolombina se ha utilizado como material para la construcción; se compone de fibras vegetales que le dan la característica de ser un material fuerte, liviano y flexible.

Tiene una alta resistencia mecánica a la tracción; la pared externa sin nudos tiene una resistencia de 2561 kg/cm<sup>2</sup>, es una resistencia bastante alta si se tiene en cuenta que el acero A-36 tiene un esfuerzo de fluencia de 2530 kg/cm<sup>2</sup> y un esfuerzo de último orden de 4000 kg/cm<sup>2</sup>; por lo que la Guadúa es conocida como Acero Vegetal.

Además, su tiempo de crecimiento es muy rápido (3 años) en comparación con otros materiales. Esto permite que se incorpore fácilmente en el área de la construcción como una alternativa a los materiales y sistemas constructivos tradicionales.

Es necesario desarrollar alternativas tecnológicas de sistemas constructivos prefabricados debido a los atributos estructurales de la Guadúa, lo cual atenúa el impacto ambiental por su bajo consumo energético y por su escaso nivel contaminante. Estos sistemas deben ser livianos, de fácil montaje y con costos menores.

"A raíz del terremoto de 1999, se ve la necesidad de normar los sistemas constructivos con Guadúa; en la actualidad esa homologación está aprobada dentro de las normas de construcción del código Colombiano..." (Umaña 2012).<sup>1</sup>





Al ser Colombia un país con una realidad territorial similar a Ecuador toma como referente dichas normas de construcción sabiendo que es necesario extenderles según las necesidades Ecuatorianas.

Existen varias estructuras, entre ellas estructuras tipo cerchas compuestas por varias guadúas, así como también diversas uniones clavadas o empernadas, sin embargo para concebir dichas uniones los cortes de la guadúa no son los mismos para cada empalme.

Las soluciones prefabricadas permiten limitar tiempos y costos. La planificación de los trabajos con condiciones controladas reducen los gastos directos e indirectos de cada obra de arquitectura.

En definitiva, un sistema de construcción industrializado posibilita la optimización de todos los recursos intervinientes (materiales y mano de obra) acortando efectivamente el número de intervenciones; los recursos económicos y de construcción en la utilización de las tecnologías de prefabricación son significativos en comparación con los métodos convencionales de construcción, aunque todavía hay un gran campo para la evolución.

Esto implica que un mayor uso de las técnicas de éste sistema puede contribuir a la industrialización de viviendas y la construcción.







# CAPITULO UNO

APROXIMACIÓN AL SISTEMA  
CONSTRUCTIVO Y MATERIALES  
PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA  
CONSTRUCTIVO







# CAPÍTULO 1

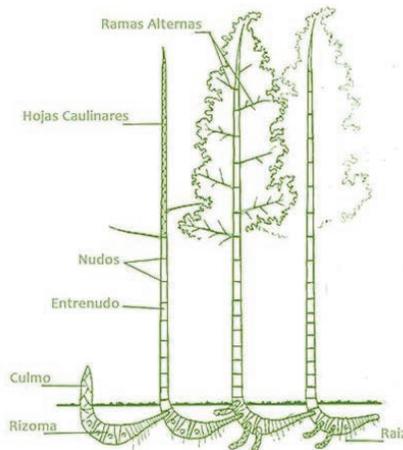
## APROXIMACIÓN AL SISTEMA CONSTRUCTIVO Y MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

### 1.1 LA GUADÚA

#### 1.1.1 Partes de la Guadúa

Alrededor de 1035 especies de guadúa (bambú) están dispersadas en todos los continentes excepto Europa. Este material se destaca por sus características físicas y mecánicas y su resistencia ante cargas de compresión, flexión y tracción. Su nombre científico es *guadua angustifolia* y se encuentra en países como Colombia, Perú y Ecuador.

Imagen 1.1.1 Partes de la Guadúa



**Varillón**

**Sobrebasa**

**Basa**

La guadúa oscila entre 8 y 30 metros de alto, tiene un diámetro entre 8 y 15 cm y el espesor de la caña es de 2cm aproximadamente; sin embargo el diámetro y espesor así como la separación entre nudo y nudo varían con la altura. (Ver imagen 1.1). Se divide en:

#### 1. Basa

Es la parte inferior de la guadúa donde se encuentran la raíz, rizomas y parte del culmo. Tiene un mayor diámetro y espesor, no existe mucha separación entre nudos. Se utiliza comúnmente en la construcción de elementos estructurales como vigas y columnas.

#### 2. Sobrebasa

Es la parte intermedia del culmo de la guadúa, el diámetro disminuye y presenta una mayor separación entre nudos. En la construcción se utiliza en la armadura de soleras o cubiertas.

#### 3. Varillón

No es frecuente la reproducción de semillas, de acuerdo al Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (2016)<sup>2</sup>,

<sup>2</sup> El Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), desde enero del 2002 es una ONG (Organización No Gubernamental); su finalidad es apoyar el desarrollo de la capacidad de organizaciones a nivel medio y de los que desarrollan la capacidad local, con el fin de mejorar la gestión y reducir la pobreza.

**Fuente.** OCTEA. (2008). PLANFOR: Vivero y jardinería, plantas y productos, <http://www.planfor.es/index.php?action=accueil&langue=ES&centre=guia-de-los-bambu.html>





### 1.1.2 Ciclo biológico de la Guadúa

Se debe aclarar que la caña guadúa no es un árbol, es una hierba o conocida también como monte. Crece de manera espontánea y se reproduce por rizomas ya que raramente genera semillas; éstas raíces se extienden ampliamente bajo el suelo de forma horizontal y lleno de yemas, para que éstas a su vez emitan nuevas raíces y se genere un nuevo cultivo de guadúa.

Lo óptimo es sembrar la guadúa en ribera de ríos y quebradas, ya que éstos cultivos protegen las cuencas hidrográficas y evita la erosión del suelo; incluso se puede cultivar en terrenos no aptos para otros cultivos, siempre que se tengan las condiciones climáticas apropiadas .

**Imagen 1.1.2**  
*Ciclo biológico de la Guadúa*  
El sistema de raíces es fuerte abundante y no profundiza más de un metro con cincuenta centímetros, almacena nutrientes sostiene la planta y genera brotes de nuevas guaduas con diámetros similares a los de la planta madre.

El buen desarrollo de un cultivo de guadúa depende de la calidad de la tierra, ya que al ser rica en materia orgánica, con textura gruesa y mediana, húmeda y con un buen drenaje, el crecimiento será mas acelerado.

A continuación se especificará las fases del cultivo de la guadúa:

Previo a la fase de plantación se realiza la limpieza del terreno, deshierbe, en seguida la ubicación y señalización de las futuras cañas a una distancia aproximada de 5m entre planta y planta; posteriormente se realiza la apertura de hoyos de 40cm de ancho por 40cm de profundidad donde el cultivo estimado sería de 400 plantas/ha aproximadamente.

**Imagen 1.1.2** Ciclo biológico de la Guadúa



**Fuente.** Aprovechamiento de la guadúa, Benavides. <http://guaduaayvida.blogspot.com/2009/07/aprovechamiento-de-la-guadua-consiste.html>





### a. Fase 1. Plantación

En esta fase es aconsejable utilizar los fertilizantes luego de un análisis químico del suelo. La plantación consiste en sembrar directamente en la tierra las partes vegetativas de acuerdo al sistema de propagación o también puede consistir en el trasplante de las plantas productivas en vivero como en el caso de los chusquines y ramas. Aguilar (2016)<sup>3</sup>

### b. Fase 2. Riego

Para evitar el riego constante del cultivo es apropiado que la siembra se haga en época de lluvia. Si este no fuese el caso el suelo debe estar siempre húmedo pero no inundado.

### c. Fase 3. Mantenimiento

La limpieza se debe realizar 3 o 4 veces al año para evitar no solo el crecimiento de maleza sino también que gorgojos coloquen huevillos a lo largo de la caña y ésta se pudra.

En caso de plaga de insectos, una estrategia muy común es colgar de una caña un vaso con agua mezclado con “acepemetrina”, que es un agroquímico el cual actúa como atractor de insectos con forma de mariposa y de esta manera acaba con la plaga.

### d. Fase 4. Florecimiento

Los nuevos brotes oscilan entre 8 y 15cm diarios siempre que estén en un ambiente natural, son brotes que surgen de tallos cortados de manera previa en la primera fase de crecimiento. El crecimiento en cultivos experimentales varía de tal forma que el crecimiento diario puede ser de hasta un metro, por lo que en un periodo entre 30 y 45 días, la guadúa alcanzaría la altura total requerida. La altura depende de la especie puede ser entre 15 y 19m. Espinel (2014)<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> El Ingeniero Eduardo Aguilar, es el administrador de la Asociación Agrícola “Río Siete”.

<sup>4</sup> Juan Andrés Espinel, diseñador, Universidad del Azuay, tesis de pregrado titulada “La Caña Guadúa en el espacio interior”.





### e. Fase 5. Explosión

Hace referencia a las pequeñas hojas que emergen de la caña, en cada nudo, cuando ésta ha alcanzado su máxima altura. El tamaño varía entre 4 y 8cm.

### f. Fase 6. Ramificación

La ramificación significa que la guadúa adquiere un color amarillento sinónimo de haber alcanzado su máximo grosor y nuevas ramas.

### g. Fase 7. Derramamiento

Esta fase es la final del ciclo biológico de la caña guadúa. La manera de constatar que el ciclo que ha completado es ver que las ramas empiezan a caer.

Todo el ciclo se desarrolla en un periodo de 11 a 12 meses. Espinel (2014)<sup>4</sup>

Así la caña sea talada o caiga por su propio peso se mantiene el ciclo por los nuevos brotes.

### h. Fase 8. Rocería o socola de la caña guadúa

Se debe eliminar material vegetal, maleza y cañas guadúas secas y deformes, ya que esto permite un mayor ingreso de luz. Son necesarias entre 5 y 6 horas de luz diarias para completar la fotosíntesis. Guanoquiza (2012)<sup>5</sup>.

### 1.1.3 Tratamiento de la Guadúa

Previo a la utilización de la Guadúa en la construcción es necesario tratarla desde su cosecha hasta el curado de la misma.

### a. Fase 1. Cosecha

El corte solo se realiza sólo cuando la Guadúa está en un estado de madurez óptimo.

Éste estado es considerado óptimo entre los 4 y 6 años después de haber sido sembrada la caña; ya que a partir del séptimo año la caña empieza a secarse; es decir, inicia la etapa de mortalidad. Aguilar (2016)<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> Juan Andrés Espinel, diseñador, Universidad del Azuay, tesis de pregrado titulada "La Caña Guadúa en el espacio interior".

<sup>5</sup> Estefanía Carolina Guanoquiza Enríquez, Administradora de Empresas, estudió en la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito. "Proyecto de Factibilidad para la Creación de una Empresa Productora y Comercializadora de Pisos de Bambú en la Ciudad de Quito"; 2012.

<sup>6</sup> Ingeniero Eduardo Aguilar, administrador de la Asociación Agropecuaria "Río Siete"; proporcionó información acerca del cultivo y tratamiento de la caña guadúa.





Indicadores que verifican el estado de madurez de la Guadúa:

- La cantidad de manchas blancas o también llamados líquenes . Mientras mas manchas tengan las cañas mayor, mayor es su edad.
- Cambio de tonalidad de verde claro a verde oscuro.
- La presencia de una tonalidad amarillenta indica que la caña esta pasando su etapa de madurez e inicia su etapa de mortalidad.

El tiempo de cosecha depende del uso y la finalidad de la caña.

Para la elaboración de artesanías la guadúa entre 6 meses y un año es ideal ya que tiene un tallo blando y flexible, en cambio para la elaboración de tablillas se utiliza la guadúa entre los 2 y 3 años de edad; en la que el culmo inicia su etapa de madurez.

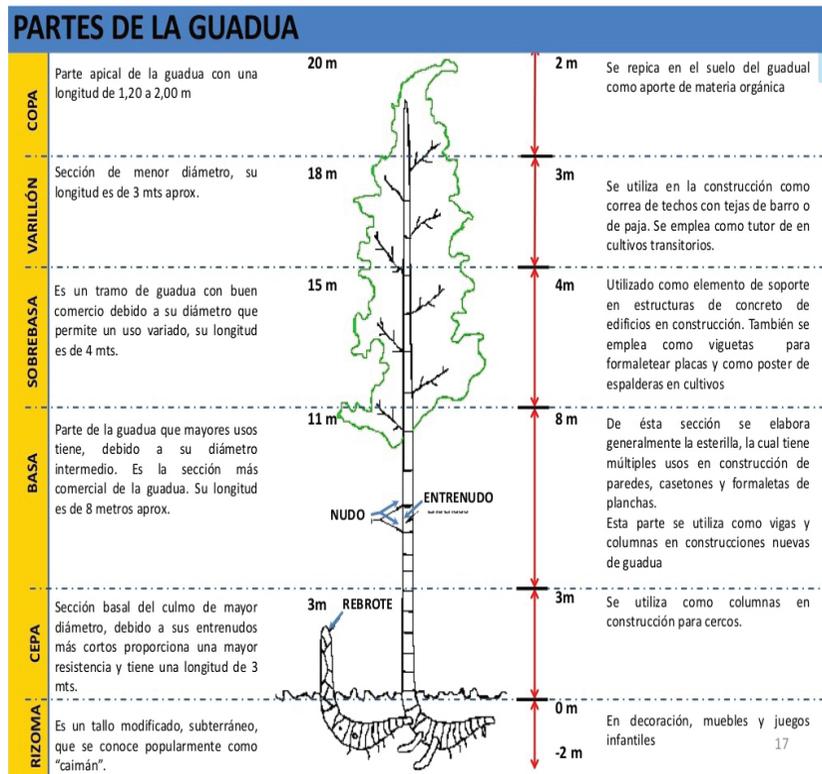
Entre los 3 y 6 años, los tallos están listos para su uso en la construcción. Habitualmente la pared basal y sobre basal se emplea en: vigas y columnas, como elemento estructural; la parte intermedia en: tijeras, parales, soleras, andamios, soportes, esterilla y tablillas; el varillón se utiliza en: tendales de techos con teja de barro o paja y como tutores en cultivos, esta parte es la menos utilizada. Ixcolín (1999).<sup>7</sup>

La guadúa entre los 4 y 8 años, se utiliza en la elaboración de materiales que van a sufrir un desgaste considerable como el parquet; de los 8 años en adelante la caña solo se utiliza como leña.

<sup>7</sup> El Ingeniero Carlos Armando Ixcolín Oroxom, estudió en la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la Facultad de Ingeniería Civil, realizó la tesis titulada "Estado Actual del Bambú como Material de Construcción en Guatemala", la información se abstrae de su trabajo de titulación. Guadua: un recurso ecológico.



Imagen 1.1.3 Usos de la guadúa según sus partes



### 1.1.4. Corte de la Caña Guadúa

La influencia de la luna y sus fases se toman en cuenta en el correcto desarrollo de la planta y el uso para que el que se destina.

Conforme a la historia y la tradición de personas que se dedican exclusivamente al cultivo y cosecha de la guadúa, la fase lunar en la que se recomienda el corte es en la luna menguante y en horas de la madrugada.

La caña se cosecha a la madrugada, entre las 12h00am y las 06h00am, Porque en estas condiciones la cantidad de humedad en la planta es menor, de tal manera que permite tener un material de mejor calidad, más resistente a insectos y otro tipo de daños. Brito (2012).<sup>8</sup>

Debido a la comercialización, en la actualidad, el corte se realiza todos los días del año y se deja desaguar y así se obtiene un producto de buena calidad.

8 E I  
Diseñador Carlos Brito Max, estudió en la Universidad de Cuenca, en la Facultad de Artes, la cita se tomó de su trabajo de titulación, "Diseño de Tabiques Modulares en Caña Guadúa, como Material Sustentable de Bajo Costo Aplicado a la División de Espacios Interiores". Guadua: un recurso ecológico.

**Fuente.** Visita técnica a la Asociación Río Siete. (2016, Abril). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Cuenca.



## Recomendaciones

Además del tiempo de cultivo y cosecha, al momento del corte también es necesario tener en cuenta las siguientes sugerencias:

- Determinar el uso para el que se va a destinar la caña y así observar el estado de madurez requerido,
  - Herramientas como el machete y la sierra eléctrica deben estar afiladas previamente y así evitar el daño del culmo,
  - El corte de la caña debe hacer a 2 o 3 nudos sobre el suelo así se evita el término de la caña y se producen nuevos brotes.
  - Una de las recomendaciones mas importantes es realizar el corte luego de un nudo, así se evita que se formen depósitos de agua o que la caña fracase,
- Es muy necesario que el tallo de la caña no contenga savia y esto se realiza en la fase del curado o desaguado.



### 1.1.5. Curado de la Caña Guadúa

#### Curado en campo

El vinagrado es un método a través del cual se realiza el curado de la caña, se coloca de manera vertical en los tallos, sin que toque el suelo, ni remover hojas y ramas; este proceso es conocido como fermentación ya que el tallo bota toda el agua, azúcares y almidones.

Una de las estrategias para separarlos del suelo es hacer un soporte de piedras, teniendo como propósito proteger los tallos de la humedad y de los hongos.

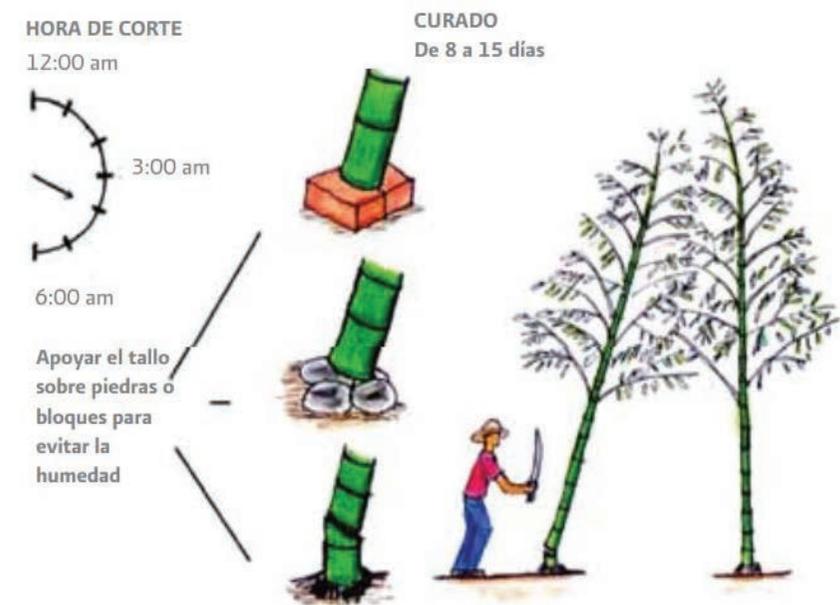
Los beneficios del curado de la caña guadúa son:

- Los tallos mantienen su color
- No se fisuran
- Evita el ataque de hongos
- Evita ataques de insectos

Al finalizar el curado se puede cortar ramas y hojas de cada tallo.

Este periodo dura entre 8 y 15 días, dependiendo de las condiciones climáticas. Ordóñez, Mejía, & Bárcenas (2011).<sup>9</sup>

Imagen 1.1.5 Curado de la Caña Guadúa en campo



**Fuente.** Ordóñez, V., Mejía, M. T., & Bárcenas, G. (2011). Manual para la construcción sustentable con bambú. Recuperado Marzo 15, 2016, de [http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/Manual para la construcción sustentable con bambú](http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/Manual%20para%20la%20construccion%20sustentable%20con%20bambu).

<sup>9</sup> EIM. I. Víctor Rubén Ordóñez Candelaria, la Dra. Ma. Teresa Mejía Saulés y la Dra. Guadalupe M. Bárcenas Pazos, proyecto apoyado por el Fondo Sectorial CONACYT - CONAFOR. 2011 Generaron una manual para los Estados Unidos Mexicanos, titulado "Manual para la Construcción Sustentable con Bambú", la cita fue recopilada de éste proyecto.

### 1.1.6 Curado de la Caña por calentamiento

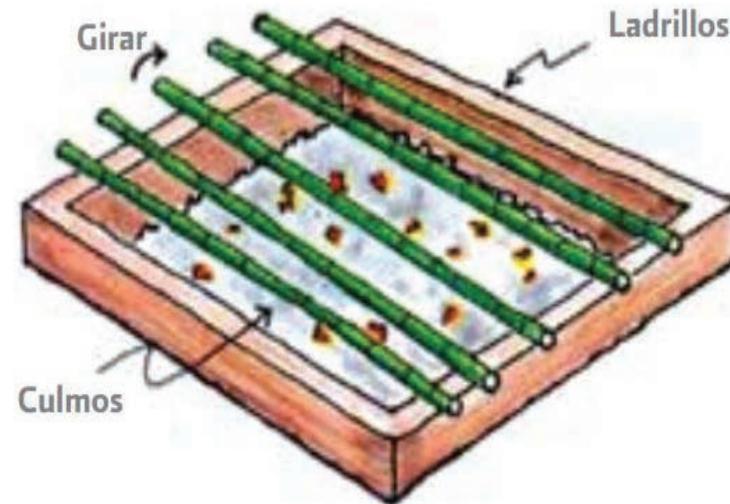
Luego se colocan los tallos de forma horizontal sobre el fuego, girando constantemente de tal manera que la caña no se queme; éste procedimiento mata cualquier insecto que esté en el interior del tallo, además de endurecer las paredes exteriores, haciendo que sean menos propensos al ataque de agentes xilófagos.

El momento que se aplica calor al culmo, los tallos torcidos se enderezan. Por lo general, este sistema se realiza en el fondo de una excavación entre 30 y 40cm de profundidad.

*Ver imagen 1.1.6*

Este sistema de curado ya ha sido industrializado en Japón, en el que utilizan cámaras donde los tallos están expuestos a temperaturas entre 120 y 150 grados centígrados durante 20 minutos aproximadamente. El procedimiento tiene un alto porcentaje de efectividad; sin embargo estar expuestos al altas temperaturas se corre el riesgo de que los tallos se agrieten.

Imagen 1.1.6 Curado de la caña guadúa por calentamiento



**Fuente.** Ordóñez, V., Mejía, M. T., & Bárcenas, G. (2011). Manual para la construcción sustentable con bambú. Recuperado Marzo 15, 2016, de [http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/MANUAL\\_PARA\\_LA\\_CONSTRUCCION\\_SUSTENTABLE\\_CON\\_BAMBU.PDF](http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/MANUAL_PARA_LA_CONSTRUCCION_SUSTENTABLE_CON_BAMBU.PDF)

### 1.1.7 Secado de la caña Guadúa

A menor cantidad de humedad mayor es la resistencia de la caña por lo que los tallos deben estar secos en su totalidad.

Según Lxcolín (1999)<sup>10</sup>; para evitar el cambio de dimensión en los tallos se deben secar hasta que el contenido de humedad no sea mayor al 15%.

Cuando el culmo tiene un porcentaje de humedad alto tiende a dilatarse y contraerse, por lo que es necesario realizar el proceso de secado hasta alcanzar el porcentaje óptimo anteriormente mencionado.

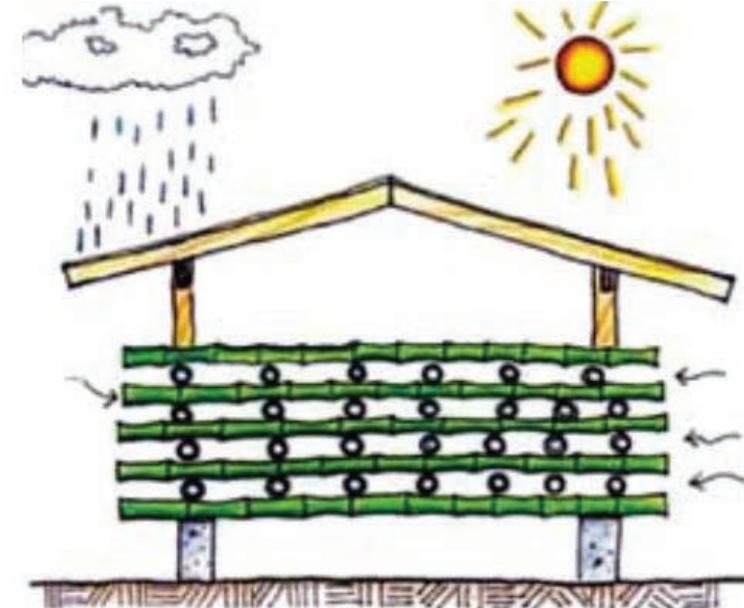
Menor costo de transporte, poca probabilidad de pudrición o manchas en los tallos y mejor adhesión de preservantes y pegantes son algunas de las ventajas de un buen proceso de secado .

Existe dos tipos de secado: al natural y secado en la estufa.

### 1.1.7.a Secado natural de la Caña Guadúa

Los tallos se apilan de manera horizontal y entrelazados cubiertos del sol y de la lluvia. El proceso de secado al natural requiere de 2 meses para asegurar un buen secado. Ordóñez, Mejía, & Bárcenas (2011).<sup>11</sup>

Imagen 1.1.7.a Secado natural de la Caña Guadúa



**Fuente.** Ordóñez, V., Mejía, M. T., & Bárcenas, G. (2011). Manual para la construcción sustentable con bambú. Recuperado Marzo 15, 2016, de [http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/Manual para la construcción sustentable con Bambú.pdf](http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/Manual%20para%20la%20construccion%20sustentable%20con%20Bambu.pdf)

<sup>10</sup> El Ingeniero Carlos Armando Ixcolín Oroxom, estudió en la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la Facultad de Ingeniería Civil, realizó la tesis titulada "Estado Actual del Bambú como Material de Construcción en Guatemala", la información se abstrae de su trabajo de titulación. Guadua: un recurso ecológico.

<sup>11</sup> El M. I. Víctor Rubén Ordóñez Candelaria, la Dra. Ma. Teresa Mejía Saulés y la Dra. Guadalupe M. Bárcenas Pazos, proyecto apoyado por el Fondo Sectorial CONACYT - CONAFOR. 2011 Generaron una manual para los Estados Unidos Mexicanos, titulado "Manual para la Construcción Sustentable con Bambú", la cita fue recopilada de éste proyecto.



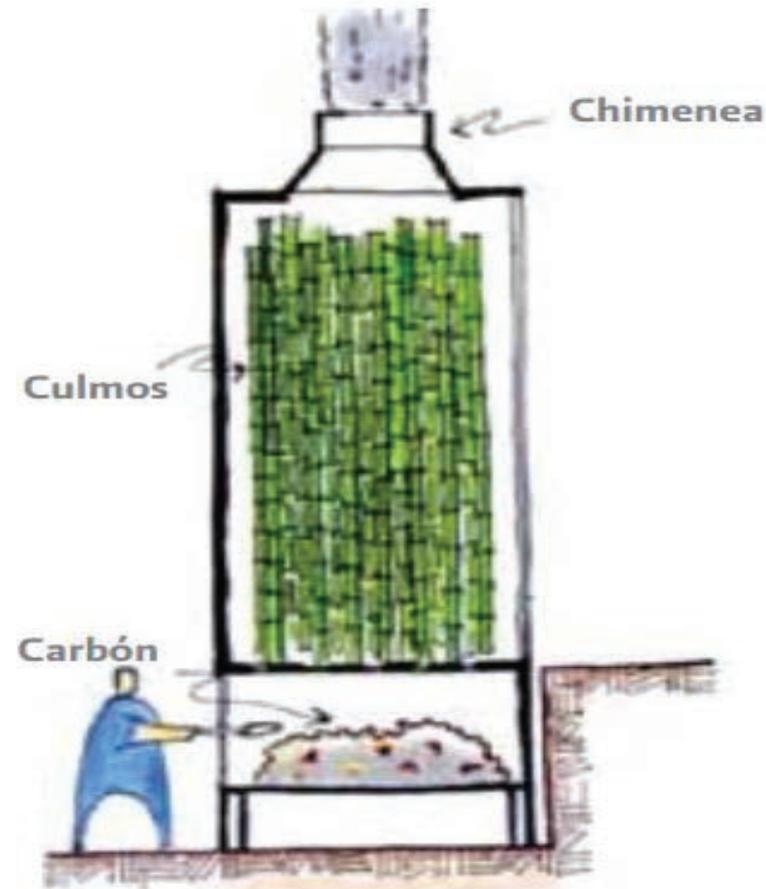
### 1.1.7.b Secado en estufa de la Caña Guadúa

El momento que los culmos han sido desagüados se colocan en un horno durante 3 semanas aproximadamente; para ésta forma de secado se requiere colocar los tallos de forma vertical. El combustible para el horno son los retazos de la caña guadúa que ya ha sido quemada.

Al momento de concluir éste proceso de secado, la Guadúa pierde entre el 50 y 60% de su peso inicial por lo que se pueden detectar las grietas que pueden presentarse en un futuro, según Ordóñez, Mejía, & Bárcenas (2011).<sup>12</sup>

Uno de los beneficios de este método es que el humo que se produce durante el secado se adhiere a las paredes de la caña dándole resistencia contra los insectos.

Imagen 1.1.7.b Secado en estufa de la Caña Guadúa



**Fuente.** Ordóñez, V., Mejía, M. T., & Bárcenas, G. (2011). Manual para la construcción sustentable con bambú. Recuperado Marzo 15, 2016, de [http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/Manual para la construcción sustentable con Bambú.pdf](http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/Manual%20para%20la%20construccion%20sustentable%20con%20Bambu.pdf)

<sup>12</sup> El M. I. Víctor Rubén Ordóñez Candelaria, la Dra. Ma. Teresa Mejía Saulés y la Dra. Guadalupe M. Bárcenas Pazos, proyecto apoyado por el Fondo Sectorial CONACYT – CONAFOR. 2011 Generaron una manual para los Estados Unidos Mexicanos, titulado “Manual para la Construcción Sustentable con Bambú”, la cita fue recopilada de éste proyecto.





## 2.1 Características Físicas de la Guadúa

Se ha determinado que la resistencia del de la caña Guadúa es  $R=142/76\text{kg/m}^2$ . Según Juluis Joseph Antonius Janssen(1980).<sup>13</sup>

### Resistencia a la tracción

La resistecia a la tracción es de 300Mpa, es decir 3,06 toneladas por centímetro cuadrado en estado seco y en su estado verde la resistencia mínima es de 200Mpa.

### Resistencia a la compresión

En el caso de la resistencia a la compresión se plantea la siguiente relación:  
 **$0.094*R= 59.22\text{Mpa}$**  para la guadúa en estado seco y  **$0.075*R= 47.3 \text{ Mpa}$**  para la guadúa en estado verde como resistencia mínima.

### Resistencia a la flexión

Para la resistencia a la flexión también se plantea la siguiente relación:

**$0.14*R=88.22\text{Mpa}$**  para la guadua en estado seco y  **$0.11*R= 69.3 \text{ Mpa}$**  para la guadúa en estado verde como resistencia mínima.

### Resistencia a cortante

En la investigación de J.J Antonius Janssen se realizaron los ensayos sobre una cantidad de probetas de guadúa con contenidos de humedad de 4.9 y 12% por lo que se obtuvo la siguiente relación para la resistencia al corte:  
 **$0.021*R= 13.23 \text{ Mpa}$** .

<sup>13</sup> Juluis Joseph Antonius Janssen, Eindhoven University of Technology. La cita a la cual se hace mención, fue tomada de "Bamboo in building structures"





### 3.1 Ventajas de la Guadúa

Como ventajas de la caña Guadúa se citan las siguientes:

Es un recurso natural renovable

No tiene corteza o partes que se consideren desperdicios.

Además de su uso como elemento estructural, tiene otros usos, como tuberías de agua líquidos para drenajes, para muebles, vallados y alambradas, postería, puentes, cerramientos, etc.

Puede combinarse con otros materiales de construcción tales como: madera, concreto, zinc, celulosa-cemento, barro, etc.

Continúa siendo el material de más bajo precio. Es de más alto rendimiento en crecimiento y propagación que la madera.

Dentro de un gran aporte al medio ambiente, la guadúa, absorbe las partículas mas contaminantes

que esta presentes en la atmósfera ya que con la ayuda de la luz solar convierte a éstas en alimento; además la caña guadúa ayuda a la purificación del medio ambiente.

Su manejo es sencillo y no requiere especialistas.

El exterior de los tallos es liso, duro y con colores atractivos , con un correcto tratamiento.

De la guadúa pueden obtenerse materiales para: mallas estructurales, esterillas, parquet, contrachapados, y de manera especial la latillas para tableros prefabricados, etc.

Sus nudos le dan al tallo propiedades sismo resistentes, ya que la pared transversal o tabique hace que el tallo sea mas rígido y elástico lo cual evita la ruptura al momento de curvarlo.

El tallo se puede curvar si se aplica calor para este procedimiento se debe rellenar el culmo como arena fina aplicando calor por tramos y verificando la flexibilidad de la caña doblandola ligeramente.





## 3.2 Desventajas de la Guadúa

Como desventajas deben citarse las siguientes:

La humedad constante la pudre, si no se protege, como es el caso de todo tipo de madera.

Debe mantenerse en lo seco. Apesar de que la guadúa (GAK), es una de las especies más resistentes al ataque de insectos, principalmente del *Dinoderus minutus*- deben tomarse precauciones en su selección, tiempo de Corte y de seccionamiento; su curado y secado deben realizarse inmediatamente después del seccionamiento, con el fin de preservarlo de dichos ataques y para asegurar una mayor duración.

Es muy combustible cuando está seca, por lo que debe protegerse del fuego.

Al envejecer, pierde resistencia, si no se la trata adecuadamente.

Se contrae al secarse, cuando se utiliza como refuerzo estructural del concreto, por lo que deben tomarse las precauciones del caso.

Las uniones de miembros estructurales deben ser reforzadas cuando se utilizan los mismos tipos de unión de la madera. Se recomienda, por lo tanto, usar su propia carpintería.

Los entrenudos se aplastan ante fuertes compresiones puntuales, por lo que las tensiones no deben ejercerse en el entrenudo sin antes haber rellenado dicho entrenudo con un cilindro de madera; con un trozo de guadúa, de menor diámetro o con una mezcla licuada de cemento, arena y agua.

Tiene la tendencia a rajarse si se utilizan clavos gruesos.

No tiene diámetro constante en toda la longitud del tallo ni espesor constante en las paredes de los entrenudos, por lo que debe hacerse una selección y colocación cuidadosa de las piezas cuando son utilizadas, por ejemplo, como viguetas de pisos o como parantes en las paredes.





## 4.1 La Guadúa en el Ecuador

### Utilización de la caña Guadúa

"La variedad que se está cultivando en el Ecuador se denomina Guadúa Angustifolia, conocida también como CAÑA BRAVA." Guanoquiza Enriquez(2012).<sup>14</sup>

"En 1984, se inició una nueva etapa de experiencias en el Ecuador con el programa de 12 viviendas para zapateros en la Floresta II, a cargo del Arquitecto colombiano Oscar Hidalgo López"; y, "Las paredes de estas viviendas eran de estructura de caña rolliza, y recubiertas de caña picada, formando paneles auto portante, amarrados entre sí y a la cimentación; recubierto con mortero de arenacemento obteniendo como resultado final, viviendas con un buen aspecto estético y confort". Douglas Dreher, (1991).<sup>15</sup>

(INBAR-LAC, 2014) "La Red Internacional del Bambú y Ratán – INBAR , es una organización intergubernamental dedicada a aumentar los beneficios sociales, económicos y ambientales del bambú y el ratán, agrupa: gobiernos, empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil de más de 50 países para definir e implementar una agenda global para el desarrollo sostenible.

En el Ecuador se está trabajando de una manera muy intensa alrededor de la guadúa, estos trabajos han sido impulsados por la Red Internacional del Bambú y Ratán INBAR, y una plataforma público-privada, en el marco de "Desarrollo Económico y Adaptación al cambio Climático (INBAR, s.f)" dentro del programa "Ecuador produce bambú".

### Zonas potenciales para el desarrollo de la Guadúa

Las zonas con mayor potencialidad para el desarrollo de la caña guadúa en el Ecuador son la costa y parte del oriente por su clima tropical húmedo; partes de la sierra ecuatoriana son aptas para el cultivo de la caña guadúa, pero en menor superficie en comparación con las otras regiones.

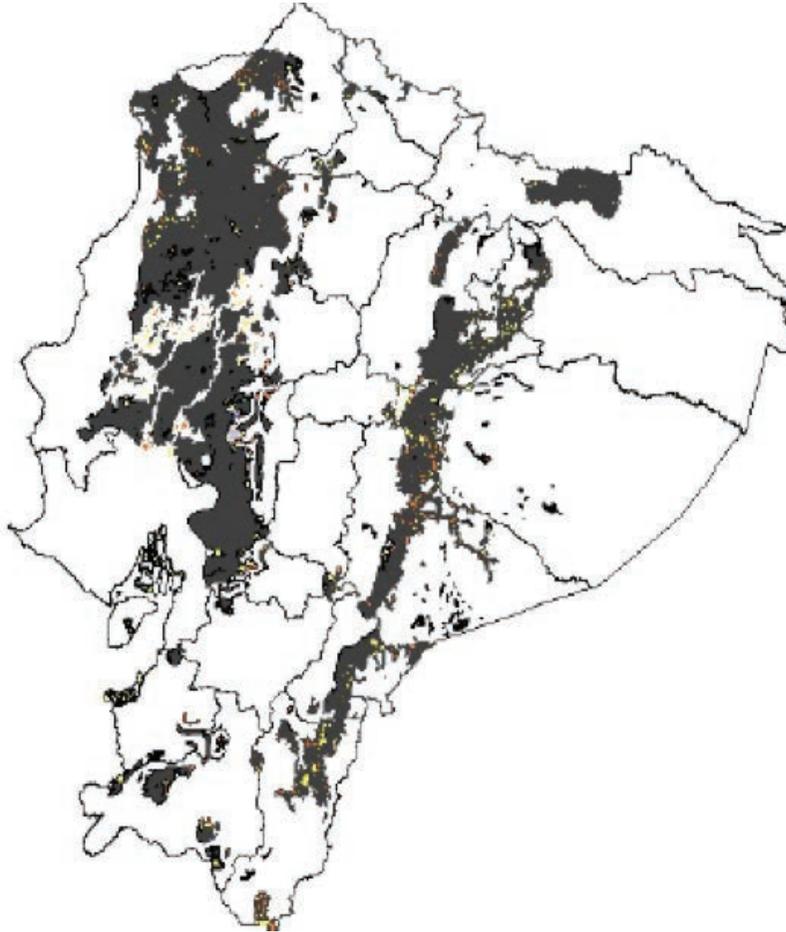
Las zonas potenciales están comprendidas en la costa por las provincias: Esmeraldas, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Guayas, El Oro; en el oriente por: Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe.

<sup>14</sup> Estefanía Carolina Guanoquiza Enriquez es Administradora de Empresas, estudió en la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito. Realizó "Proyecto de Factibilidad para la Creación de una Empresa Productora y Comercializadora de Pisos de Bambú en la Ciudad de Quito", 2012. La cita fue tomada de su trabajo del trabajo de titulación mencionado.

<sup>15</sup> Douglas Dreher Arquitectos, Construcción de viviendas con caña Guadúa en Guayaquil . La cita fue tomada de este proyecto.



**Imagen 4.1** Zonas óptimas para el desarrollo de la Guadúa



**Fuente.** Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (2016). Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Caña Guadúa en el Ecuador. Quito, Ecuador

Elaboración: SNV – Morona Santiago Abril-2003.

**Tabla 4.1** Superficie con potencial Guadtero por Provincias de Ecuador.

No.	PROVINCIA	SUPERFICIE (Ha)
01	MANABI	636.951,25
02	LOS RIOS	624.608,25
03	ESMERALDAS	610.857,00
04	GUAYAS	426.477,00
05	MORONA SANTIAGO	394.120,00
06	PICHINCHA	372.189,50
07	NAPO	230.006,50
08	ZAMORA CHINCHIPE	139.151,00
09	PASTAZA	113.045,00
10	LOJA	105.296,50
11	BOLIVAR	91.716,00
12	SUCUMBIOS	90.443,25
13	COTOPAXI	80.466,75
14	ORELLANA	71.903,25
	LA CONCORDIA	70.608,00
15	CAÑAR	55.754,50
16	EL ORO	40.763,25
	MANGA DE CURA	37.210,75
17	AZUAY	23.863,75
18	IMBABURA	23.697,50
19	CARCHI	10.890,00
	EL PIEDRERO	10.557,50
20	CHIMBORAZO	8.792,75
	LAS GOLONDRINAS	6.342,25
21	TUNGURAHUA	3.412,25
	<b>TOTAL</b>	<b>4.279.123,75</b>

**Fuente.** Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (2016). Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Caña Guadúa en el Ecuador. Quito, Ecuador

Elaboración: SNV – Morona Santiago Abril-2003.



## 5.1 La Guadúa en la economía Ecuatoriana

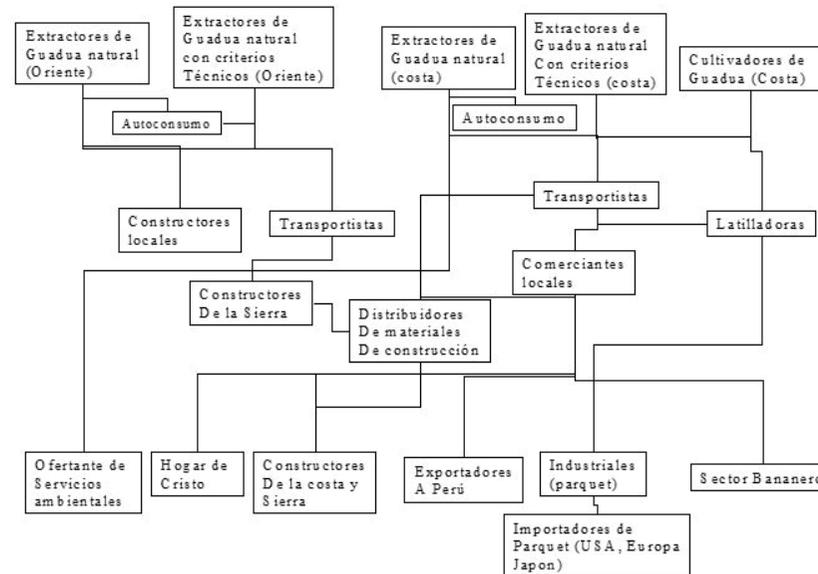
De acuerdo a la información obtenida de la Red Internacional del Bambú y Ratán conocida como INBAR LAC (20 1915), es concluyente con el uso de la caña guadúa como material de construcción de las familias rurales.

Un estudio reciente mostró que la demanda de guadúa en el país es mayor que la oferta. El sector bananero en Ecuador consume 5'544.000 cañas de guadúa al año y se comercializan más de 1'400.000 tallos de guadúa al año, hacia Perú y otros países.

La representación de la cadena de guadúa en el Ecuador, se conforma por cinco fases, la producción, comercialización, construcción, insumos agrícolas y la industria.

La mayor parte de cultivos de guadúa en el Ecuador se ubican en la costa y oriente, de éstas zonas son extraídos como guadúa natural y guadúa con criterios técnicos. La natural se utiliza para el sector bananero como cuje y artesanías; mientras que la guadúa con criterios técnicos utilizan constructores locales

**Gráfico 5.1** Esquema de la Cadena de la Guadúa en el Ecuador, 2016



**Fuente.** Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (2016). Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Caña Guadúa en el Ecuador. Quito, Ecuador Elaboración: Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (2016). Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Caña Guadúa en el Ecuador. Quito, Ecuador





## 6.1 Usos de la caña Guadúa en Arquitectura e Ingeniería

Existen varias edificaciones en el Ecuador que han sido diseñadas o intervenidas con caña Guadúa, con lo que se demuestra que el material aporta en el área de la construcción.

### Obras y construcciones relevantes en Ecuador

Algunas de las edificaciones más representativas en caña Guadúa en el Ecuador son:

Tabla 6.1 Construcciones con caña Guadúa en Ecuador

OBRA	UBICACIÓN
Escuela de Formación del Cuerpo de Bomberos	Manta, Manabí.
Mercado de Marisco	Manta, Manabí.
Museo los Amantes de Sumpa	Santa Elena
Fundación Hogar de Cristo	Guayaquil, Manta
Centro de Documentación de Bambù	Guayaquil
Rampiral, Same	Esmeraldas
Puente en Maquipucuna	Mindo - Pichincha
Alándaluz	Puerto Rico - Manabí
Varias edificaciones	Montañita - Santa Elena
Parque de la Guadua	Puyo - Pastaza

Fuente. Equipo de trabajo (2018, Febrero) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

### Mobiliario

Igualmente se puede utilizar la guadúa en el diseño de mobiliario:

Tabla 5.2 Mobiliario con caña Guadúa en Ecuador

MOBILIARIO	UBICACIÓN
Mobiliario urbano	Manglaralto y Montañita
Cujes	Sector bananero
Instrumentos musicales	Santa Elena
Mobiliario para hogares	Big Bamboo, Pichincha
Mobiliario de alta gama creado por Big Bamboo	Guayaquil
Mobiliario diseñado por Rafael Rulpèrez	Guayaquil

Fuente. Equipo de trabajo (2018, Febrero) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

Tabla 5.3 Utilidades con caña Guadúa en Ecuador

OTRAS UTILIDADES	UBICACIÓN
Cerveza de bambu	Cumbayà, Pichincha
Cervecería Sabai	Cumbayà, Pichincha
Obras de arte creadas por Francisco Solorzano	
Instrumentos musicales diseño del músico Schubert Ganchozo	

Fuente. Equipo de trabajo (2018, Febrero) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.





## 7.1 Arquitectos y la Guadúa

### Obras representativas

Arquitectos como: Jorge Morán Ubidia, Robinson Vega Jaramillo, Daniela Loaiza de Ojeda entre otros han aportado con proyectos importantes dentro de la construcción con Guadúa.

"Hoy en día la arquitectura cambió, construir con bambú agrega valor a edificaciones como Nativa Bambú, además para la comunidad, es un paso muy importante porque está reflejando un crecimiento moderno a nivel internacional" Daniela Loaiza (2007).<sup>16</sup>

La arquitecta sostiene que lo que hace la diferencia en Nativa Bambú es su infraestructura diseñada con una arquitectura vanguardista que respeta el medio ambiente fusionándola con la tecnología actual.

"Ya no es necesario construir sólo con los elementos tradicionales, hoy el bambú se integra como un elemento innovador por sus beneficios: Durable, Resistente y Ecológico" (Loaiza, 2007).<sup>17</sup>

Sus principales obras construidas con bambú son:

Diseño Salón Multiusos del Museo Amantes de Sumpa en Salinas  
Diseño Iglesia Monte Sinaí en Guayaquil;  
Diseño y Construcción Paradero Turístico en Cauchiche, Puna;  
Diseño y Construcción de Estaciones Reciclajes Pica en la Ruta del Sol;  
Diseño y Construcciones efímeras para FIDES 2007;  
Diseño y Construcción de infraestructuras turística campestre en Mundo San Rafael, Bucay.

### **Diseño y Construcción de Nativa Bambú en Montañita;**

La Discoteca nativa Bambú, inaugurada a inicios del 2009 en la comuna de Montañita, ubicada en la Ruta del Sol, en la provincia de Santa Elena, fue distinguida recientemente por la Municipalidad del cantón Santa Elena con una mención de honor en el orden urbanístico por su imponente arquitectura elaborada a base de material sostenible como es la Guadúa.

<sup>16</sup> Daniela Loaiza de Ojeda, Arquitecta chilena radicada en Ecuador. Parte de Ecuadoracolors, 2011. Cita tomada de una entrevista sobre su trabajo con con Guadúa.

<sup>17</sup> Daniela Loaiza de Ojeda, Arquitecta chilena radicada en Ecuador. Parte de Ecuadoracolors, 2011. Cita tomada de una entrevista sobre el diseño de la Discoteca Nativa bambú.



**Imagen 7.1** Discoteca Nativa Bambú, Montañita



**Fuente.** Equipo de trabajo (2018, Febrero) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.



Arq. Jorge Morán nacido en Cuenca, ex catedrático de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, sin embargo sigue a cargo de varias investigaciones sobre la aplicación de la caña guadúa en el ámbito de la construcción, Consultor, Conferencista y autor de varias publicaciones.

Una de sus obras más reconocidas es el Centro de documentación de bambú, edificio ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad católica Santiago de Guayaquil, ha sido nominado en la categoría Proyecto Arquitectónico Verde. Revista El Agro (2013)<sup>18</sup>

Repositorio diseñado y construido por los Arquitectos Jorge Morán Ubidia y Robinson Vega Jaramillo, quienes acreditan su larga experiencia del estudio de la Guadúa en la construcción, principalmente en la investigación de tableros de bambú.

La Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), inauguró el proyecto donde actualmente

funciona el primer Centro de Documentación de Bambú en Latinoamérica.

“Este Centro de Documentación de Bambú recibirá el fondo bibliográfico acerca del bambú que ha sido recopilado y conservado por el Arq. Morán, además se ha incrementado con las donaciones de la Red Internacional del Bambú y del Ratán (INBAR)”. Revista El Agro (2013)<sup>19</sup>

Inbar tiene como finalidad, ser el medio de exposición de los productos conseguidos en el Proyecto de investigación de Ecomateriales, que está financiado por la SENESCYT y la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Como resultado de múltiples ensayos e investigación se exponen tableros para paredes, pisos y elementos estructurales, por primera vez usados en Ecuador y América; materiales que se combinan con el uso tradicional de la guadúa rolliza, guadúa propia de Ecuador lo cuales en la actualidad se usan como parte de diseños modernos.

<sup>18</sup> *Revista Ecuatoriana El Agro, edición 2013. La cita fue tomada de la entrevista realizada al Arquitecto Jorge Morán con respecto al proyecto.*

<sup>19</sup> *Revista Ecuatoriana El Agro, edición 2013. La cita fue tomada del artículo respecto a la información con la que cuenta el centro de Documentación.*



**Imagen 7.2** Centro de documentación de Bambú, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil



**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.



## 7.2.a Centro de documentación de Bambú

La concepción del proyecto tuvo algunas condicionantes: El edificio de la Facultad de Arquitectura y Diseño, Premio Bienal de Arquitectura 1982, diseñado por los arquitectos Marcelo Bravo, Jorge Ordoñez, René Bravo y Gonzalo Robalino; por lo que ubicar al lado, un edificio de guadúa rolliza y tableros de bambú, era otra de las condicionantes más importantes de este proyecto, a más de las condicionantes topográficas y climáticas del lugar. BAQ (2014)<sup>20</sup>

**Imagen 7.2.a** Cimentación Centro de documentación de Bambú, UCSG.



**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

**Imagen 7.2.b** Cimentación Centro de documentación de Bambú, UCSG.



**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

<sup>20</sup> B A Q (2014), *Diseño arquitectónico, Ecuador, Arquitectos Jorge Morán Ubidia y Robinson Vega, centro de Documentación de Bambú. La cita fue tomada del archivo BAQ, Arquitectura Panamericana.*



**Imagen 7.2.c** Alero del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

El proyecto se concibe en 40m<sup>2</sup>, el mismo que respeta la presencia de la Facultad de Arquitectura utilizando como estrategia: materiales, retranqueo volumétrico y proyección visual respetando el contexto y la escala.

Respeto la topografía separando la edificación del suelo, de esta manera se protege la estructura de pisos y paredes de la humedad y de los xilófagos.

Imagen 7.2.d Columna del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



Fuente. Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

**Imagen 7.2.e** Fachada posterior del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



Para la resolución de la cubierta el Arquitecto diseña una cubierta de grandes aleros , lo cual garantiza protección contra rayos UV, lluvias e inclusive para minimizar la incidencia solar, se colocaron marquesinas y antepechos de bambú en los ventanales, además se plantaron guaduas, para generar sombra. BAQ (2014).<sup>21</sup>

Estrategias pasivas ante la zona climática donde está emplazada la biblioteca.

<sup>21</sup> B A Q (2014) , *Diseño arquitectónico, Ecuador, Arquitectos Jorge Morán Ubidia y Robinson Vega, centro de Documentación de Bambú. La cita fue tomada del archivo BAQ, Arquitectura Panamericana.*

**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.



**Imagen 7.2.f** Detalle de la columna del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

El sistema estructural de guaduas está basado en la triangulación de fuerzas, apoyos puntuales de carga por medio de conos y monturas metálicas de acero negro y rellenos con mortero de cemento.

La triangulación se concentró en la estructura de soporte de cubierta, evitando diagonales en espacios útiles.

<sup>1</sup> Virginia Carmiol Umaña, es una profesora e investigadora del Instituto Tecnológico de Costa Rica de la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial. La cita a la cual se hace mención, fue tomada de un artículo titulado *Bambú Guadua: un recurso ecológico*.



Imagen 7.2.g Interior del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



<sup>1</sup> Virginia Carmiol Umaña, es una profesora e investigadora del Instituto Tecnológico de Costa Rica de la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial. La cita a la cual se hace mención, fue tomada de un artículo titulado *Bambú Guadua: un recurso ecológico*.

**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.



Imagen 7.2.h Detalle de columna, exterior del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



Fuente. Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

**Imagen 7.2.i** Fachada frontal del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



Otra de las estrategias que se utiliza en el diseño es colocar marquesinas y antepechos de bambú en los ventanales, debido a que es una edificación educativa es necesario que la incidencia solar no afecte las actividades en el interior. La vegetación existente protege del solar de la tarde y las guadúas plantadas alrededor generan sombra.

**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

Imagen 7.2.j Detalle del cerramiento de la parte frontal del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



Fuente. Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

<sup>1</sup> Virginia Carmiol Umaña, es una profesora e investigadora del Instituto Tecnológico de Costa Rica de la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial. La cita a la cual se hace mención, fue tomada de un artículo titulado Bambú Guadua: un recurso ecológico.



## 8.1 Paneles, Tabiques

### Centro de Documentación de Bambú

Para la estructura de piso y los tabiques que conforman las paredes, se utiliza un panel estructural que consiste en prensar la guadúa y utilizar como viguetas para el piso.

Los tableros para las paredes se conforman también con guadúa prensada y unen por medio de una tira de madera.

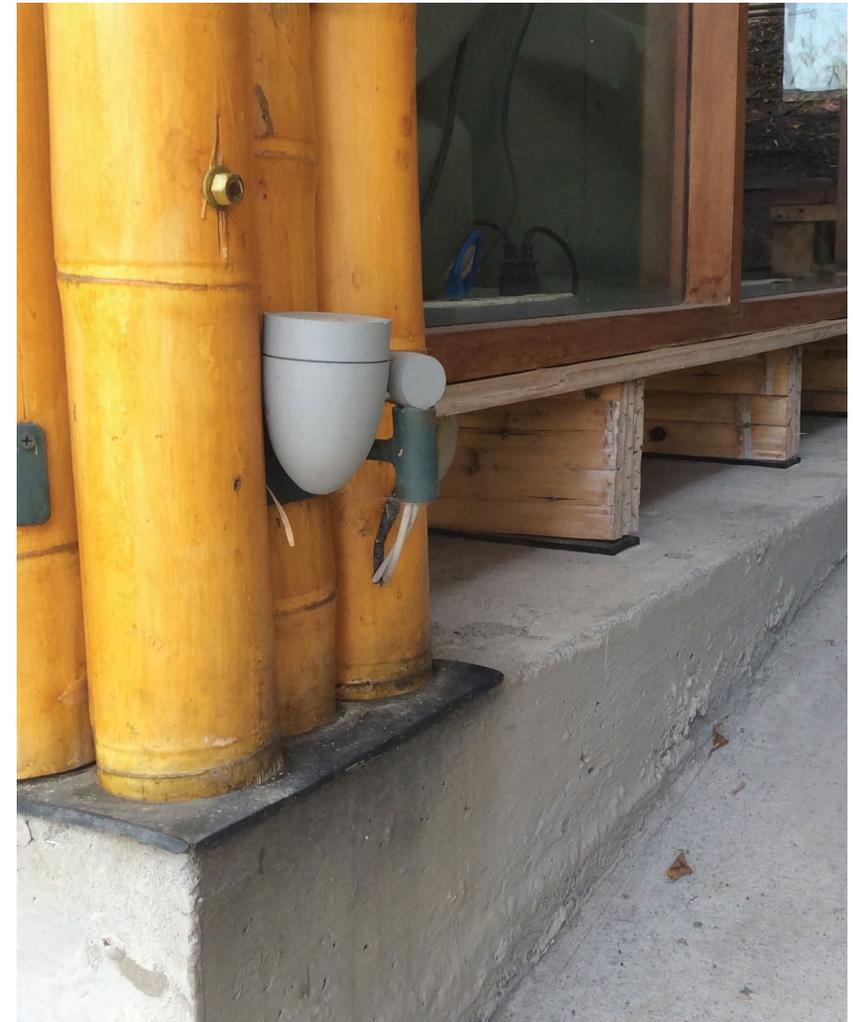
El mismo diseño de tablero se utiliza para los cerramientos y pisos, los que asumen una parte de los esfuerzos por deformación de la edificación.

**Imagen 7.2.k** Vigas inferiores del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

**Imagen 7.2.l** Detalle de luminaria y vigas inferiores del Centro de documentación de Bambú, UCSG.



**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

**Imagen 7.2.l** Módulo para tabiques de las paredes



**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.

**Imagen 7.2.m** Tabique para paredes



**Fuente.** Cruz, K (2018, Abril) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca.





# CAPITULO DOS

ESTUDIO DE CASO

VIVIENDAS HOGAR DE CRISTO





## 2.1 Vivienda Mínima

### HOGAR DE CRISTO

La Fundación Hogar de Cristo nace en 1971. En esos tiempos Guayaquil era una de las ciudades con más alto déficit de vivienda y entonces los jesuitas Francisco García y Josse Van der Rest, del Ecuador y Chile respectivamente, coordinaron el inicio del Hogar de Cristo en esta ciudad inspirados en la obra fundada en 1944 por el P. Alberto Hurtado en Chile.

Esta fundación es una institución no gubernamental que nació con la intención de garantizar una vivienda digna a población de escasos recursos económicos en la costa ecuatoriana. Este trabajo se orienta a los más favorecidos, víctimas de incendios o desastres naturales.

Dentro de su desarrollo integral, desde el año 2001, el servicio consistió en la fabricación y adjudicación, a crédito, de viviendas de madera y caña. A partir de 2002, conscientes de la compleja problemática en torno a la pobreza, se lanzó una propuesta integral de desarrollo para los beneficiarios y sus familias: el Programa DIF (Desarrollo Integral de la Persona y la Familia).

Según el modelo de gestión con el que se maneja esta fundación:

Trabajan en red de una manera unificada y complementaria en macro proyectos integrales y de impacto social.

Realiza alianzas estratégicas con entidades públicas, áreas apostólicas, organizaciones de sociedad civil y gobiernos locales para conseguir un mayor impacto social.

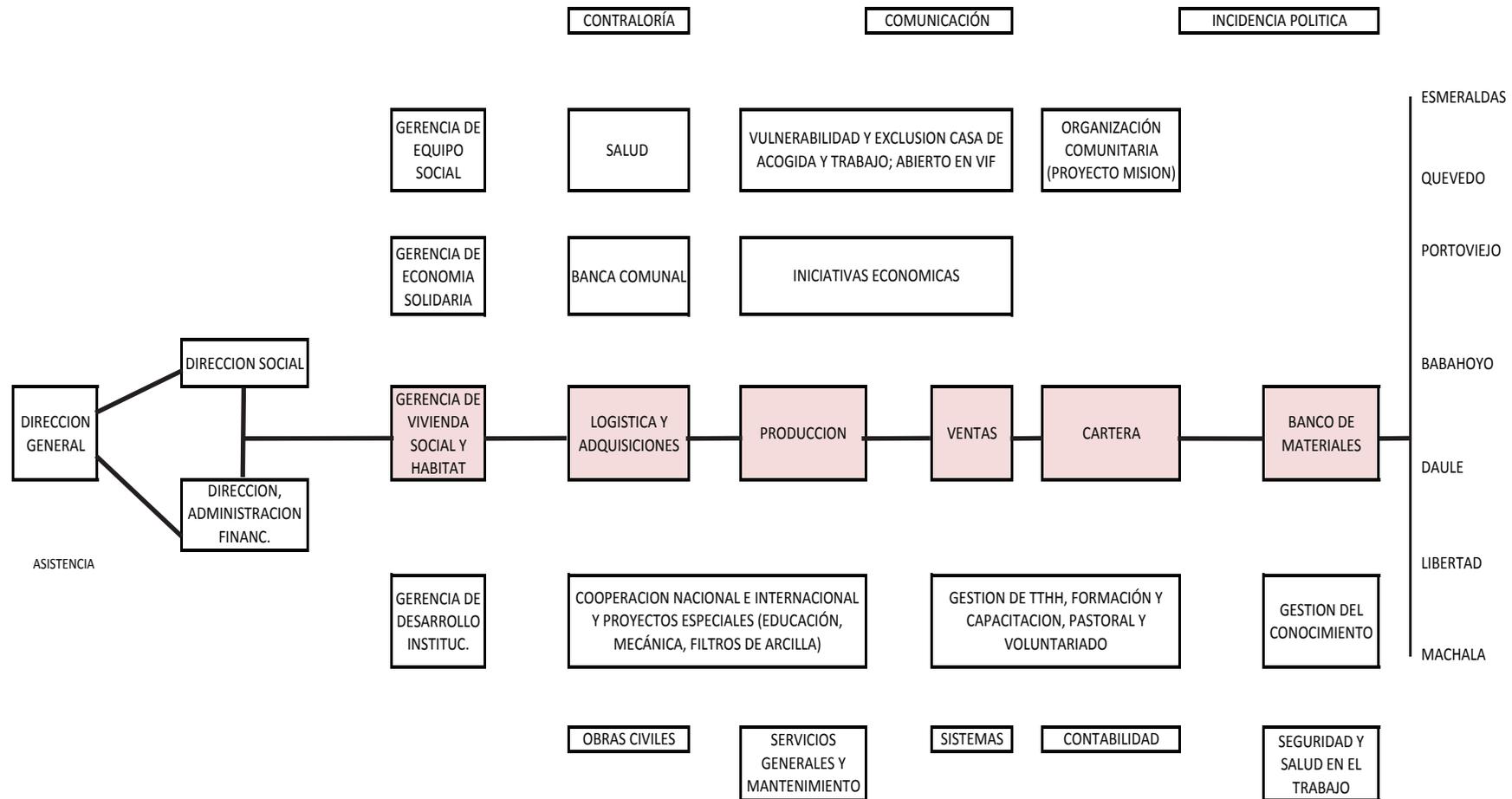
Logra que en cada obra se desarrolle un proceso sistemático de diagnóstico, planificación y evaluación para así evaluar y mejorar la consecución de los objetivos planteados.

Ante la última catástrofe natural la fundación tiene propuestas que dependen de la disponibilidad de espacios que deberían ser asignados por las autoridades competentes.





Gráfico 2.1 Modelos de vivienda Hogar de Cristo



Fuente. Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015





## Barrios Comunitarios

Cada una de las viviendas son de base alta, y esto permite construir módulos o paredes con materiales resistentes al paso del tiempo en la parte baja de la casa.

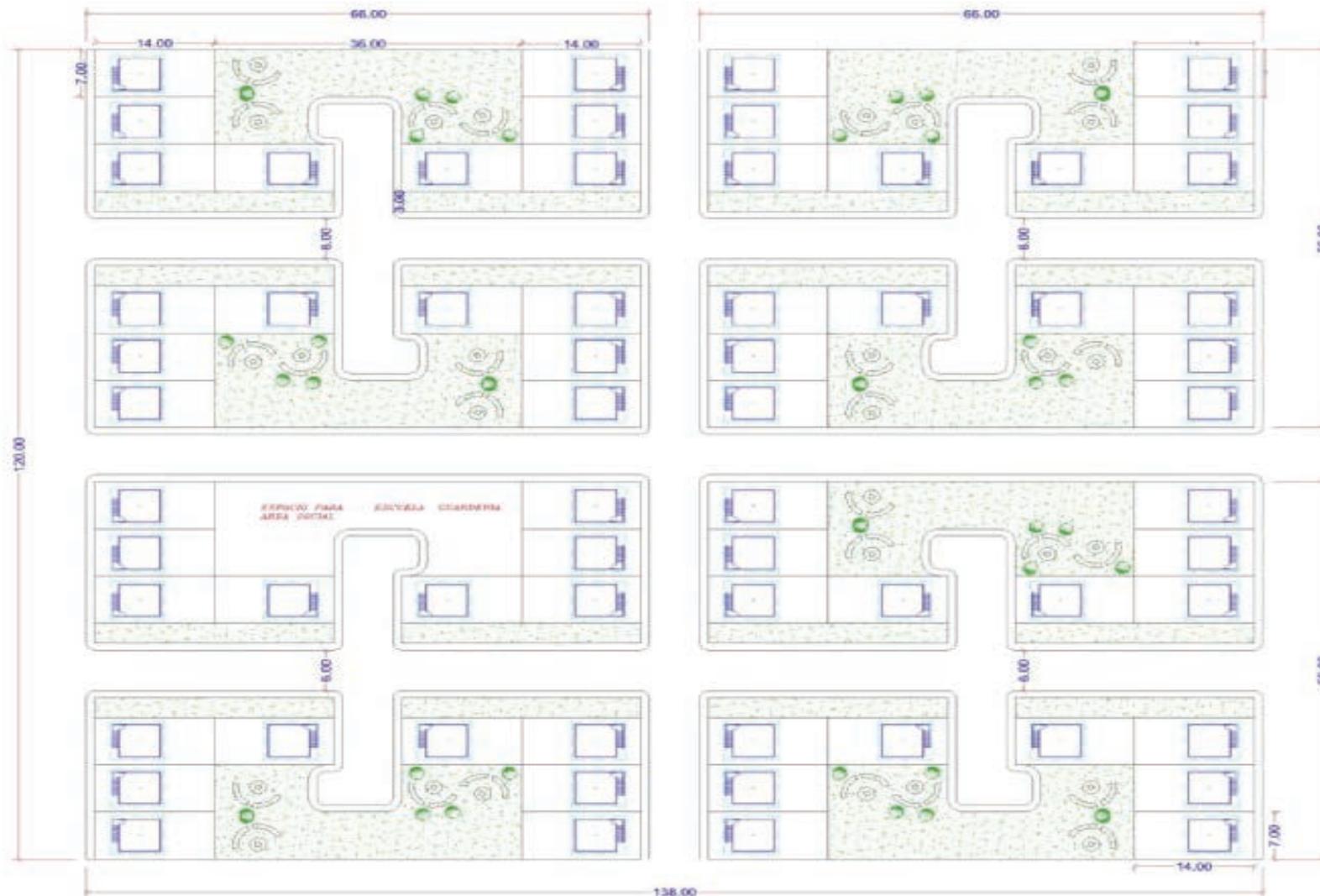
Debido a la magnitud de las consecuencias de un catástrofe natural, el diseño propuesto por la fundación Hogar de Cristo tiende a configurar unidades barriales comunitarias en un espacio de 120x140m, espacio en el que se pueden ubicar 64 familias de un promedio de 5 personas en solares de 7x14m.

Existen espacios para aéreas verdes y un área social, así como también espacios para guardería o comedor comunitario o el destino que determinen sus moradores según sus necesidades y prioridades.

Cada una de las manzanas se puede construir de una manera progresiva y planificada para evitar en lo posible el caos y el desorden urbano frente al crecimiento de la ciudad.



Plano 2.1 Emplazamiento de barrios comunitarios



Fuente. Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015



## Campamentos emergentes

Esta es otra de las propuestas por parte de la fundación. El campamento emergente para el cual se ha destinado un área de 100x100m y tiene 4 subcampamentos o llamadas también células.

Estas células están compuestas por:

Once viviendas para la misma cantidad de familias

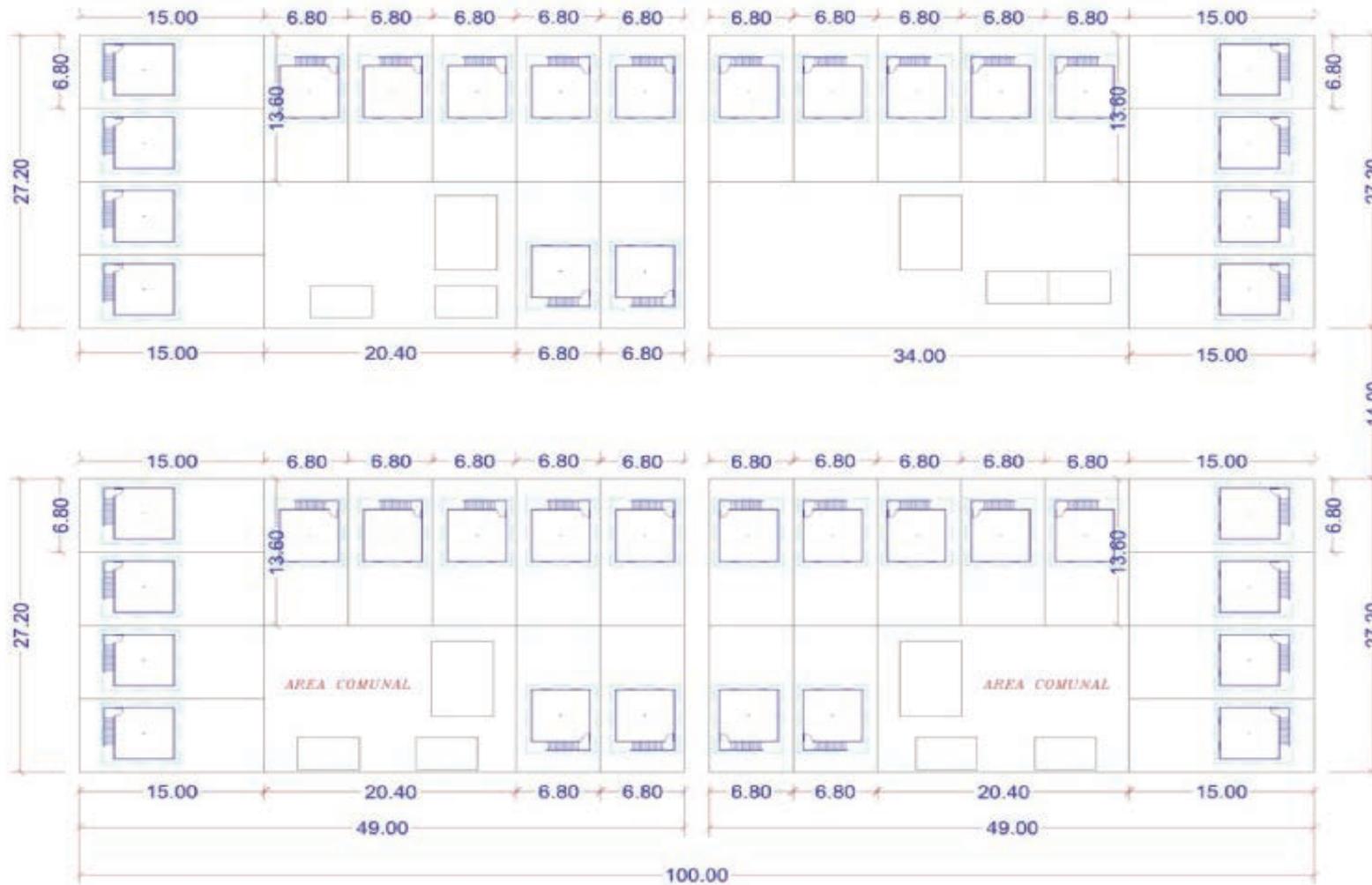
Una casa comunitaria de 4.90x7.50m que se puede utilizar como comedor comunitario o sala de reuniones según las prioridades de los habitantes.

Dos casetas para la instalación sanitaria





Plano 2.2 Emplazamiento de campamentos emergentes



Fuente. Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015



## 2.1.1 Modelos de vivienda

### Análisis

Las viviendas de la fundación Hogar de Cristo presentan las siguientes características generales:

### Cimentación

Pilotes de madera de mangle hincados en el terreno, apto para zonas pantanosas ya que separa la vivienda del suelo en caso de que sea susceptible de inundaciones.

### Estructura y paredes

Paneles de madera recubiertos con caña guadua picada

### Piso

Se utiliza tablas de madera

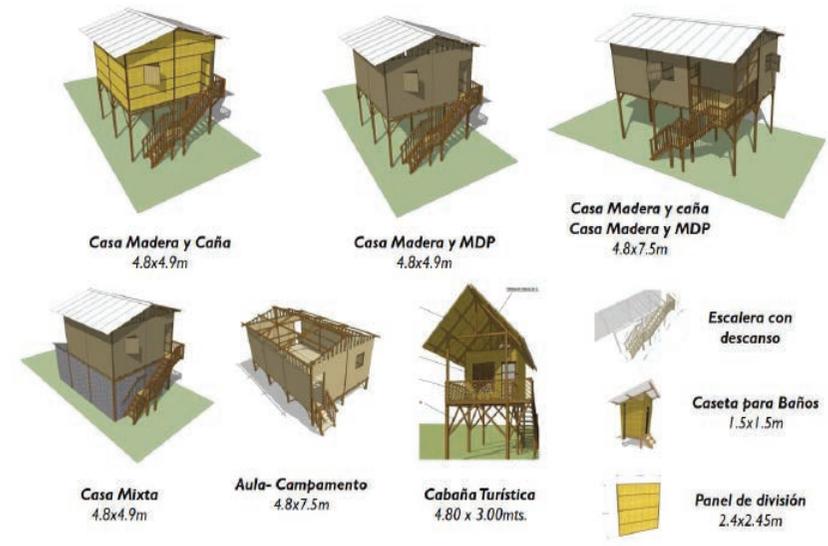
### Cubierta

Para la cubierta existen dos opciones: la primera es una lamina de zinc y la segunda es un techo ondulado de fibrocemento de asbesto.

### Servicio higiénico

No tiene, se hace una fosa séptica o se coloca la caseta diseñada para este espacio en la parte de afuera de la vivienda.

Gráfico 2.1.1 Modelos de viviendas Fundación Hogar de Cristo



Fuente. Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015

## Modelo de vivienda: Bamboo

### Características del modelo

La vivienda esta modulada de 4.80 x 4.90 m con una superficie total de 23.5m<sup>2</sup>.

Para la base se utiliza puntales de madera  
1.60m de altura para vivienda baja  
3.20m de altura para vivienda media  
con durmientes o sin puntales

Sabiendo que el costo de la vivienda depende de la altura de la base.

El material que se utiliza en el piso es de madera

### Espacios

Tiene una división interior, las paredes son de caña y de madera, la vivienda tiene 3 ventanas, una puerta, el piso es de tabla o Mdp, la cubierta que se utiliza es de zinc

Gráfico 2.1.2 Modelos de viviendas Bamboo Fundación Hogar de Cristo



**Fuente.** Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015



## Modelo de vivienda: Madera y MDP

### Características:

La vivienda esta modulada de 4.80 x 4.90 m teniendo una superficie total de 23.5m<sup>2</sup>.

Para la base se utiliza puntales de madera

1.60m del altura para vivienda baja  
3.20m de altura para vivienda media  
con durmientes o sin puntales de igual  
manera de la altura de la vivienda depende  
el costo final de la misma.

### Espacios

Tiene una división interior, las paredes y el piso son de MDP tropical, la vivienda tiene 3 ventanas, una puerta y la cubierta que se utiliza es de zinc.

**Gráfico 2.1.3** Modelos de viviendas Madera y MDP Fundación Hogar de Cristo



**Fuente.** Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015



Para la base se utiliza puntales de madera o 3.20m de altura para vivienda media. El material que se utiliza en las paredes y el piso son de MDP tropical.

### Espacios

Consta de una terraza, la vivienda tiene 6 divisiones en la parte interior y se destinan espacios para sala, comedor y 3 habitaciones.

La vivienda tiene 6 ventanas, 4 puertas y la cubierta que se utiliza es de zinc.

**Gráfico 2.1.3** Modelos de viviendas MDP Fundación Hogar de Cristo



**Fuente.** Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015

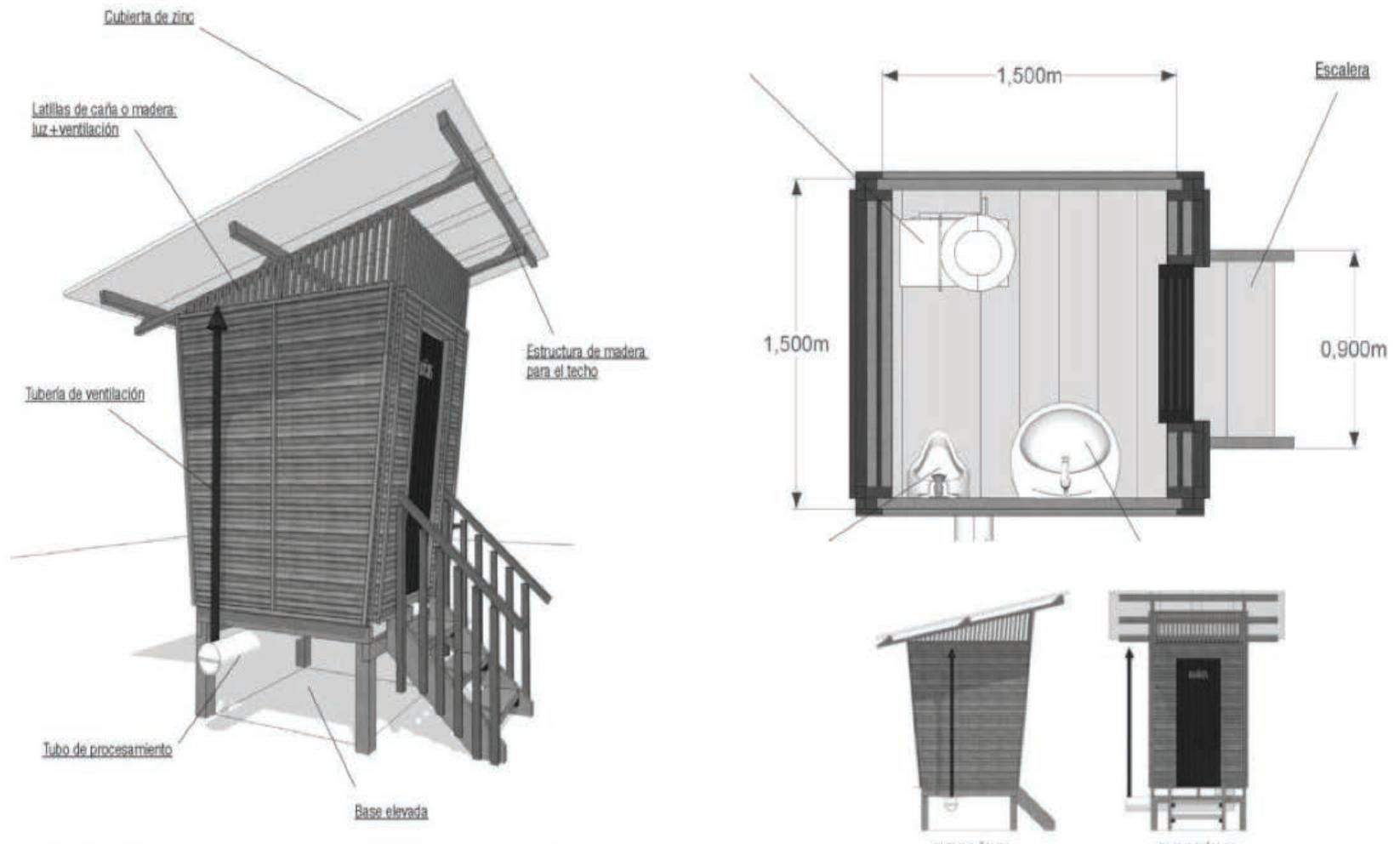
**Gráfico 2.1.4** Modelos de viviendas MDP Fundación Hogar de Cristo



**Fuente.** Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015

## Servicio Higiénico

Gráfico 2.1.5 Módulo de Servicio Higiénico Fundación Hogar de Cristo



Fuente. Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015



## 2.2 Sistema de Producción

### Transporte y montaje

En Guayaquil la capacidad de producción es de 50 viviendas en un turno de trabajo de 8 horas. En Portoviejo y Esmeraldas tienen una capacidad para producir 16 y 10 viviendas diarias respectivamente.

### Pisos y techos

Se utilizan tablas y cuarterones, previamente almacenadas. Las tablas son transportadas al péndulo donde el operador y un ayudante las ubican sobre una mesa para que el operador realice un corte longitudinal (despunte) y un corte a lo ancho (canteado) y se arman de los cuarterones.

Los productos terminados son almacenados temporalmente.

El ayudante inicia el proceso de enzunchado de los pisos mientras el oficial realiza el enzunchado de los techos, es decir, dejan los paquetes de la cantidad de tablas para techos y pisos listos para el despacho que se realiza con el montacargas.

Gráfico 2.2 Zonas donde están emplazadas las viviendas



**Fuente.** Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015



## Paneles

El proceso de ensamblaje de los distintos paneles comienza al armar los cuarterones de madera en las formaletas correspondientes y con el taladro se realizan los agujeros donde se colocarán con un martillo los clavos de cuatro pulgadas. Luego se ubican las tiras de los paneles para graparlos; esta actividad es inspeccionada periódicamente para control de calidad. Después se trasladan las cañas para ser grapadas y apretadas unas con otras sobre la formaleta, se trasladan las latillas al panel y se grapan. Finalmente se recogen las puntas del panel y se cortan los sobrantes de caña, latillas y tiras.

Una vez terminados los paneles se agrupan hasta esperar que sean retirados por el beneficiario. El usuario recibe la vivienda, compuesta de ocho paneles de caña, una puerta y cuatro ventanas. La cubierta compuesta por 16 planchas de zinc, 2 caballetes y cuerdas para sujetar la cubierta. Además, se les proporciona madera para unir los paneles y estabilizar la vivienda.

**Imagen 2.2** Transporte y montaje de piezas de las viviendas Hogar de Cristo



**Fuente.** Presentación de modelos de viviendas de la corporación de viviendas Hogar de Cristo, 2015.



<p><b>LU Panel Lateral Único</b> Todos los tipos de vivienda se resuelven con sólo 4 paneles de cerramiento distintos.</p>	<p><b>FS Panel Frontal Simple</b> Está presente tanto en la solución de vivienda simple como en la de vivienda doble.</p>	<p><b>FD Panel Frontal Doble</b> Los distintos paneles de pared están resueltos con un reducidísimo número de escuadrías y párales.</p>

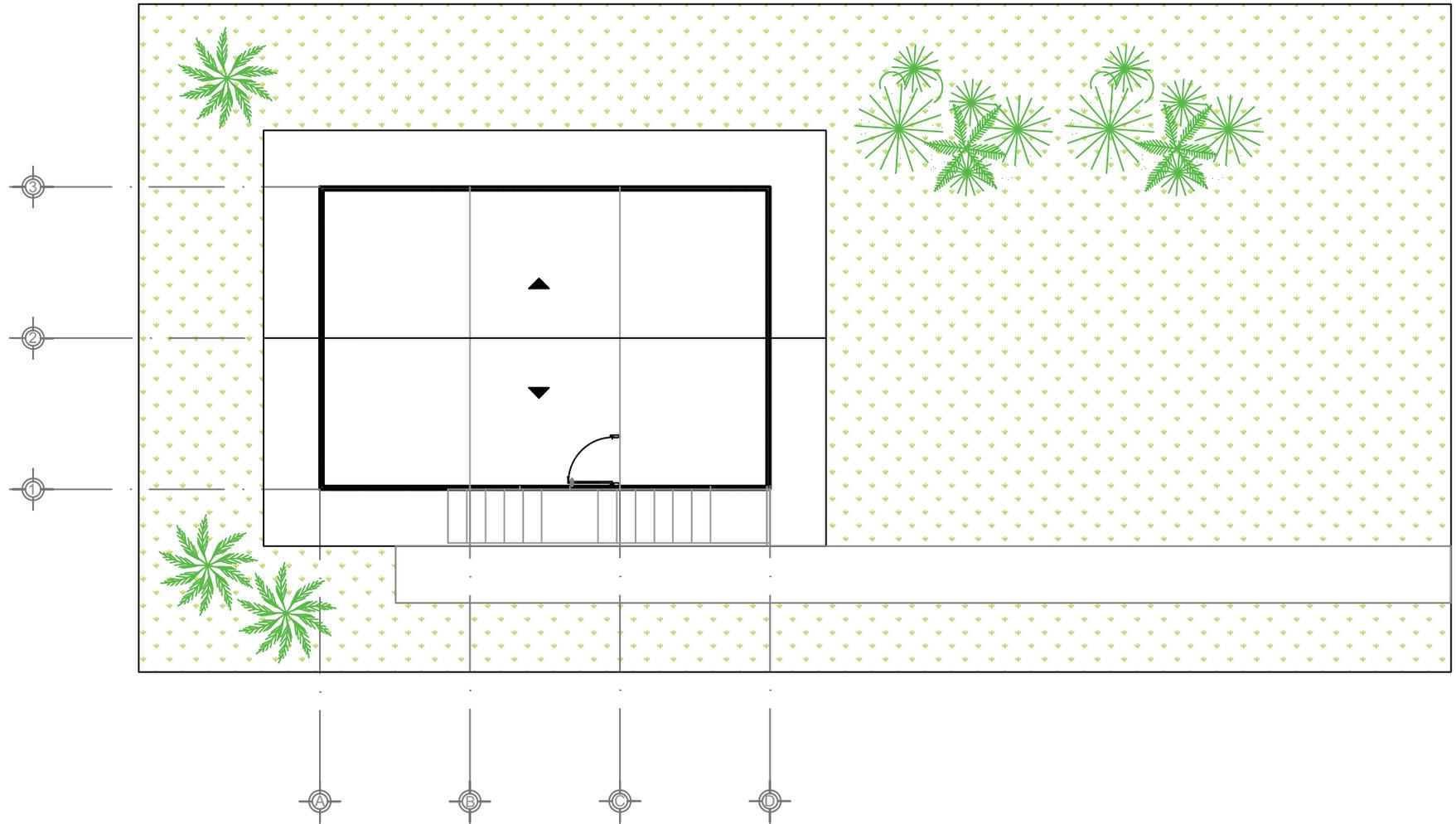
<p><b>Prefabricación de paneles</b> Los paneles en la fábrica de la Atarazana, en la margen derecho del río Guayas, tiene una superficie de 7.000 m<sup>2</sup>. Los paneles se ejecutan sobre bastidores de acero con las dimensiones exactas de los paneles resultantes</p>	<p><b>Producción de los paneles</b> Los paneles se producen según las solicitudes de cada día. No hay "stocks" almacenados.</p>





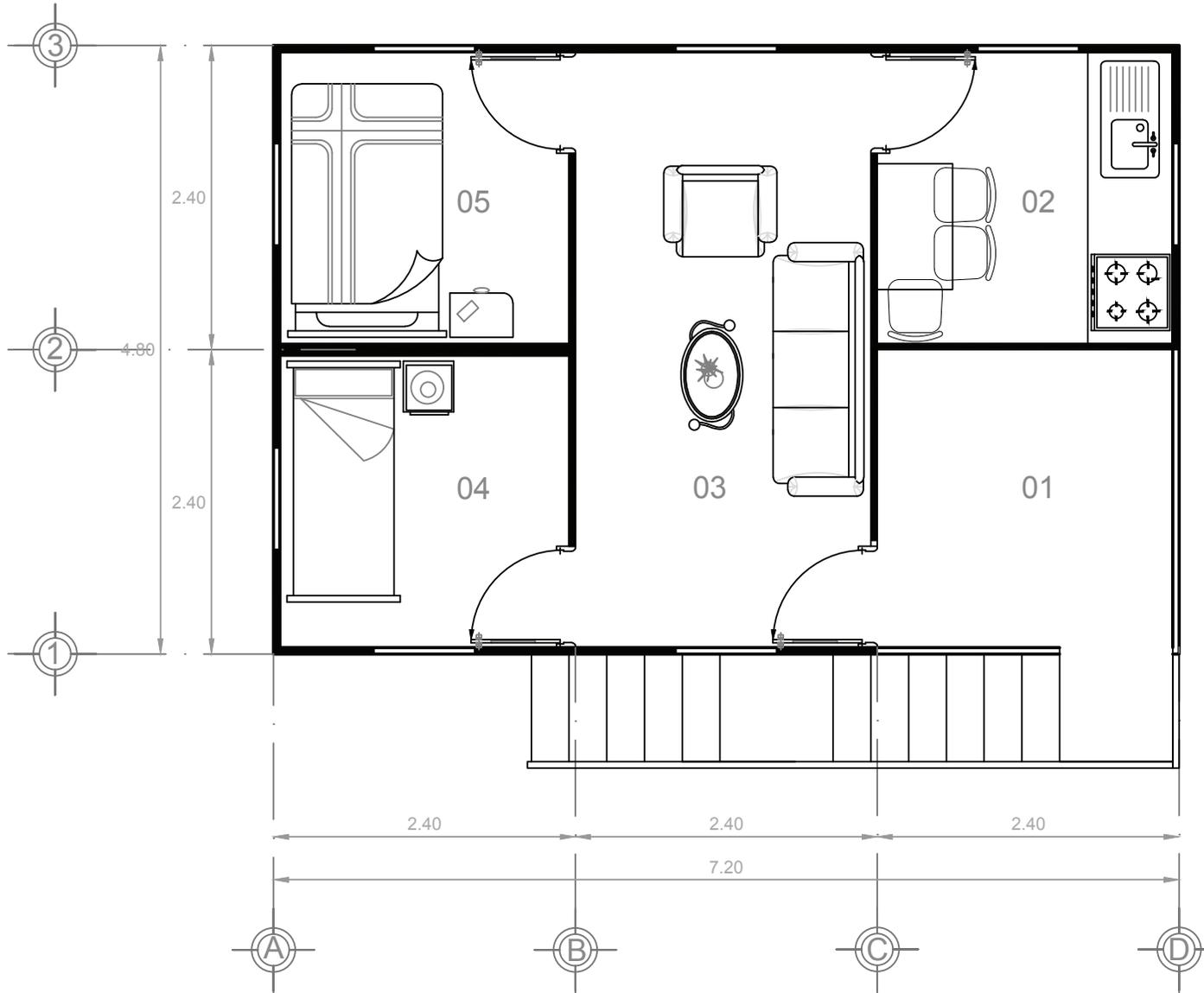
## 2.3 Planos Arquitectónicos

### Emplazamiento





## Planta Arquitectónica



### CARACTERÍSTICAS DE ESPACIO

#### Planta baja libre

<b>Superficie Total</b>	<b>34,56m<sup>2</sup></b>
Longitud	7,20m
Anchura	4,80m
Altura	2,40m

#### Planta Alta

<b>Superficie Total</b>	<b>39,15m<sup>2</sup></b>
-------------------------	---------------------------

<b>01 TERRAZA</b>	
Longitud	2,40m
Anchura	2,40m
Altura	2,40m
<b>Superficie</b>	<b>5,76m<sup>2</sup></b>

<b>02 COCINA</b>	
Longitud	2,40m
Anchura	2,40m
Altura	2,40m
<b>Superficie</b>	<b>5,76m<sup>2</sup></b>

<b>03 SALA</b>	
Longitud	2,40m
Anchura	4,80m
Altura	2,40m
<b>Superficie</b>	<b>11,52m<sup>2</sup></b>

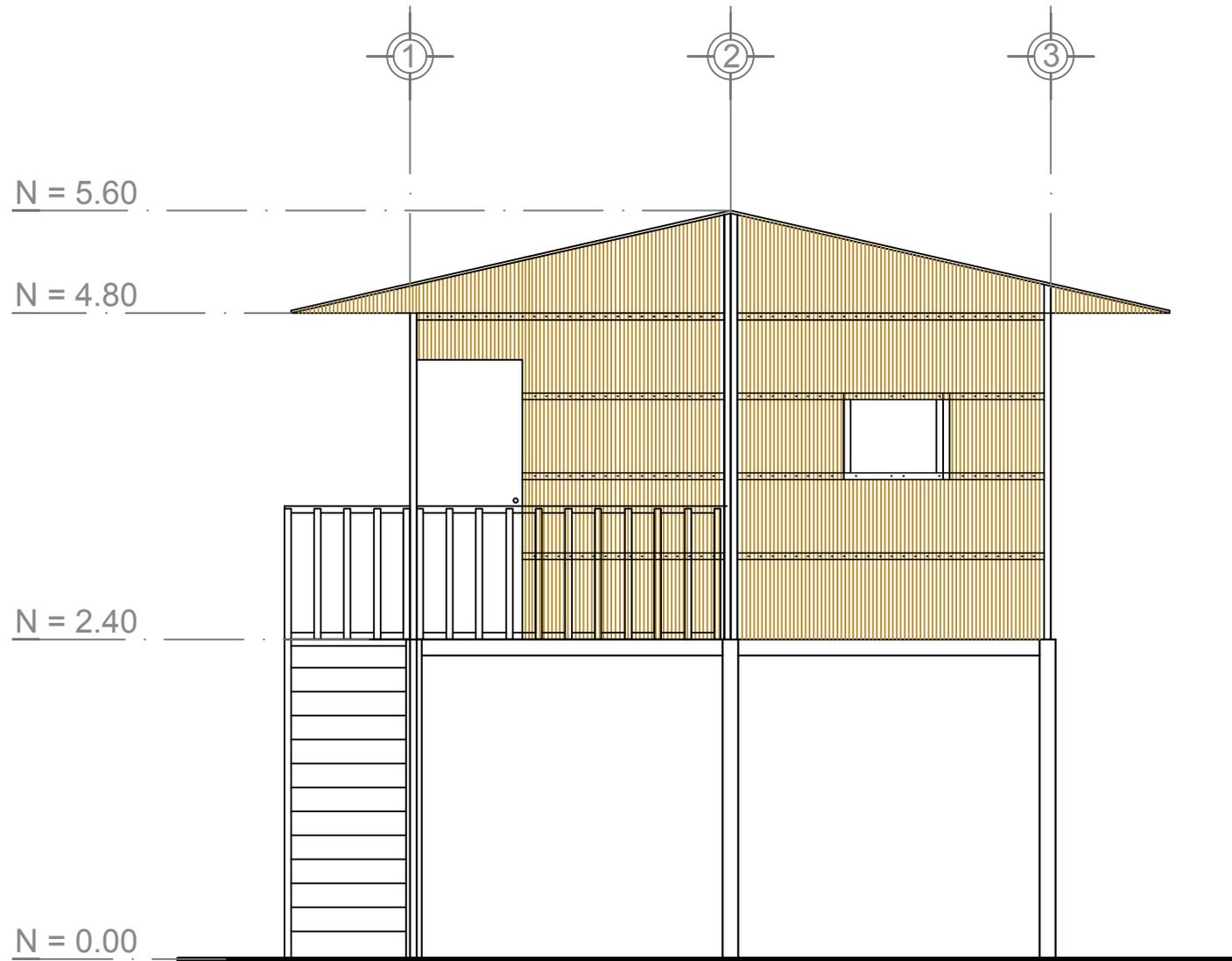
<b>04 DORMITORIO 1</b>	
Longitud	2,40m
Anchura	2,40m
Altura	2,40m
<b>Superficie</b>	<b>5,76m<sup>2</sup></b>

<b>05 DORMITORIO 2</b>	
Longitud	2,40m
Anchura	2,40m
Altura	2,40m
<b>Superficie</b>	<b>5,76m<sup>2</sup></b>



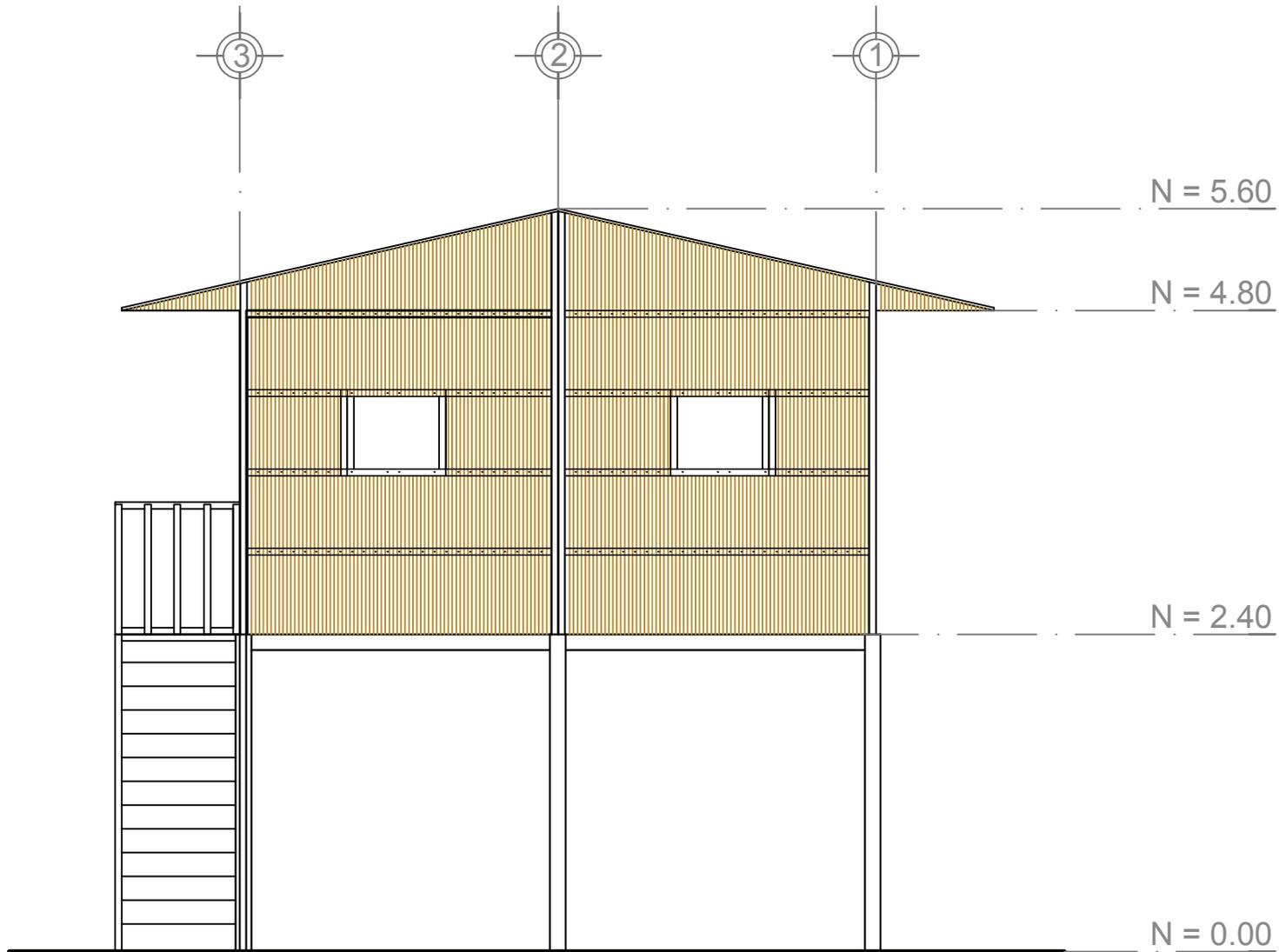


### Elevación Frontal



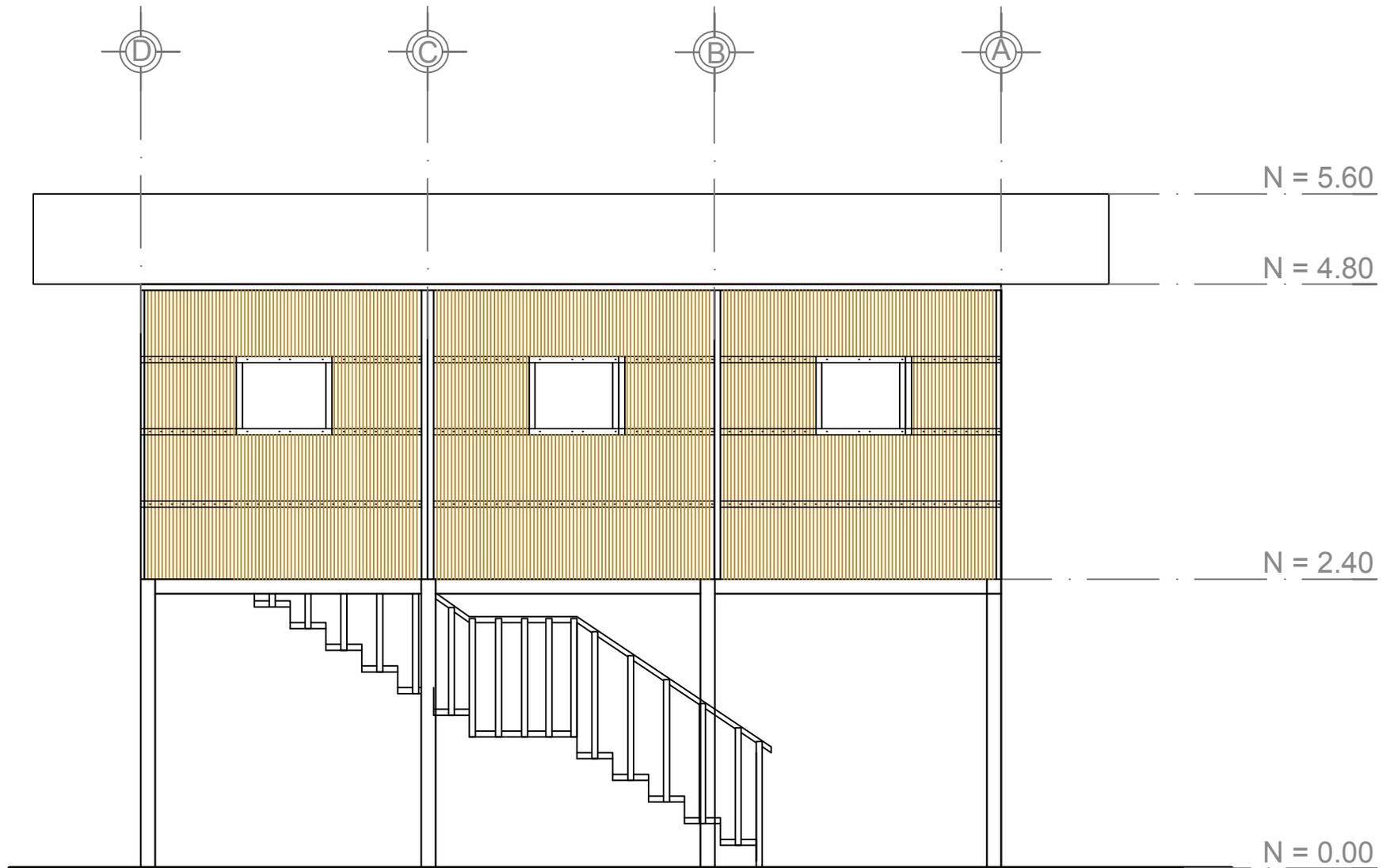


### Elevación Posterior



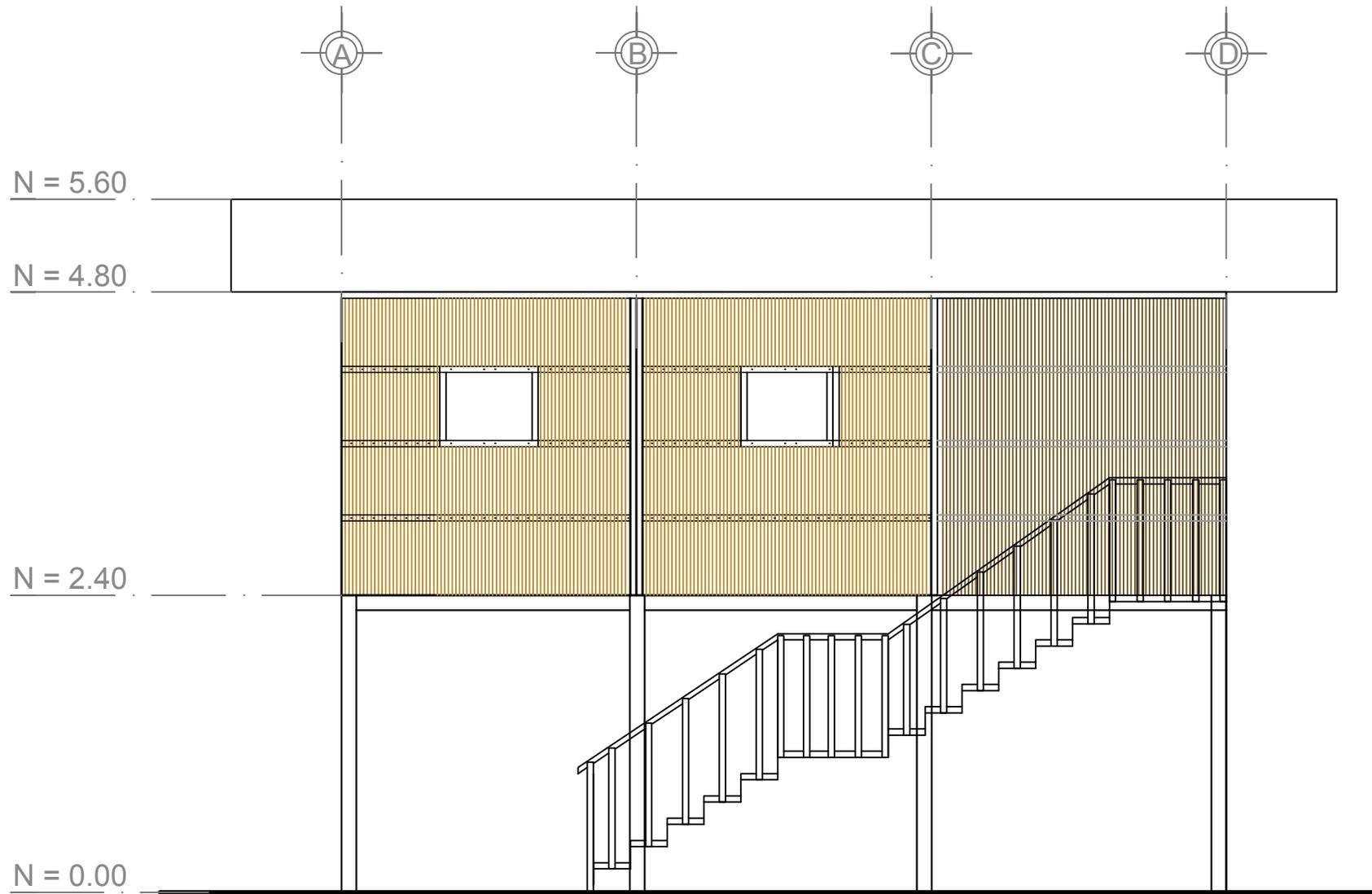


### Elevación Lateral Derecha





### Elevación Lateral Izquierda





## 2.3 Módulos en la vivienda

### Vivienda Madera y MDP, Santa Elena

Imágen 2.3 Vivienda hogar de Cristo



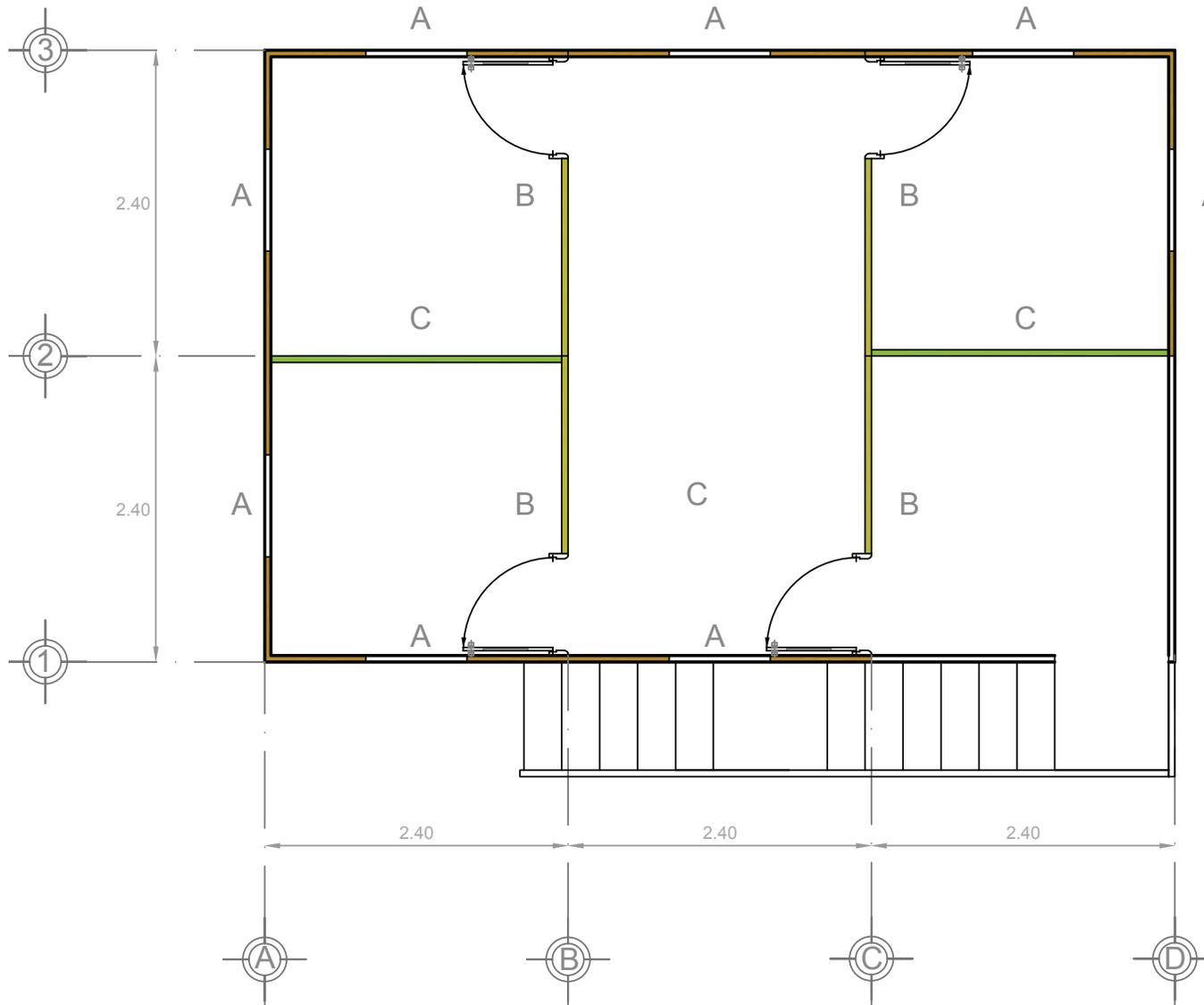
Fuente. Cruz.K, 2018.





## 2.3 Módulos en la vivienda

### Planta Arquitectónica



#### Modelo de vivienda:

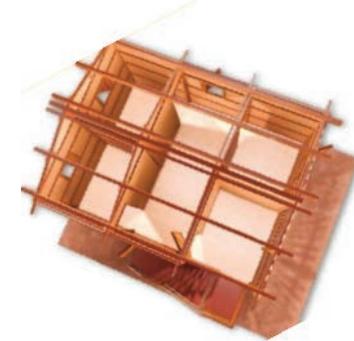
Madera y caña/Madera y MDP

La vivienda tipo esta modulada de 4.80 x 7.20m con una superficie total de

**39,15 m<sup>2</sup>**.

incluida la superficie de las escaleras exteriores.

se utilizan 3 tipos de módulos para exteriores y un módulo tipo divisorio



## Módulos

### Exteriores

#### Modelo de vivienda: Madera y caña/Madera y MDP

Previo al anclaje de las paredes exteriores, en cada uno de los predios de los usuarios se coloca columnas de madera de 12cm. posterior a eso las vigas inferiores de madera de 12cm y un piso de tablas de madera de 30cm de ancho por 3m de largo.

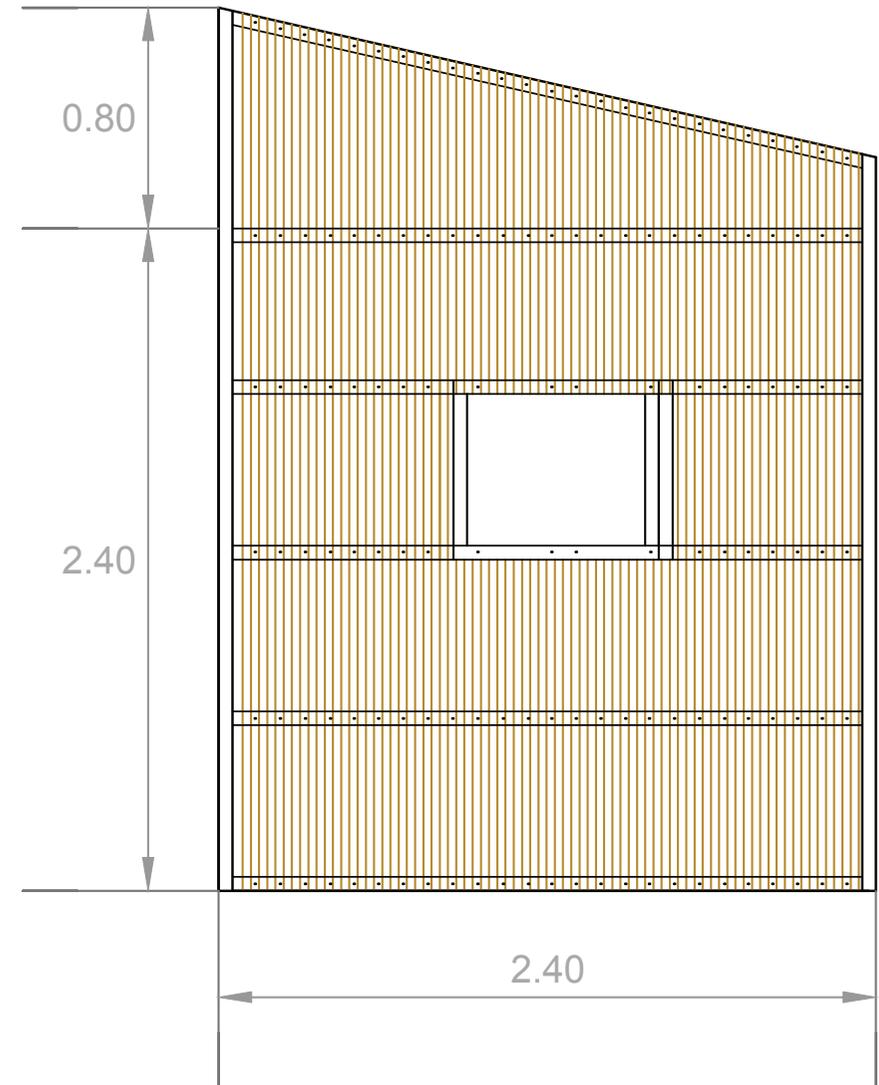
Para las paredes exteriores se utiliza:

**8 modulos tipo A, que son las paredes exteriores de la vivienda**

**1 modulo tipo B, el cual se utiliza como el modulo para el acceso a la viviendas**

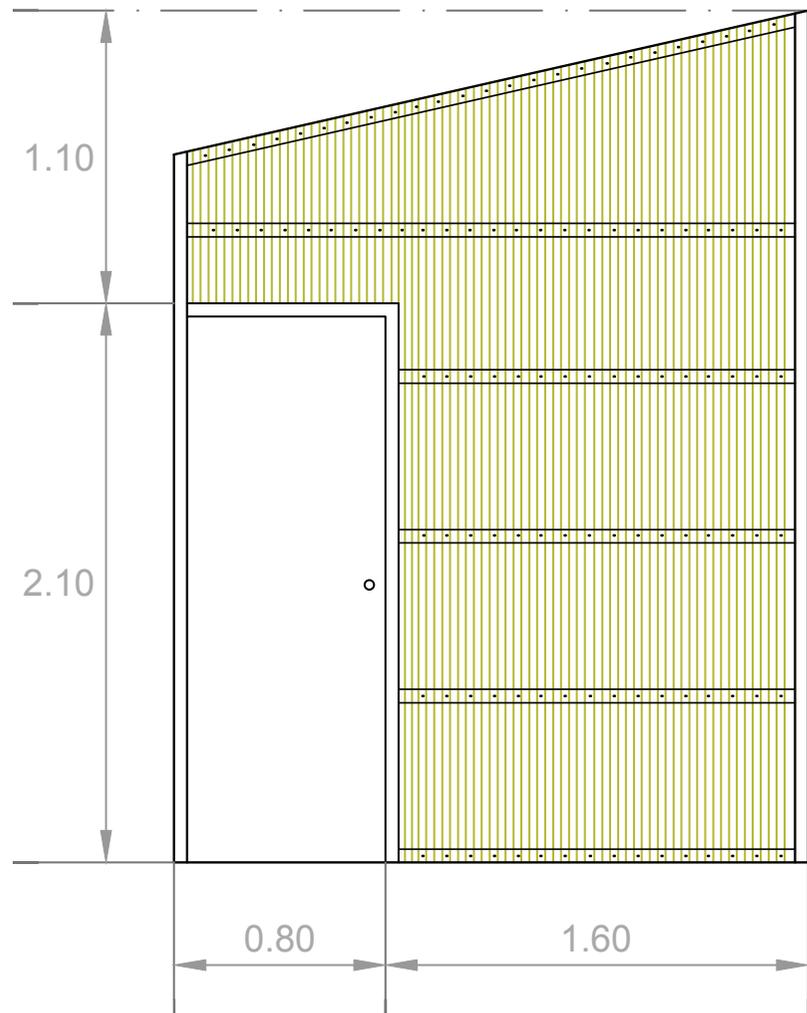
**1 modulo tipo C, que tambien tiene la funcion de pared exterior sin ventana**

### Módulo A

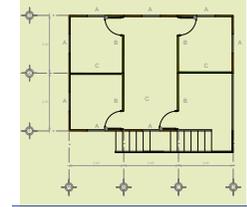
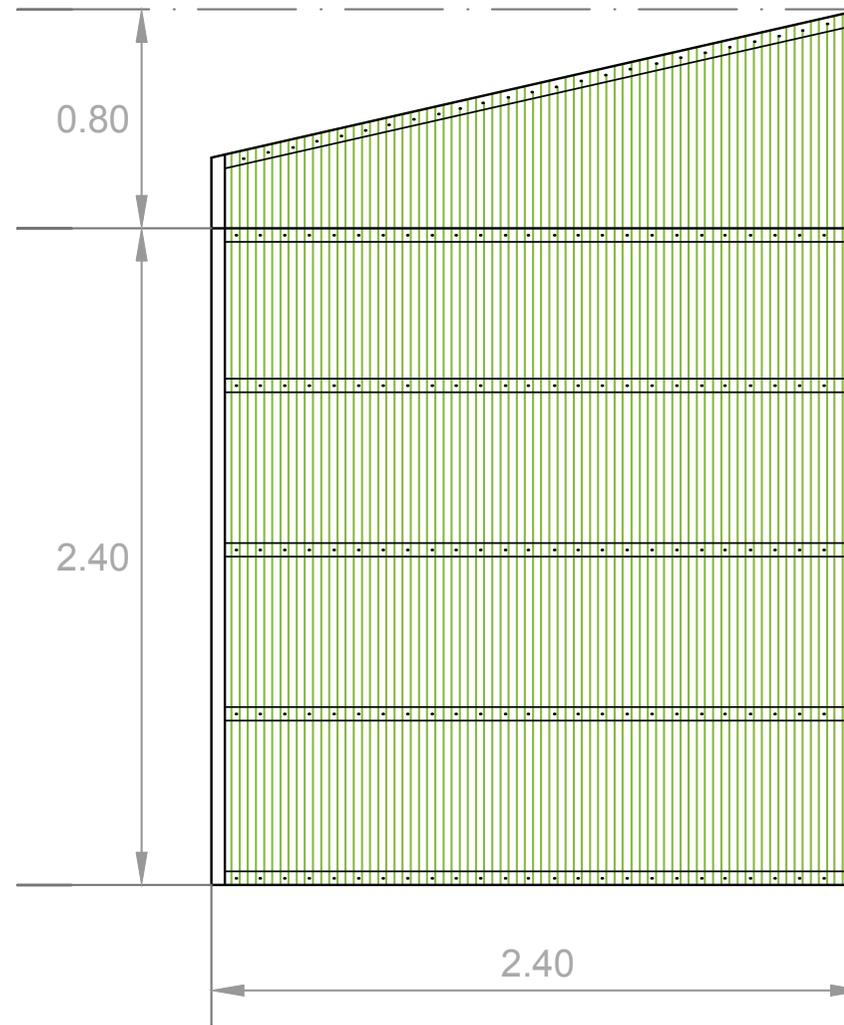




Módulo B



Módulo C





## Módulos

### Interiores

#### Modelo de vivienda: Madera y caña/Madera y MDP

Una vez ancladas los módulos de las paredes exteriores se procede a la colocar los módulos divisorios.

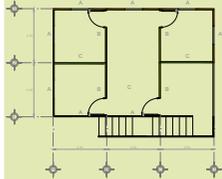
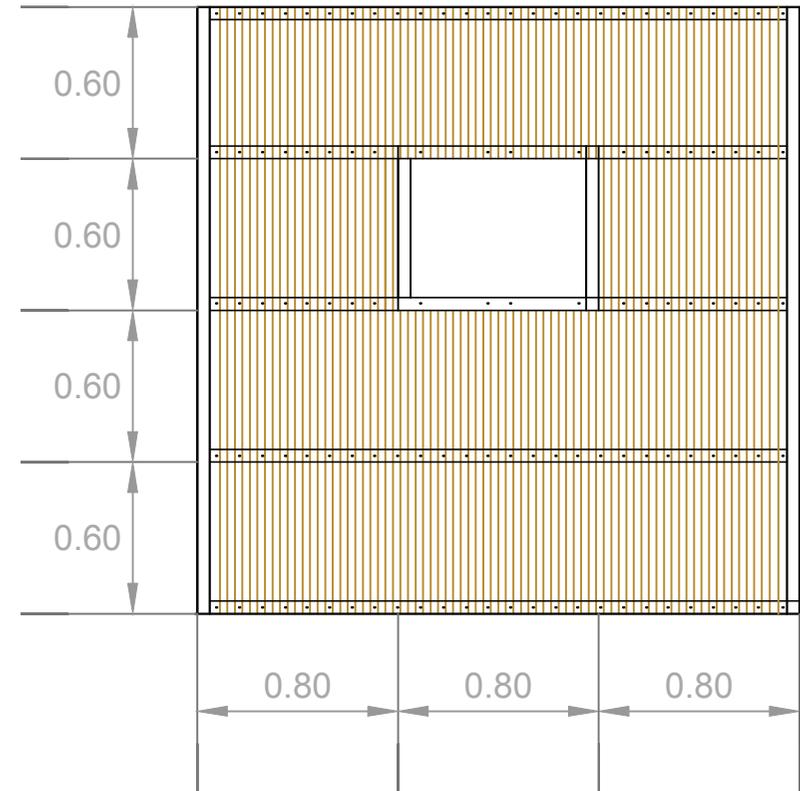
Para las divisiones interiores se utiliza:

**3 módulos tipo B, que son los módulos divisorios entre los dormitorios y la sala**

**1 módulo tipo C, el cual divide el espacio entre la sala y la cocina con el comedor .**

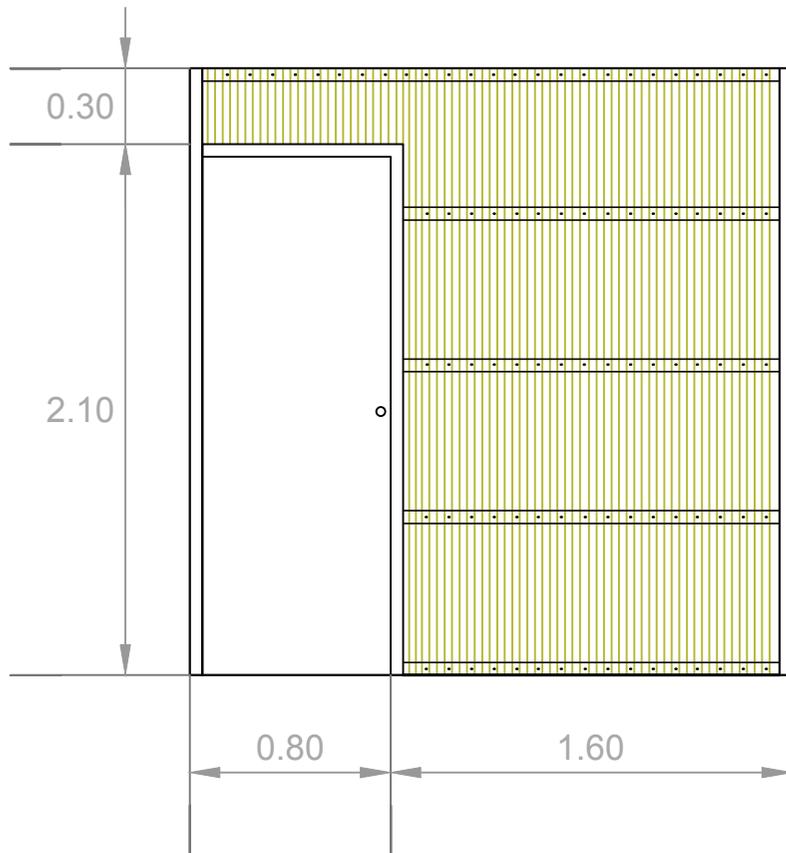
**Para la cubierta se utiliza Zinc**

### Módulo A

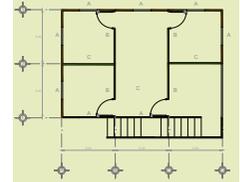
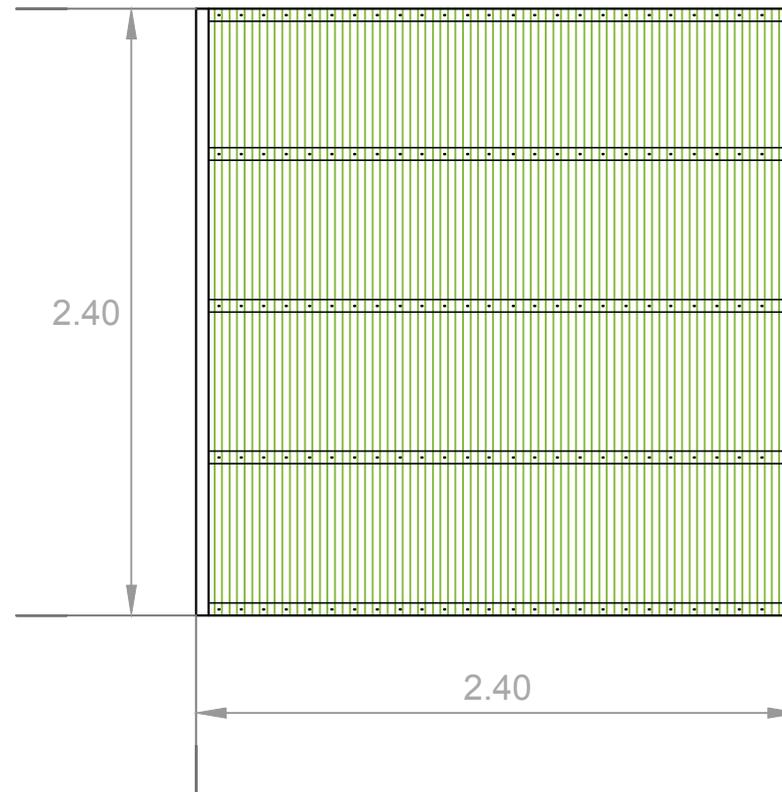




Módulo B



Módulo C





## 2.4 Conclusiones

Partiendo de la cimentación es necesario un buen anclaje al terreno de modo que el peso de la vivienda pueda contrarrestar la fuerza del viento y conseguir equilibrio.

Con respecto al diseño de los modelos de vivienda de la fundación cumplen con el principio básico de la sismo resistencia al tener diseño un diseño simétrico y sencillo.

Se logra una distribución uniforme de la masa ya que al ser un diseño con forma cuadrada le hace a la vivienda una construcción rígida que hace que se deforme poco ante un sismo ya que evita cambios bruscos de dimensiones.

El peso de los modulos utilizados en la construccion de la vivienda no es considerable ya que esa es una de las características de la caña guadua y al ser este el material utilizado en su mayoría hace mas fácil transportar los elementos al sitio de la construcción.

Buena fijación de acabados como los tabiques divisorios, fachadas, ventanas o posibles instalaciones.

A nivel económico se reducen al máximo los costos de los materiales, así como también de la producción y el transporte.

Se debería considerar el material y la fijación de la cubierta a la vivienda, ya que no tiene aislamiento; que es necesario en climas cálidos.

Se utilizan puntales de madera para sobre elevar la vivienda debido a las inundaciones en ciertos sectores de la costa. Se pueden utilizar también las cañas como puntales pero la fundación utiliza este tipo de puntales.

Con respecto a la susceptibilidad de catástrofes naturales en ciertas zonas los diseños deberían garantizar la seguridad de la vivienda frente a un sismo o inundaciones.





# CAPITULO TRES

## DISEÑO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO PARA UNA VIVIENDA MÍNIMA





En esta etapa del proyecto para el desarrollo del sistema constructivo se toma en consideración aspectos de pauta como los realizados en la Universidad de Santiago de Guayaquil, ya que conocer lo que se ha realizado como trabajo previo es necesario para dar un paso hacia algo nuevo.

Con la velocidad con la que se ha ido generando nuevos sistemas constructivos, en diferentes materiales donde la prefabricación e industrialización no pueden quedar de lado, para lo cual se busca una nueva alternativa modular y así generar un producto accesible.

El análisis previo sobre la guadúa y su comportamiento, permite tener un criterio mas amplio de su manejo, preservación y utilización dentro del ámbito de la construcción.

Para la propuesta se ha considerado un módulo de diseño de 1.20m x 2.40m, lo cual permite tener una matriz de trabajo para las actividades y necesidades básicas de habitabilidad en cada uno de los espacios que forman parte de una vivienda,





### 3. 1 Criterios de Diseño

#### Diseño Modular

Modulación, diseño o construcción modular hace referencia a un sistema de construcción o montaje que viene desde la concepción del anteproyecto y que se refleja en la edificación.

Se han combinado algunos materiales en el diseño de la vivienda.<

Las características de edificaciones modulares son muy notorias:

- Realización de estructuras mayores en ambientes controlados
- Menor humedad
- Fácil montaje
- Menor tiempo de ejecución que es el equivalente a economía monetaria
- Fácil reemplazo de las partes
- Posibilidad de crecimiento
- Transporte de obra de acuerdo a un plan de logística.

Las viviendas deben tener un concepto de modulación desde la idea inicial al igual que los

conceptos de arquitectura reciclable, sostenible y eficiencia energética.

En definitiva, las construcciones modulares tienen una calidad constructiva superior a las tradicionales ya que son industrializadas con altos estándares de control.

Un proyecto en base a la industrialización de la construcción reduce la cantidad de errores además del tiempo de construcción.

Además de las ventajas ya mencionadas:

- El ahorro de tiempo y la facilidad de montaje es notable debido a que la mayoría de las piezas o partes de la construcción ya vienen listas de la fábrica, por lo que no incurrir en factores climáticos o inconvenientes con el material

- No es necesario mano de obra especializada

- Ahorro de recursos, optar por un sistema prefabricado poco agresivo con el medio ambiente.



## 3.4 Modelo de panel

### 3.4.1 PANEL TIPO 1

#### GUADÚA Y OSB

La propuesta de panel, se basa en el armado de paneles con cámara de aire de 8cm de espesor, Se utiliza la guadúa por ser un elemento estructural, sustentable y su textura le da identidad al proyecto.

Por otra parte también el osb o un tablero de guadúa prensada como el tablero ECU-BAM, también es un elemento estructural por lo que soporta carga propia y de la edificación,

Para este panel se usa:

- Tablero OSB o ECU-BAM de 1.22mx2.44m
- 10 1/2 Guadúas
- Tornillos

Por tanto el módulo es de:

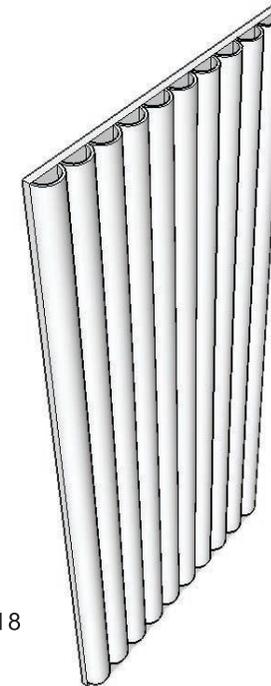
**1.22 m x 2.44m**

la cual es una medida estándar en el mercado Existen algunos paneles tipo en el mercado como los realizados como ECU-BAM el cual sirve como el inicio de una propuesta.

El panel propuesto tiene un sistema de colocación fácil y rápida. Otra de las ventajas de éste panel es que provoca ventilación en las ondas.

Acabado exterior e interior en un único producto, además de que el espacio entre el culmo y el Osb se utiliza para instalaciones eléctricas.

Imagen 3.4.1 Ejemplo de panel tipo



Fuente. Cruz K, 2018



El panel sería de 1.20 x 2.40 x 8cm de espesor, con la finalidad de obtener una sección que se acople a las circunstancias de diseño, es decir que si se necesita colocar horizontalmente en la parte superior no afecte la propuesta general de la vivienda.

Las soleras que se encuentran a 2.40m de altura se consideran elementos de fijación de paneles por lo que la unión que se usa es la denominada "boca de pescado" a los parantes de la columna.

Imagen 3.4.1.b Detalle del panel en elevación

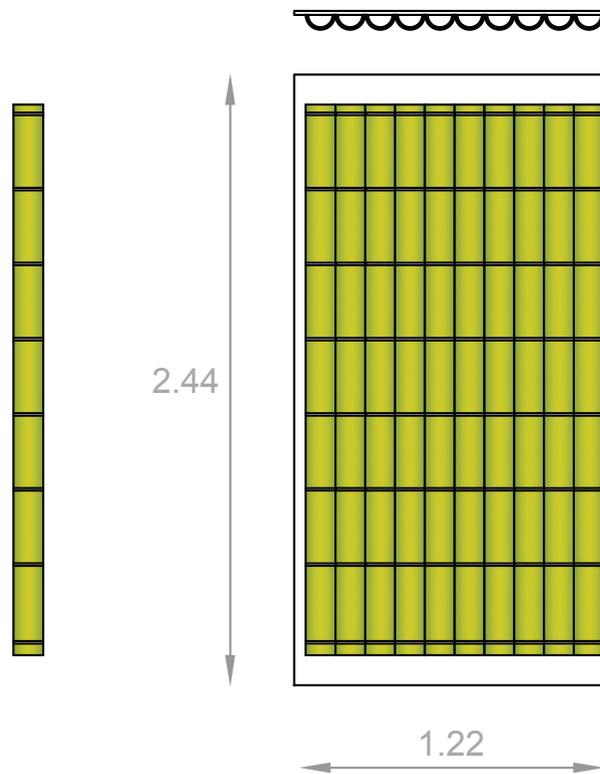
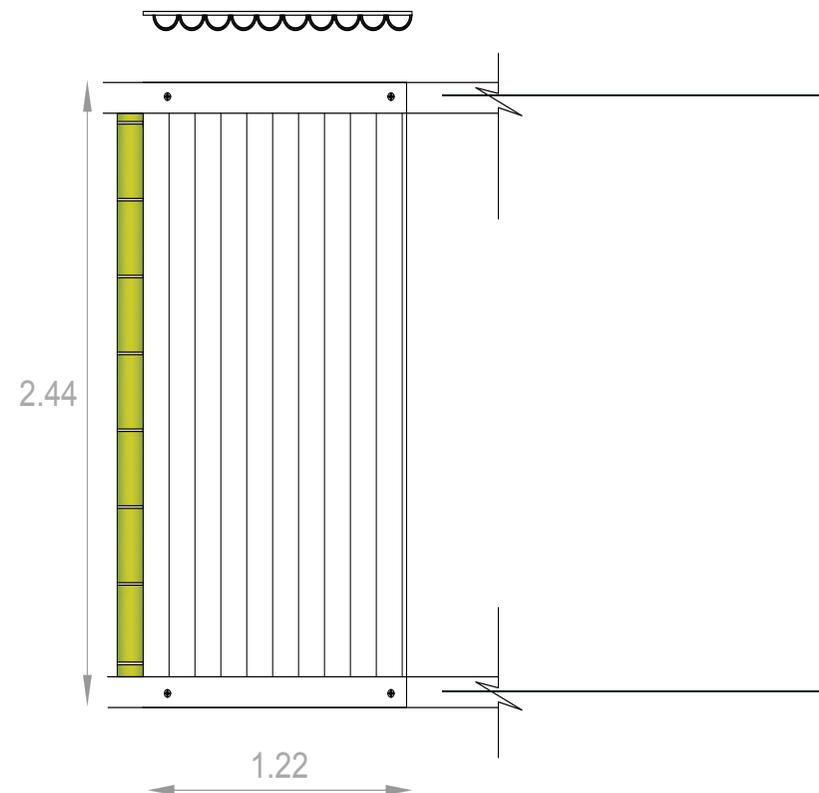


Imagen 3.4.3 Detalle del panel en elevación



Viga o solera superior para la fijación del panel

Viga o solera inferior para la fijación del panel

Fuente. Cruz K, 2018



### 3.4.2 Proceso de fabricación del panel

En la propuesta formulada se busca realizar un panel de una forma sencilla, con materiales que se encuentren en el mercado.

La parte exterior del panel será el culmo y la parte interior el Osb. El espacio que queda entre los materiales funciona como cámara de aire lo cual mejora las condiciones térmicas y acústicas.

Imagen 3.4.2.c Detalle de espacios para instalaciones

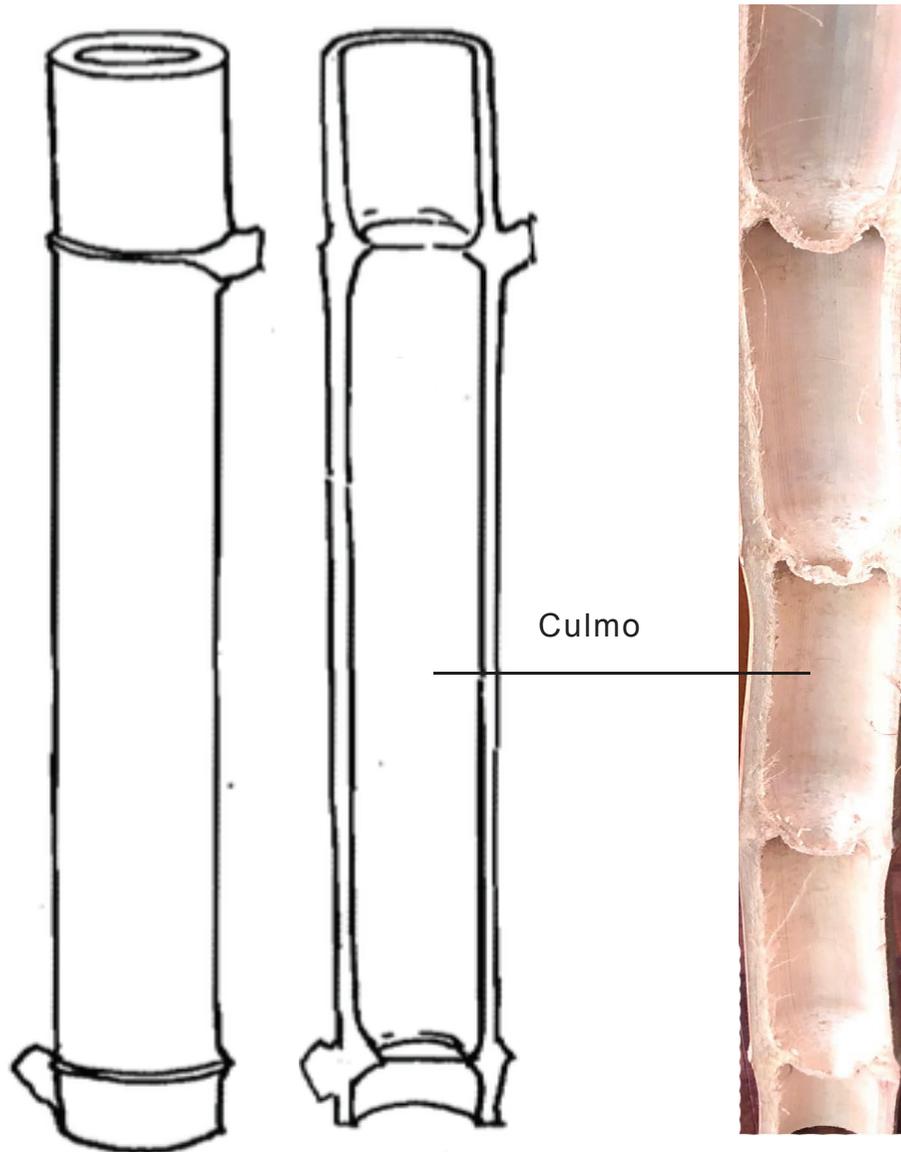


Tablero Osb  
1.22 x 2.44m

Cámara de aire

1/2 de Caña guadúa  
6cm de diámetro  
1cm de espesor

Fuente. Cruz K, 2018



La unión entre guadúas es estar simplemente apoyada la una en la otra ya que la sujeción se hace directamente en el tablero por medio de tornillos en cada uno de los nudos.





la secuencia constructiva del panel es:

- Fase 1: Se procede a escoger la guadúa según el diámetro requerido, 12cm son necesarios, 5 culmos de 2.4m ya que el largo está determinado por la longitud del tablero utilizado. Los culmos deben ser cortados por la mitad es decir 10 piezas de guadúa.
- Fase 2: Una vez cortadas las piezas de guadúa se coloca una capa de cola blanca sin agua esto le ayuda al panel a mantener la textura vista. Se deja reposar 24 horas y está listo para la siguiente fase.
- Fase 3: La unión de cada guadúa y el tablero es mediante tornillos en cada uno de los nudos de la caña
- Fase 4: Ya fijadas la medias cañas al tablero se procede a cortar en los paneles necesarios los espacios para las instalaciones eléctricas.

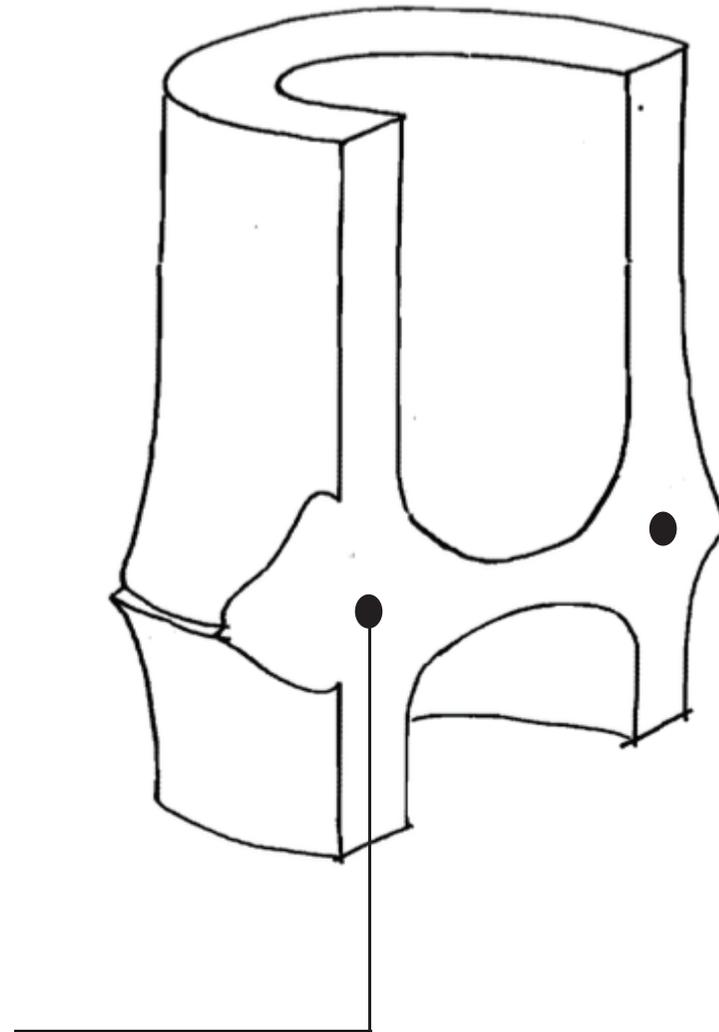


Imagen 3.4.2.c Detalle de la unión



Fuente. Cruz K, 2018

Al contar con la superficie necesaria para la sujeción entre la guadúa y el Osb se colocan los tornillos en los extremos de cada nudo.



### 3.4.2 PANEL TIPO 2 OSB Y FIBROCEMENTO

Para las zonas húmedas como el baño, se usa un panel de Osb y fibrocemento.

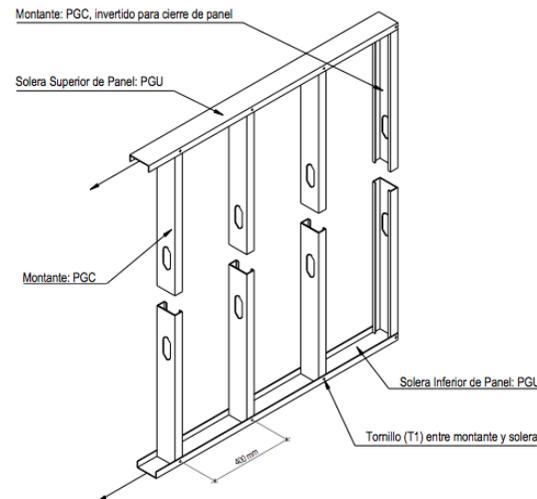
Se utiliza el mismo tablero Osb del panel tipo 1 y tableros de fibrocemento

Por tanto el módulo es de:

**1.22 m x 2.44m**

Para el proceso de instalación se requiere:

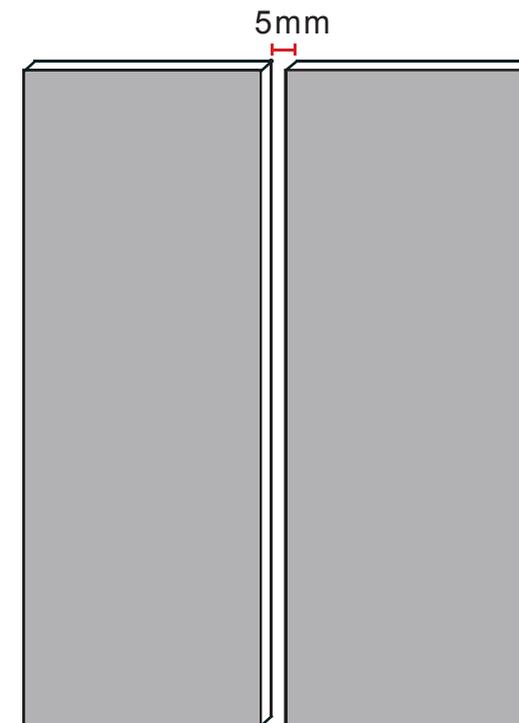
- Rayador
- Pulidora
- Plomada
- Nivel
- Escuadra
- Atornilladora



Para la instalación se requiere colocar la placa en una superficie plana y nivelada en este caso el tablero de Osb.

Para cortar las placas de fibrocemento se debe humedecer y luego cortar a la distancia que se requiera, es decir, 1,20m de ancho y se colocan separándolas entre si 5mm

Imagen 3.4.2.a Detalle de unión de dos placas de fibrocemento



Fuente. Cruz K, 2018

Los tornillos se deben colocar aproximadamente a 12mm del borde de las placas y en las esquinas de las placas de debe evitar instalar los tornillos formando un ángulo de 45°.

**Imagen 3.4.2.b** Detalle de posición de tornillos de sujeción en las placas de fibrocemento



Fuente. Cruz K, 2018

Para las juntas entre paneles se utiliza:

- Cordón de polietileno
- Masilla para juntas
- Aplicación de cinta malla

- Masilla para acabados de superficie
- Lijado de superficie
- Aplicación de pintura si es necesario

Recomendaciones de colocación con Steel Frame

Para el armado del panel, es necesario unir entre sí las distintas piezas que lo componen. Entre los distintos tipos de fijaciones aptos para estructuras resueltas con Steel Framing, el de uso más generalizado es el tornillo autoperforante. El tipo específico de tornillo (cabeza, largo, diámetro, mecha) variará según sean las piezas a unir y su ubicación dentro del panel.

Otros métodos disponibles para fijación de los elementos de una estructura resuelta con Steel Framing son el Clinching y la Soldadura. La vinculación entre los paneles de acero y su estructura de apoyo (fundaciones, entrepisos, etc.) se realiza por medio de distintos tipos de anclajes y conectores, en función del material al que se esté sujetando la estructura (hormigón, acero, etc.) y las cargas a las que ésta se encuentra sometida.



### 3.4.3 PANEL TIPO 3

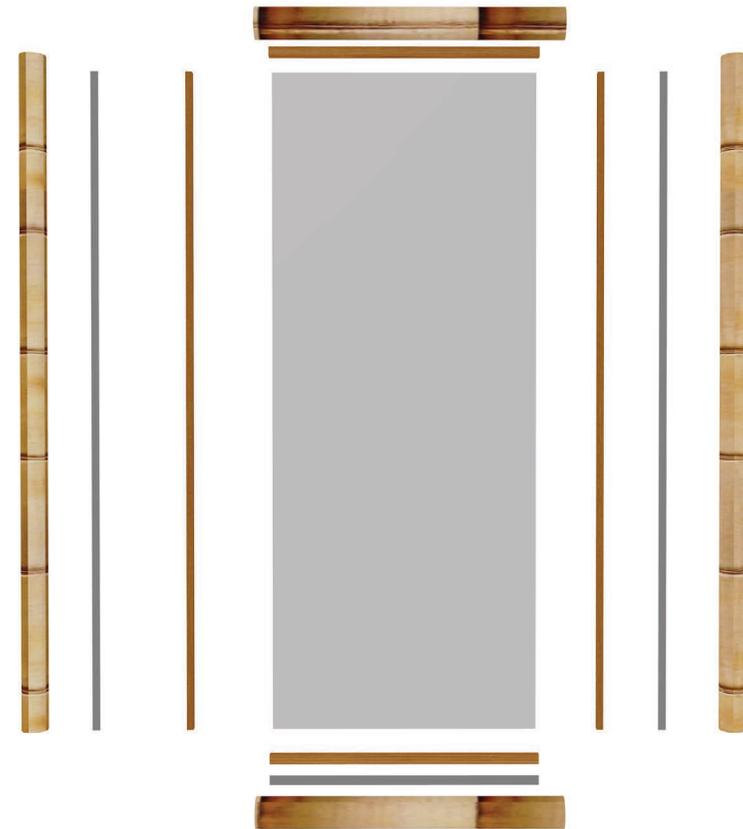
#### VENTANA MADERA Y VIDRIO

Para el panel de ventana se utiliza un marco de madera y vidrio con un sistema de roblones.

Para este panel se usa:

Marco de madera 1.22 x 2.44m

Vidrio de 8mm de espesor



Por tanto el módulo sería de:

**1.22 m x 2.44m**



### 3.4.4 PANEL TIPO 4

Para el panel de la puerta se utiliza una puerta con dimensiones 0.90 x 2.40m.

El módulo que se utiliza para la parte superior mide 1.22 x 2.44m con la particularidad que se coloca de forma horizontal.

Tiene la función de ventilar la vivienda para que el aire caliente del interior salga.

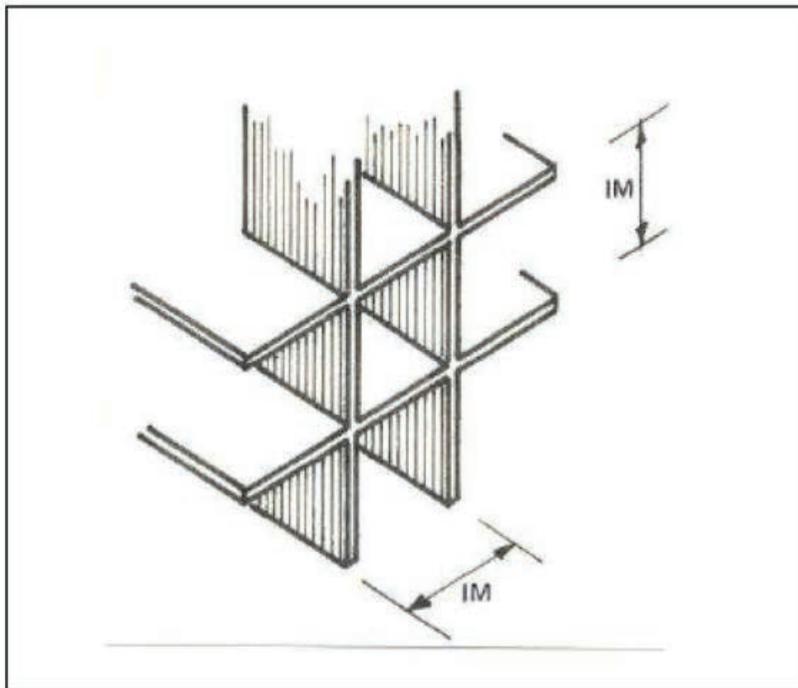


## Planta Arquitectónica

La Coordinación modular (INEN, 1977) o dimensional (Carelli Cerdá, 2012), que es la técnica que permite relacionar las medidas del proyecto con las medidas modulares, por medio de un reticulado espacial de referencia.

Debido a los materiales propuestos, este sistema constructivo estructural es apto para climas cálidos.

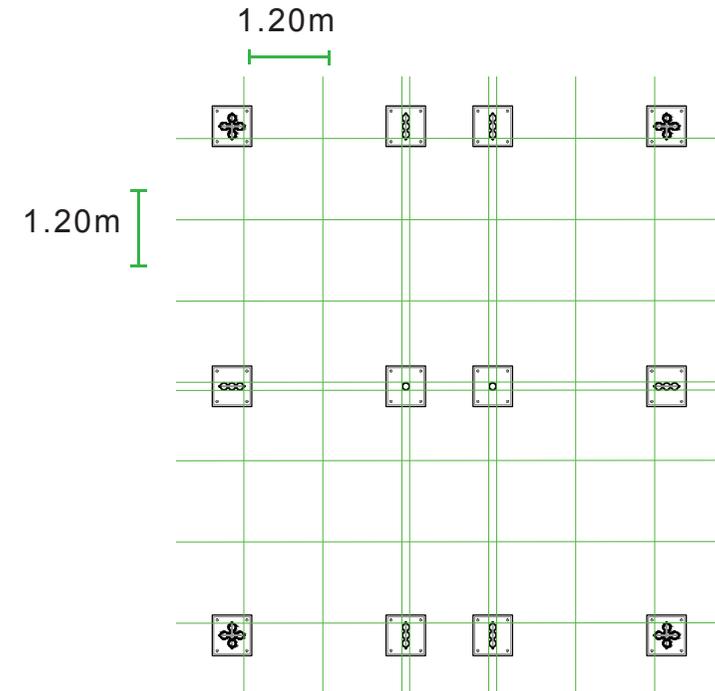
Imágen 3.1 Módulo



Fuente. INEN. Coordinación modular de la construcción bases, terminología, simbología y condiciones generales (INEN,

Dentro del criterio de industrialización de piezas y partes se debe comenzar por un componente básico que es la TRAMA modular, para el presente proyecto se utiliza en planta una trama en la que se adaptan módulos de 1.20 x 1.20m, lo que permite tener elementos integrales para su repetición.

Plano 3.2. Trama en planta Arquitectónica



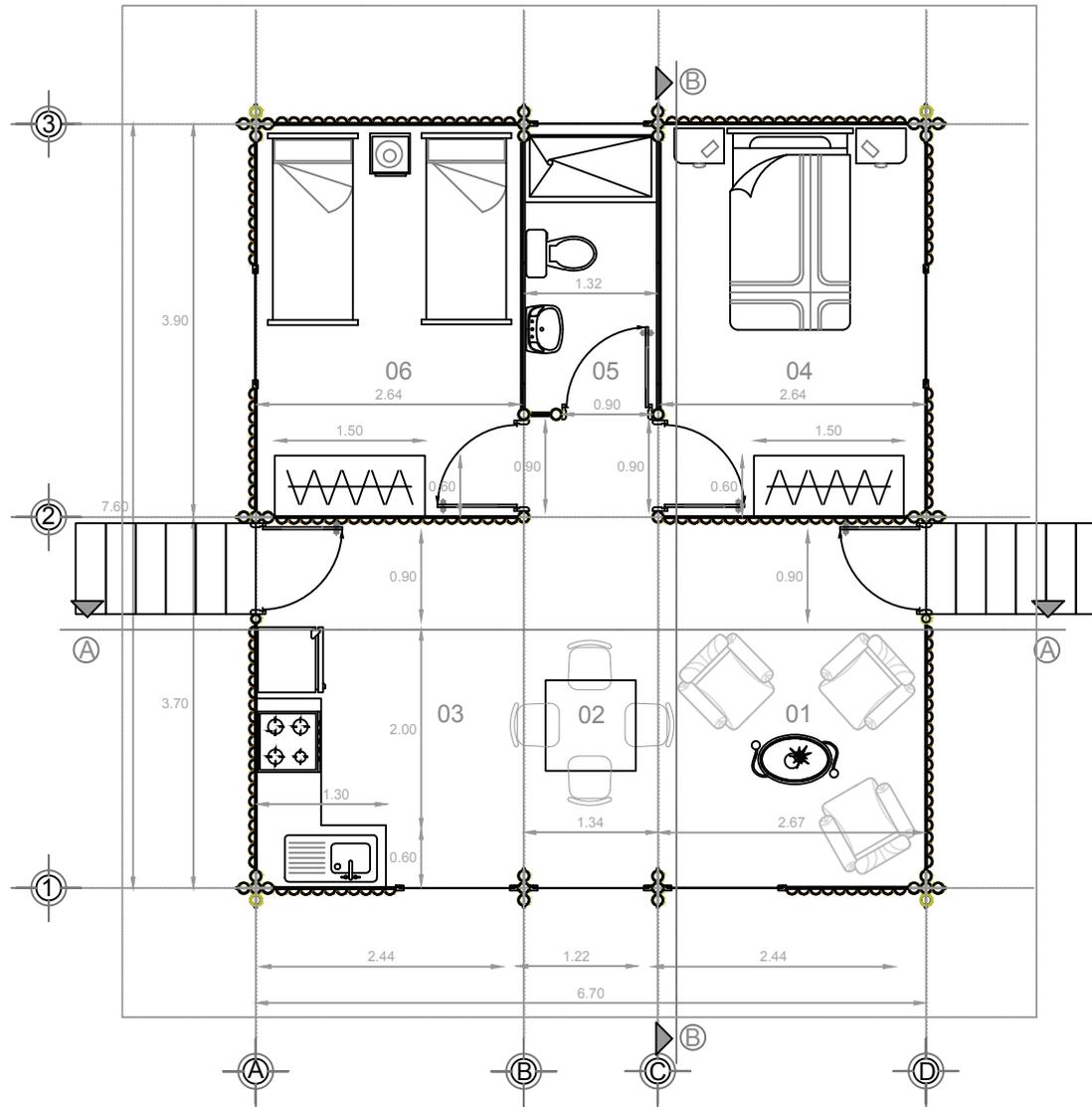
Fuente. Cruz K, 2018





## Planta Arquitectónica

Escala 1:75



ACCESO

### CARACTERISTICAS DE ESPACIO

Planta baja	
Superficie Total	44,75m <sup>2</sup>
Capacidad para	4 personas

<b>01 SALA</b>	
Longitud	2,44m
Anchura	3,70m
Altura	3,85m
<b>Superficie</b>	<b>9,02m<sup>2</sup></b>

<b>02 COMEDOR</b>	
Longitud	1,22m
Anchura	3,70m
Altura	3,85m
<b>Superficie</b>	<b>4,51m<sup>2</sup></b>

<b>03 COCINA</b>	
Longitud	2,44m
Anchura	3,70m
Altura	3,85m
<b>Superficie</b>	<b>9,02m<sup>2</sup></b>

<b>04 DORMITORIO PADRES</b>	
Longitud	2,44m
Anchura	3,90m
Altura	2,50m
<b>Superficie</b>	<b>9,60m<sup>2</sup></b>

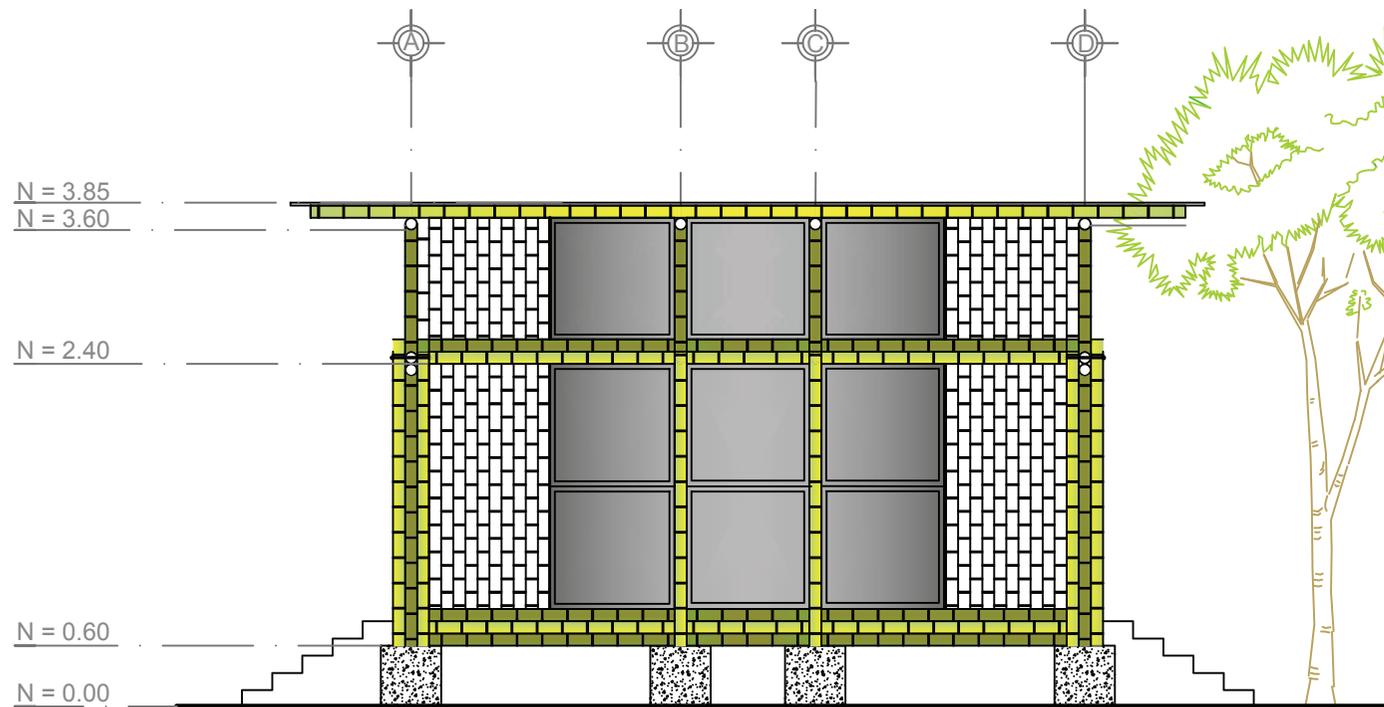
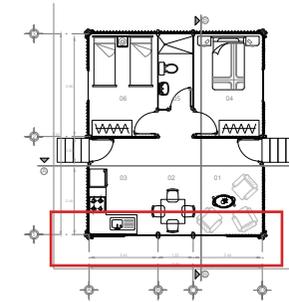
<b>05 BAÑO</b>	
Longitud	1,22m
Anchura	2,44m
Altura	2,50m
<b>Superficie</b>	<b>2,98m<sup>2</sup></b>

<b>06 DORMITORIO HIJOS</b>	
Longitud	2,44m
Anchura	3,90m
Altura	2,50m
<b>Superficie</b>	<b>9,60m<sup>2</sup></b>



## Elevación Frontal

Escala 1:75



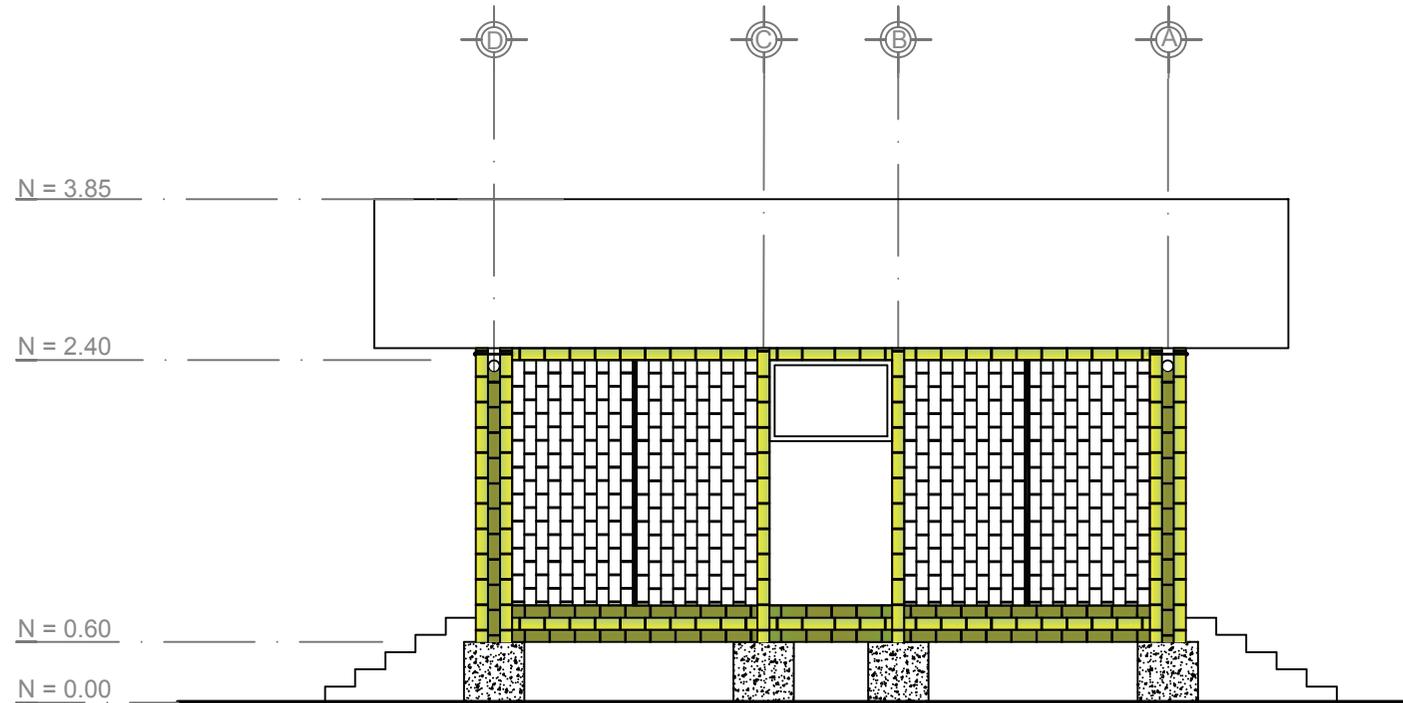
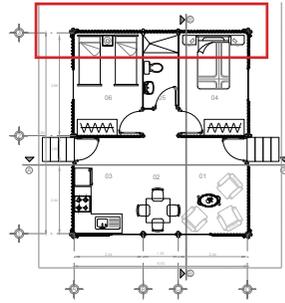
De acuerdo a la propuesta arquitectónica de la vivienda, se ha modulado el uso de los tableros; considerando que la estructura sera de guadúa, cuya columna de soporte está conformada por 3 guadúas.





### Elevación Posterior

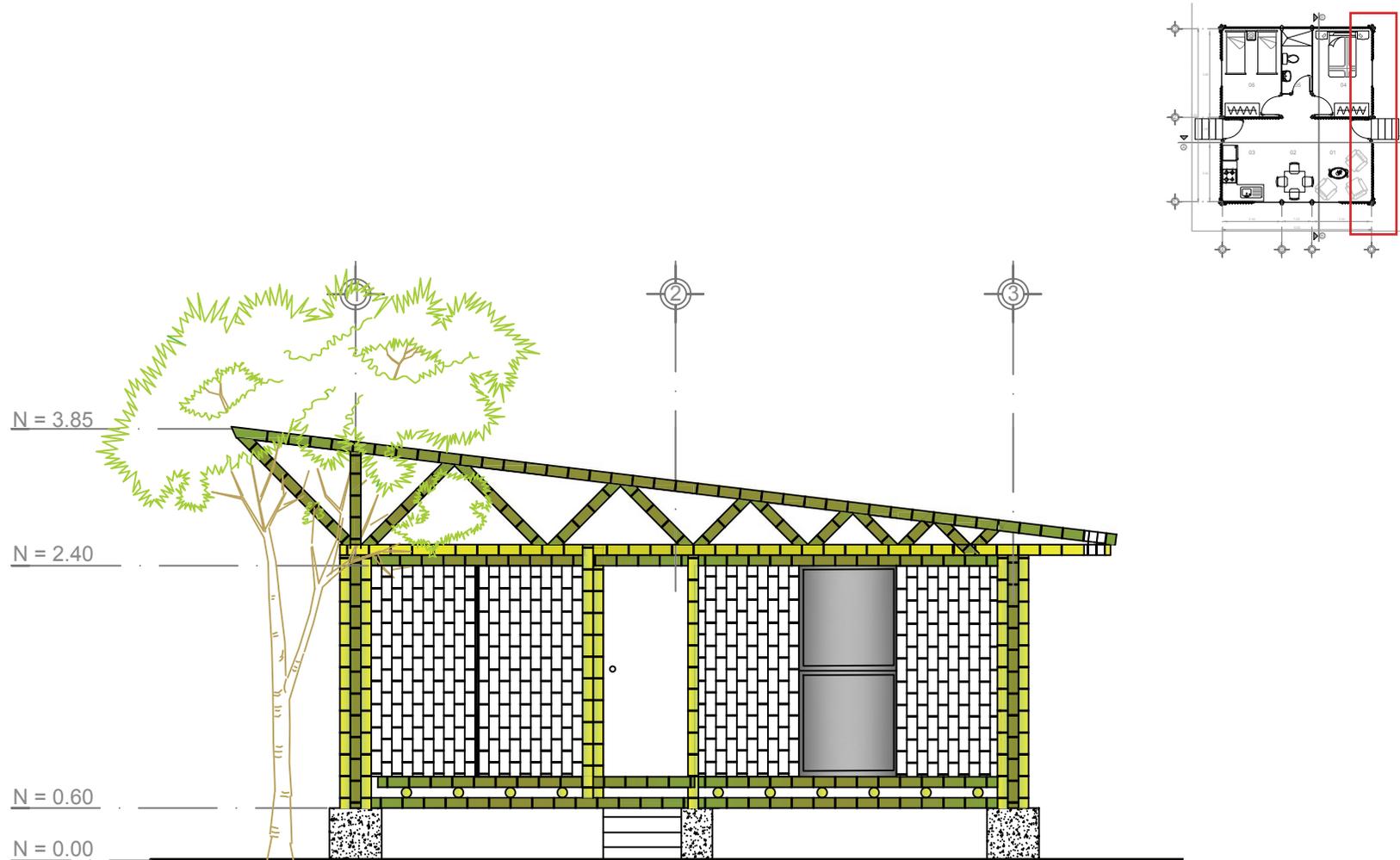
Escala 1:75





## Elevación Lateral Derecha

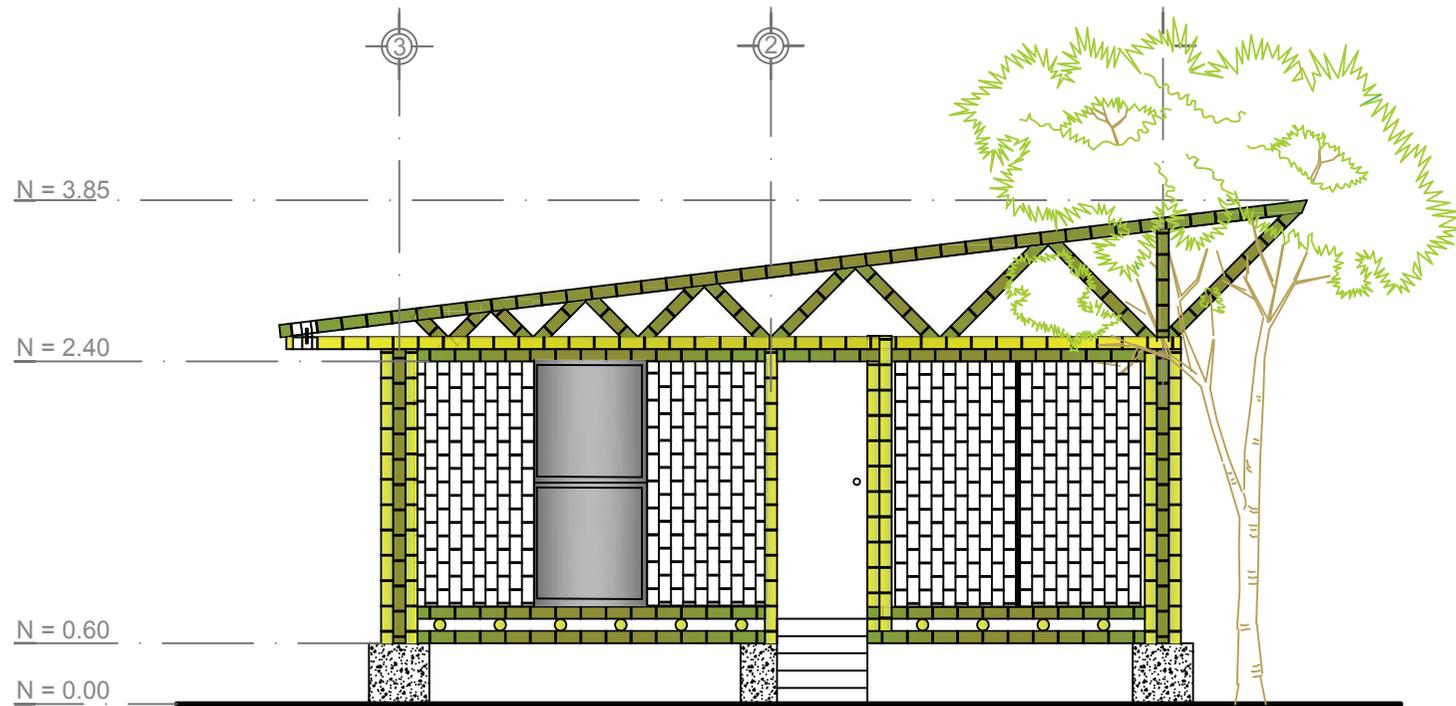
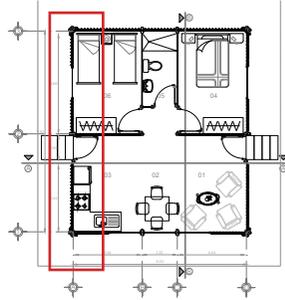
Escala 1:75





### Elevación Lateral Izquierda

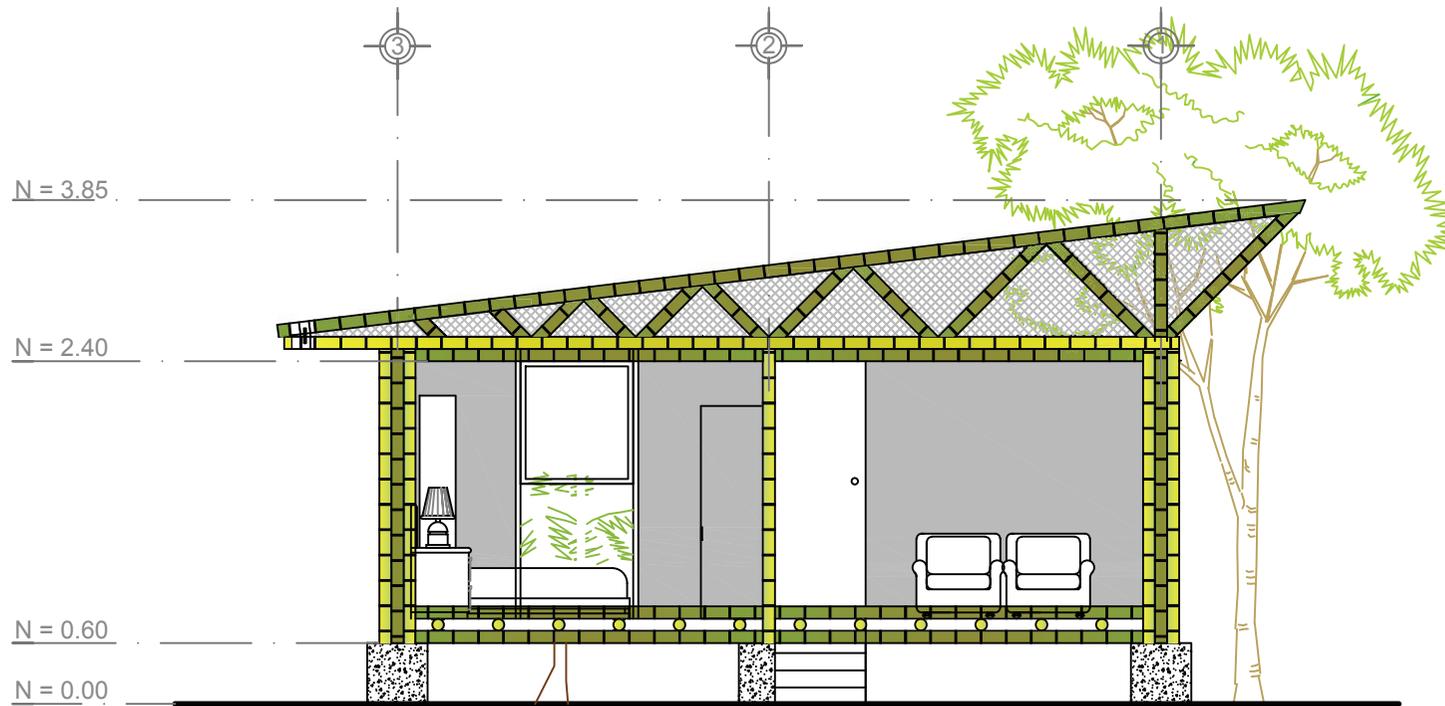
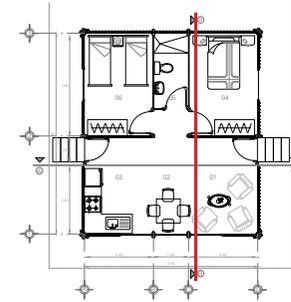
Escala 1:75





## Corte Transversal B - B

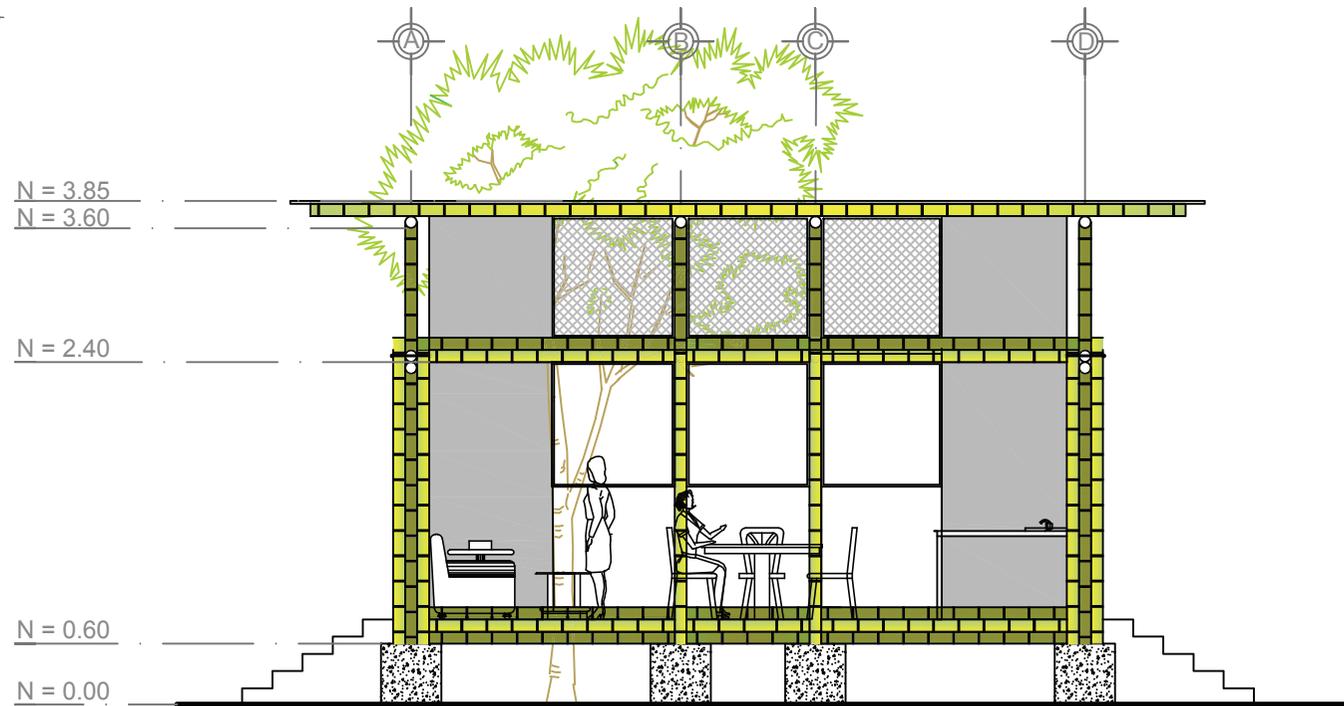
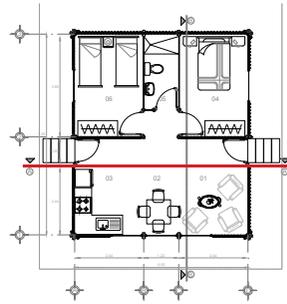
Escala 1:75





## Corte Longitudinal A - A

Escala 1:75



CORTE LONGITUDINAL A - A





### 3.3 Sistema de Estructura

La propuesta estructural que se plantea es el diseño de columnas de 36cm, cada columna conformada por 3 guadúas unidas mediante una varilla roscada cerrando los espacios de los paneles modulares. Las medidas se especifican en los detalles de armado.

Por tanto los ejes están 18cm mas, como se observa en la planta estructural. *Ver plano 3.3.1. Planta estructural del proyecto*

Para cumplir con los estándares se considera la variabilidad de diámetros de la guadúa angustifolia, por lo que se trabaja con guadúas de diámetro promedio de 12cm, cuyo espesor del culmo es de 10mm.

**Tabla 3.3.1.** Medidas de la guadúa

DETALLE DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA		
DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	
	mín / max	Se utiliza
ESPESOR	8-12mm	10mm
DIAMETRO	9-14cm	12cm
LARGO	15-30m	15m

Fuente. Cruz K, 2018

Existen datos sobre la guadúa ya verificados y mencionados anteriormente que forman parte del conocimiento general de este material, datos que tienen relación con las propiedades físico - mecánicas que han servido de base para nuevas investigaciones y se han expuesto en varios seminarios a nivel internacional.

**Tabla 3.3.** Datos registrados en una guadúa Angustifolia.

PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS		
Resistencia	mínimo	máximo
COMPRESION	280 Kg/cm <sup>2</sup>	710 Kg/cm <sup>2</sup>
FLEXION		1810 Kg/cm <sup>2</sup>
TENSION		3100 Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente. I Seminario Internacional de innovaciones con Bambú: Exposición del Arquitecto Jorge Morán Ubidia



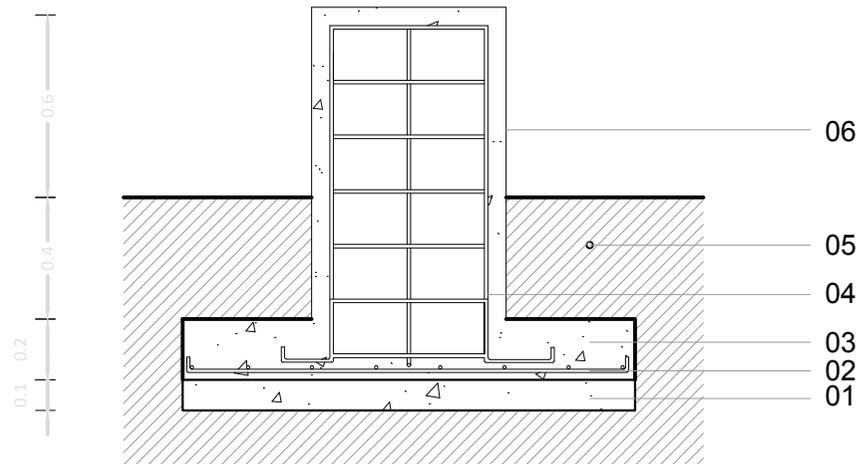
### 3.3. Cimiento y sobrecimiento

Para terrenos de buena calidad se sugiere que la profundidad del cimiento sea de 40cm.

Para terrenos de calidad media y baja se sugiere que la profundidad sea 60cm y hasta 1m dependiendo del suelo.

#### Cimientos tipo 1

Escala 1:25

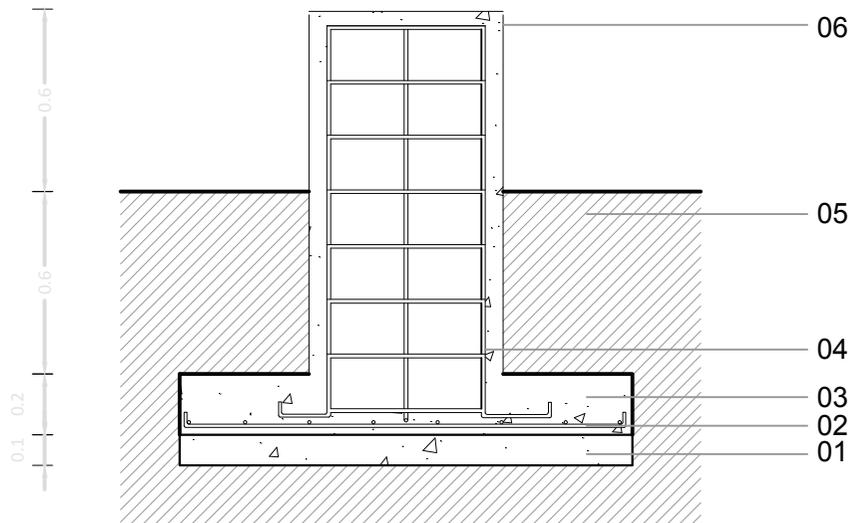


#### SIMBOLOGIA

- 01 Base de Hormigòn
- 02 Parrilla de acero  
 $\Theta=12\text{mm c}/20\text{cm}$
- 03 Hormigòn  $210\text{kg}/\text{cm}^2$
- 04 Columna de acero  
 $\Theta=12\text{mm}$   
 $f_y=4200\text{kg}/\text{cm}^2$   
con estribos  $\Theta=10\text{mm c}/18\text{cm}$
- 05 Profundidad de la zapata 40cm
- 06 Recubrimiento de Hormigòn  
espesor 5cm

## Cimientos tipo 2

Escala 1:25



### SIMBOLOGIA

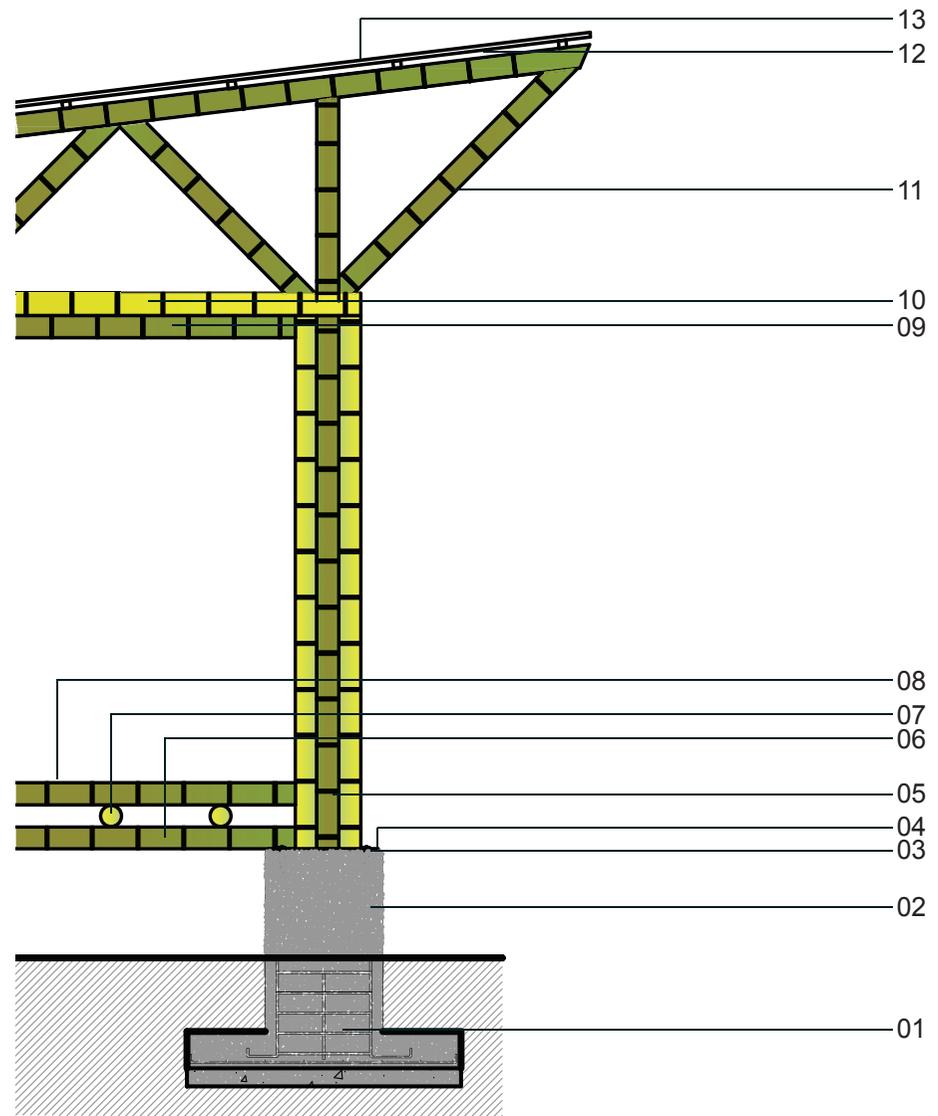
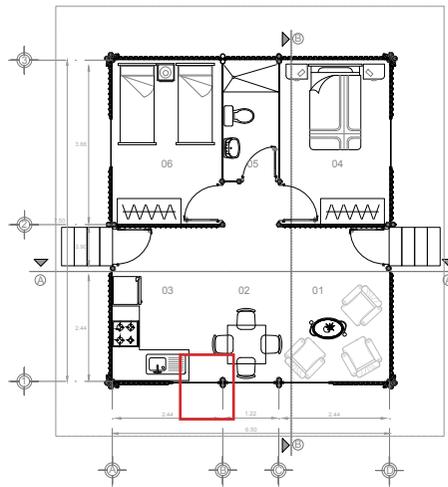
- 01 Base de Hormigòn
- 02 Parrilla de acero  
 $\Theta=12\text{mm c}/20\text{cm}$
- 03 Hormigòn  $210\text{kg}/\text{cm}^2$
- 04 Columna de acero  
 $\Theta=12\text{mm } f_y=4200\text{kg}/\text{cm}^2$  con estribos  
 $\Theta=10\text{mm c}/18\text{cm}$
- 05 Profundidad de la zapata 60cm
- 06 espesor 5cm

## Perspectiva Sobrecimiento





## Sección Constructiva



## SIMBOLOGIA

### 01 Cimiento

Base de Hormigòn  
Parrilla de acero  $\Theta=12\text{mm}$  c/20cm  
Hormigòn  $f'_{y} = 210\text{kg/cm}^2$   
Columna de acero  $\Theta=12\text{mm}$ ,  $f_{y}=4200\text{kg/cm}^2$  con  
estribos  $\Theta=10\text{mm}$  c/15cm  
Profundidad de la zapata 40cm, recubrimiento de  
Hormigòn  $f'_{y} = 210\text{kg/cm}^2$  e=5cm

02 Sobrecimiento de Hormigòn armado de 60x60x60cm

03 Placa metálica de Acero inoxidable de 50x50cm e=1cm

04 Perno de anclaje de acero inoxidable de 3/8"

05 Columna Tipo C1, 5 cañas guadúa  $\Theta=12\text{cm}$  unidas por  
medio de pernos de sujeción de acero inoxidable

06 Viga principal inferior caña guadúa  $\Theta=12\text{cm}$

07 Vigas secundarias caña guadúa  $\Theta=12\text{cm}$  c/60cm

08 Viga de cierre inferior para anclaje de paneles tipo  
guadúa  $\Theta=12\text{cm}$

09 Viga de cierre superior para anclaje de paneles tipo  
guadúa  $\Theta=12\text{cm}$

10 Viga principal superior caña guadúa  $\Theta=12\text{cm}$

11 Cercha caña guadúa  $\Theta=12\text{cm}$

12 Correas, tiras de madera 4x5cm

13 Cubierta

## Perspectiva

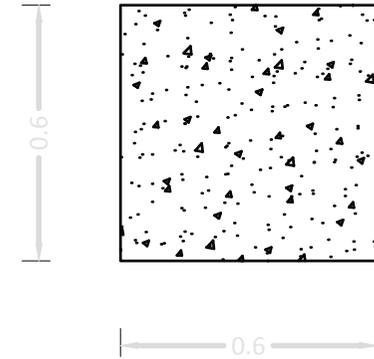
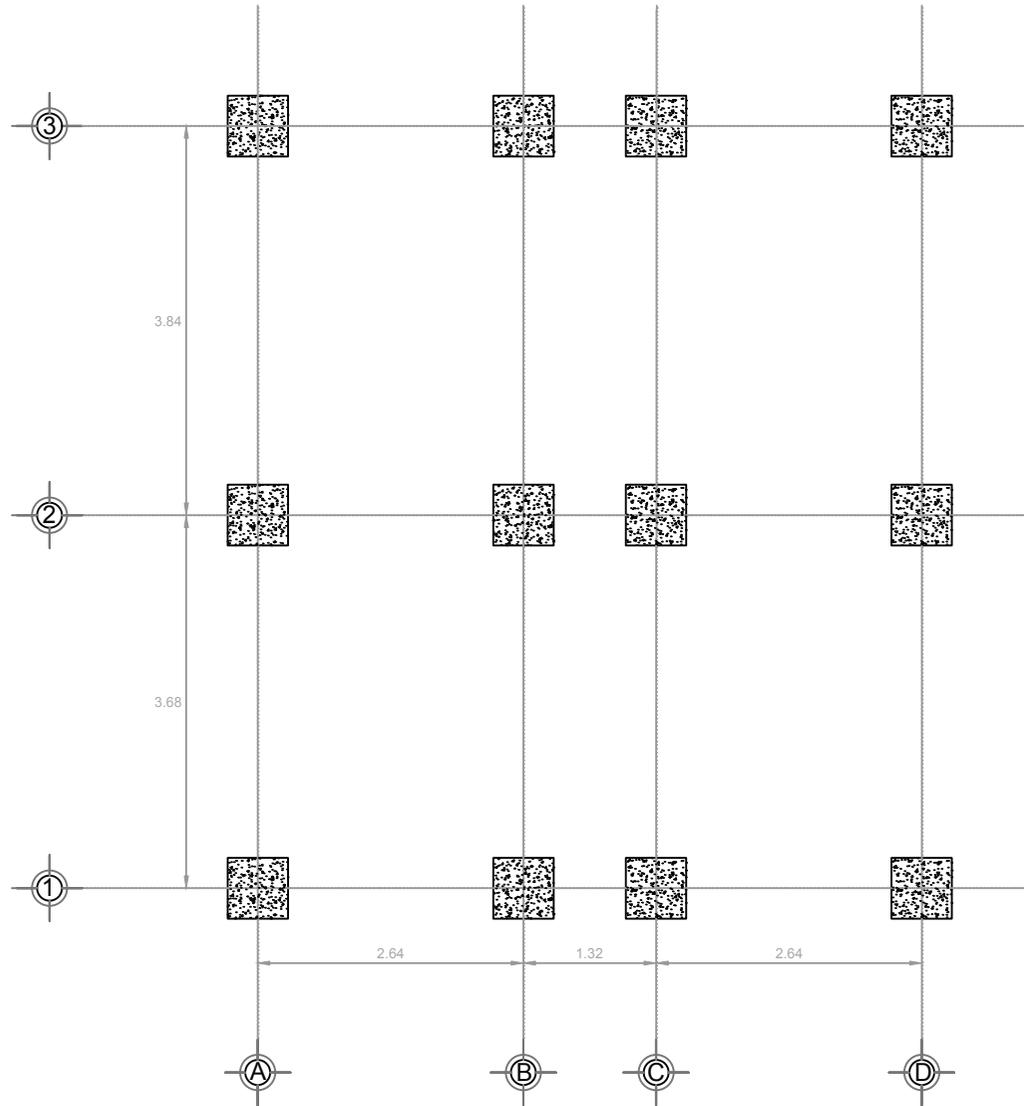




## DESARROLLO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

### Planta de Cimentación

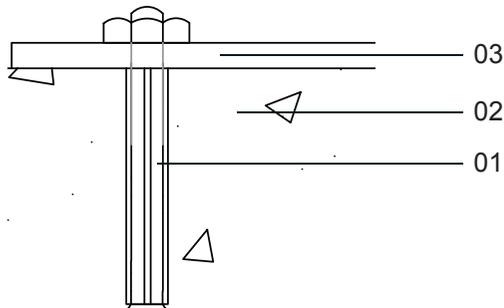
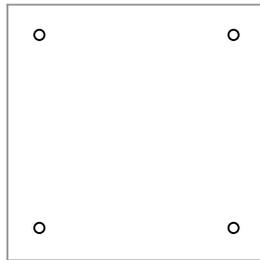
El sobrecimiento es de 60x60x60cm, sobre elevar la vivienda ayuda con la humedad y la ventilación.





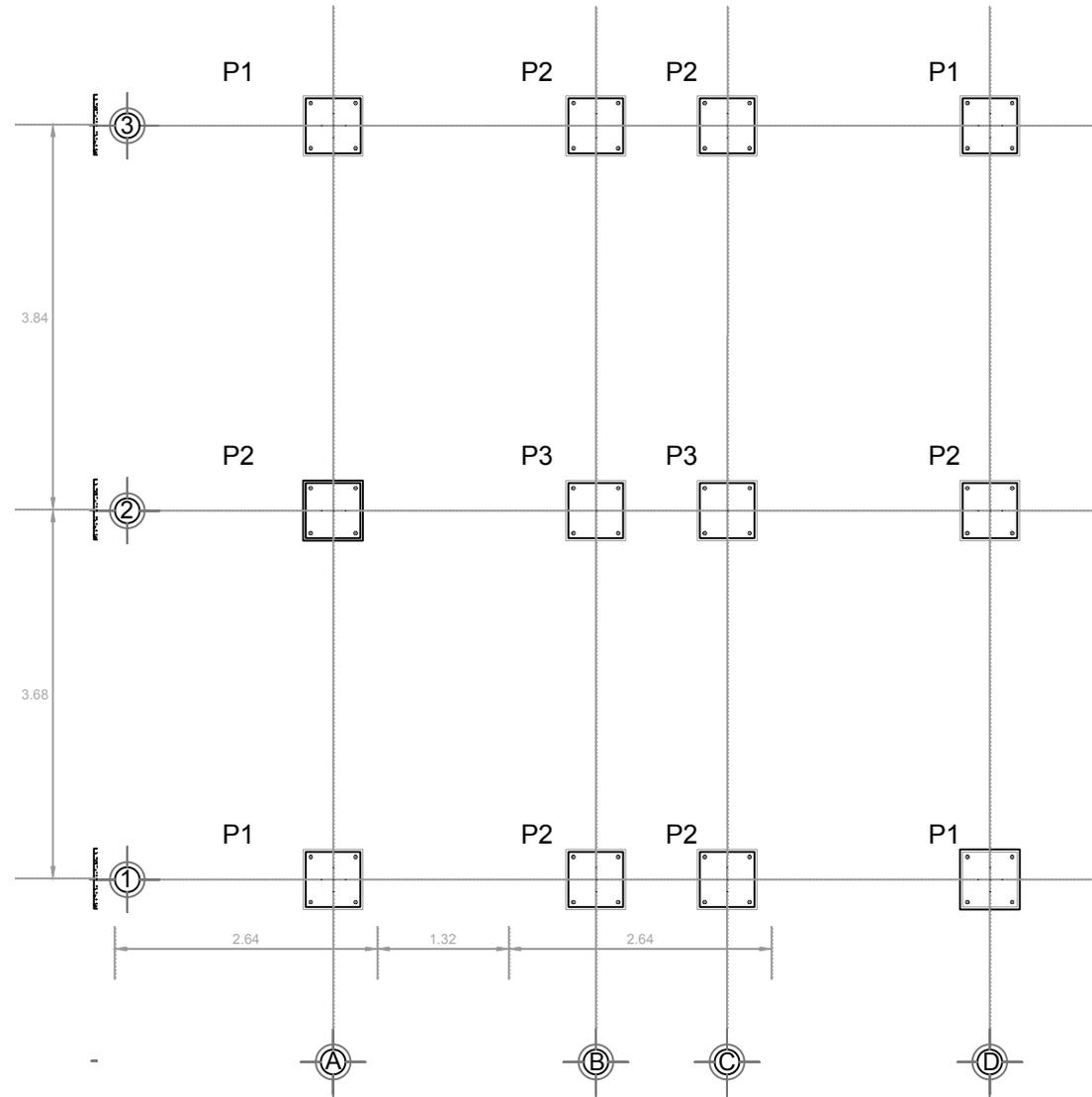
# Placas de acero

## Placa Tipo

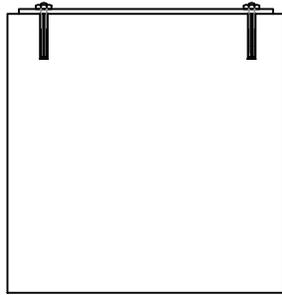


### SIMBOLOGIA

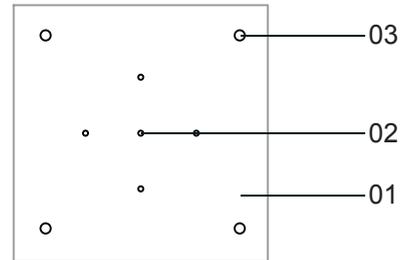
- 01 Pernos de anclaje 3/8" entre el sobrecimiento y la placa de acero
- 02 Sobrecimiento de Hormigón Armado  $f'y=210\text{kg/cm}^2$  de  $60 \times 60 \times 60\text{cm}$
- 03 Placa de Acero de  $50 \times 50\text{cm}$   $e=1\text{cm}$



## Placas de Acero



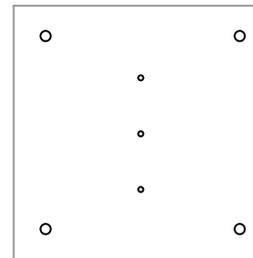
Placa tipo 1



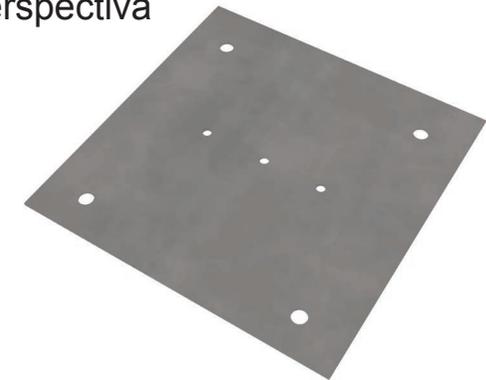
Perspectiva



Placa tipo 2



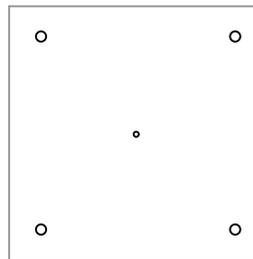
Perspectiva



### SIMBOLOGIA

- 01 Placa metàlica  
50x50cm e = 1cm
- 02 Orificio para varillas  
roscadas,  $\Theta=12\text{mm}$   
segùn el tipo de  
columna.
- 03 Agujero para el perno  
de anclaje 3/8" entre  
la placa de acero de  
1cm y el sobrecimiento  
de Hormigòn.

Placa tipo 3

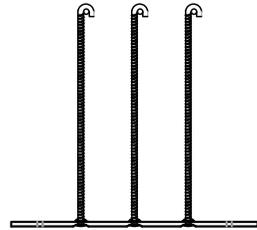


Perspectiva

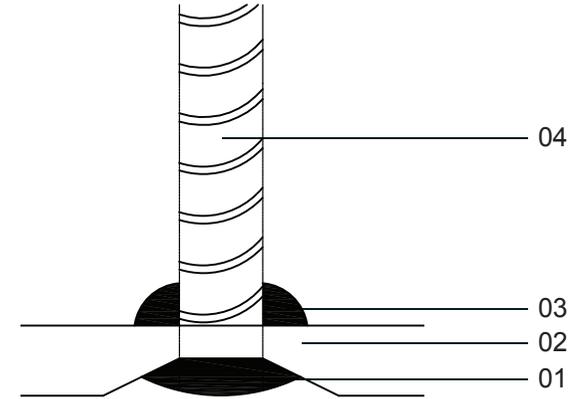




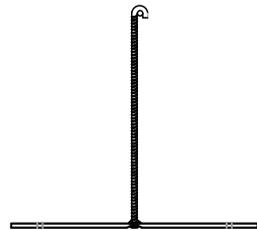
## Unión Placa y Varilla



Perspectiva



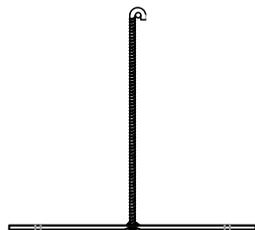
Perspectiva



### SIMBOLOGIA

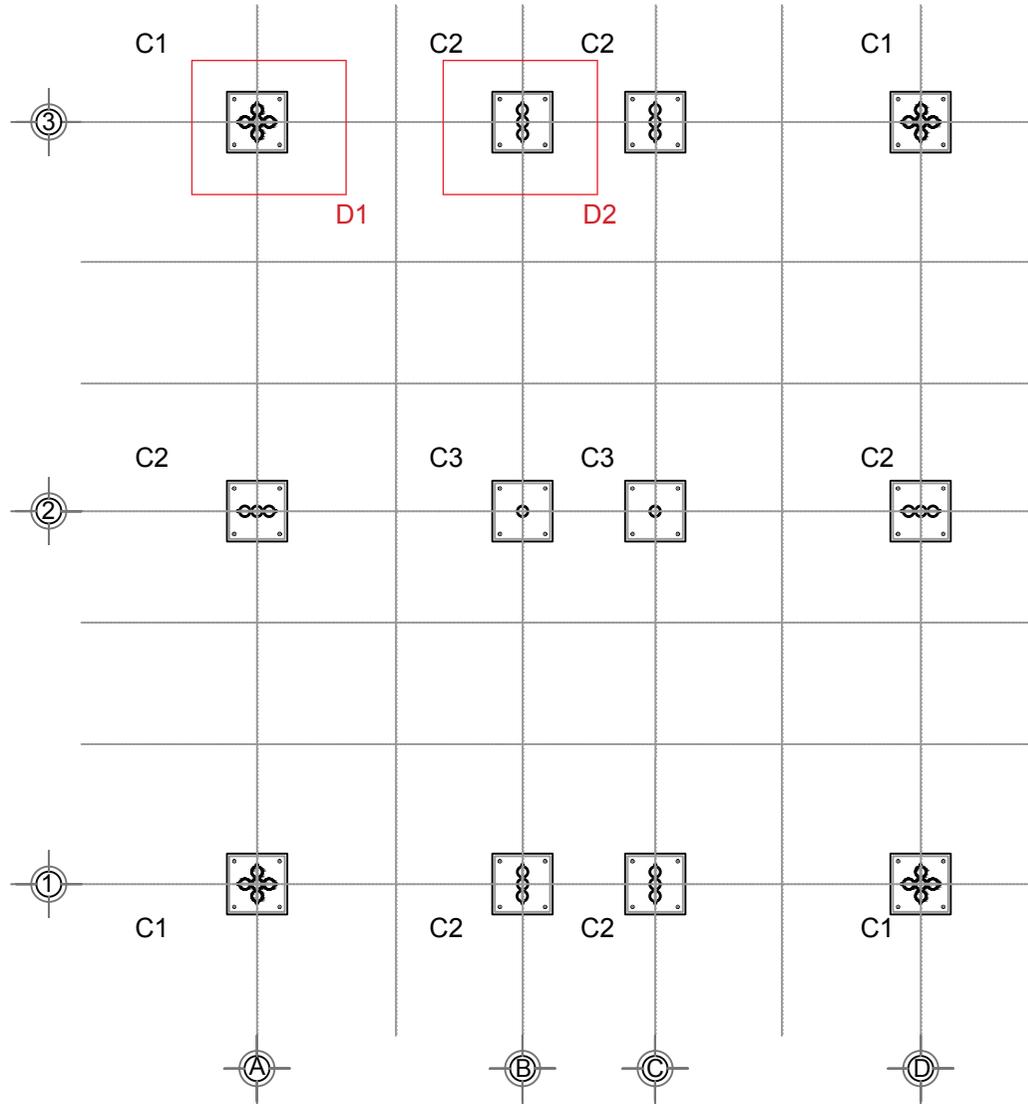
- 01 Orificio para anclaje de varilla roscada
- 02 Placa metálica 50x50cm e = 1cm
- 03 Electrodo 10-80
- 04 Varilla roscada soldada a la placa acero.  $\Theta=12\text{mm}$

Perspectiva

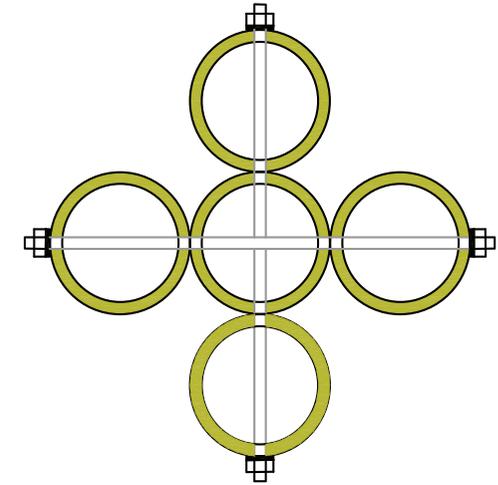




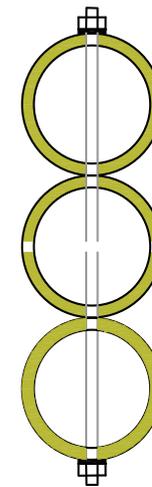
## Planta con columnas tipo



Columna Tipo C1



Columna Tipo C2





## Perspectivas de Columnas tipo

Perspectiva C1



Perspectiva C2



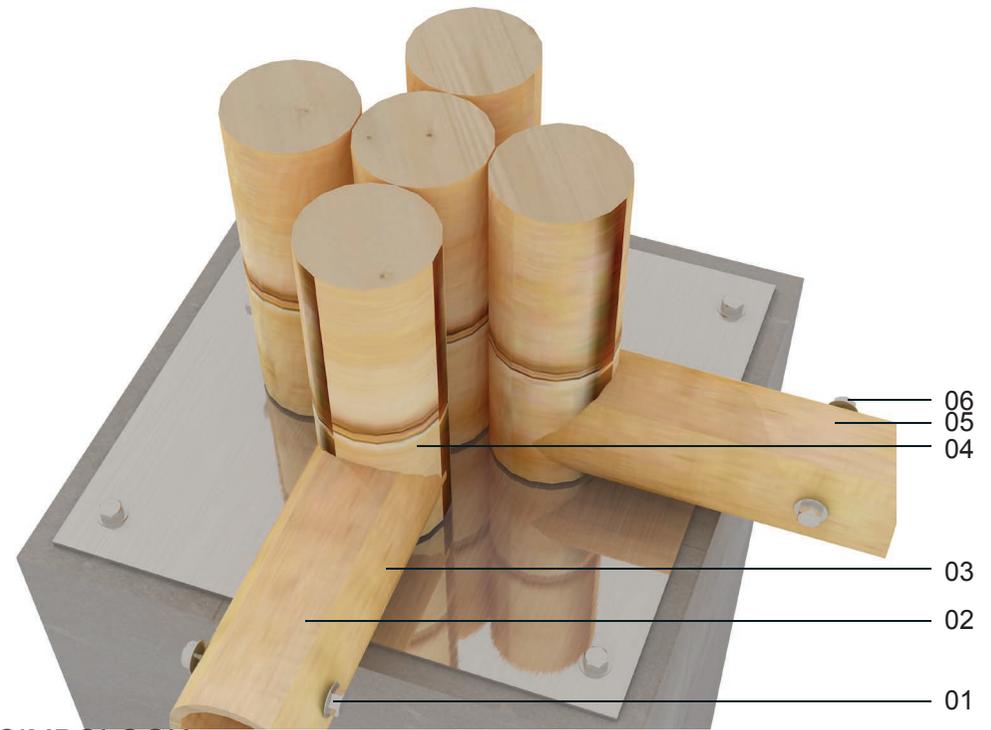
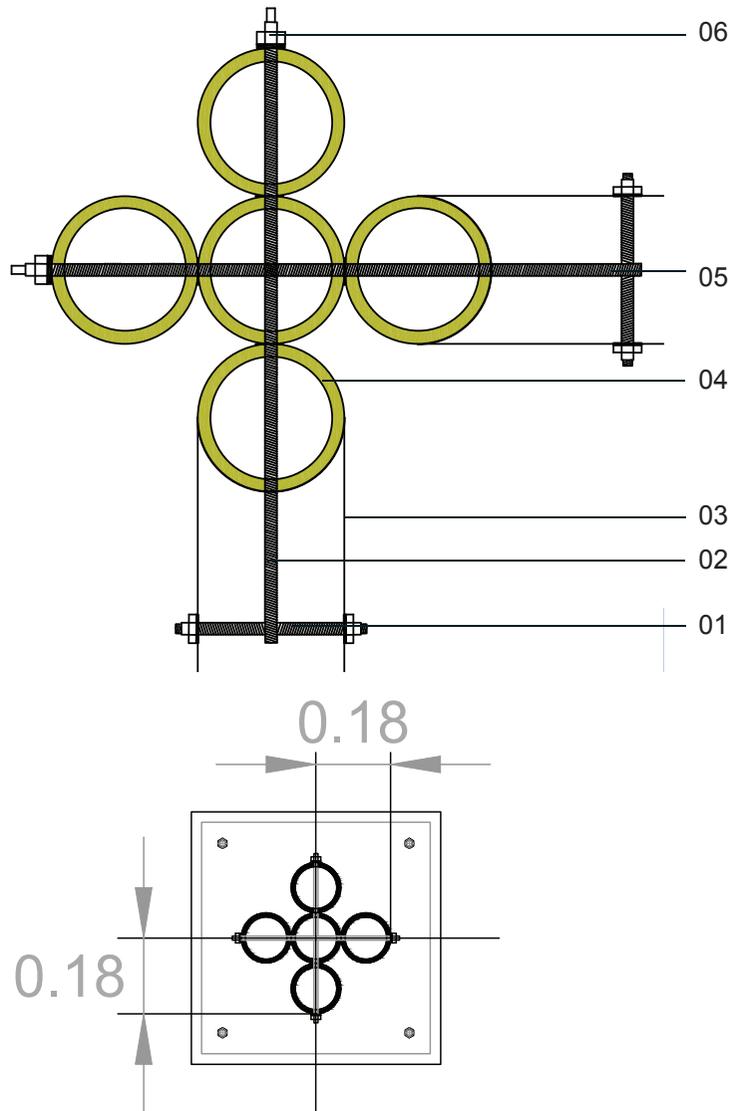
### SIMBOLOGIA

- 01 Caña Guadúa de  $\Theta=12\text{cm}$  de diámetro
- 02 Varilla roscada de acero inoxidable  $\Theta=12\text{mm}$
- 03 Arandela y Tuerca





## Columna Tipo C1

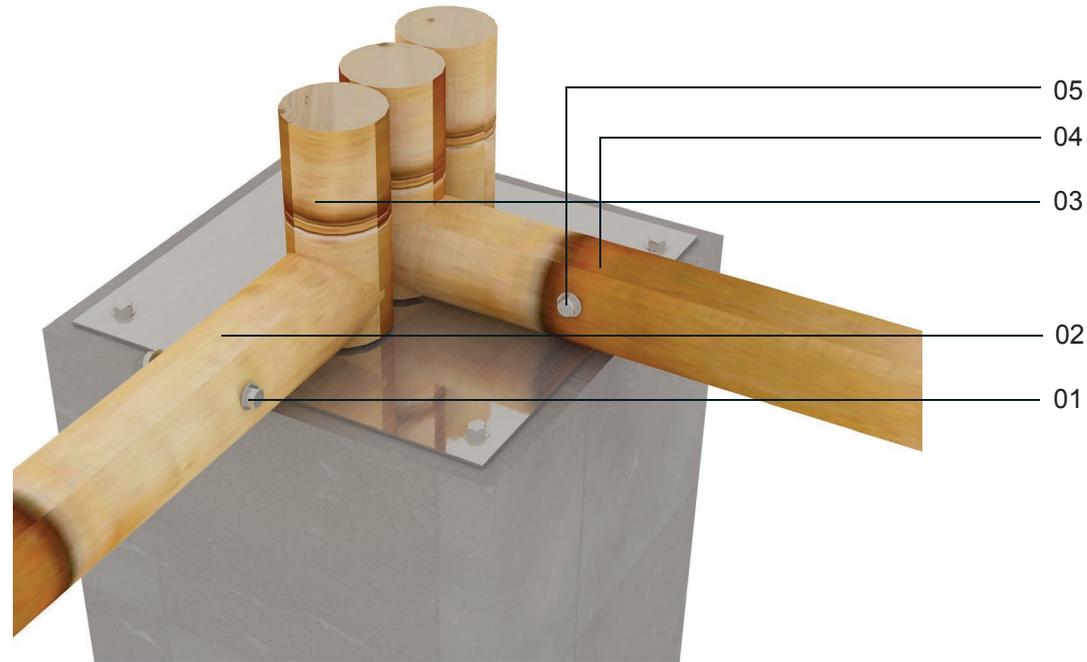
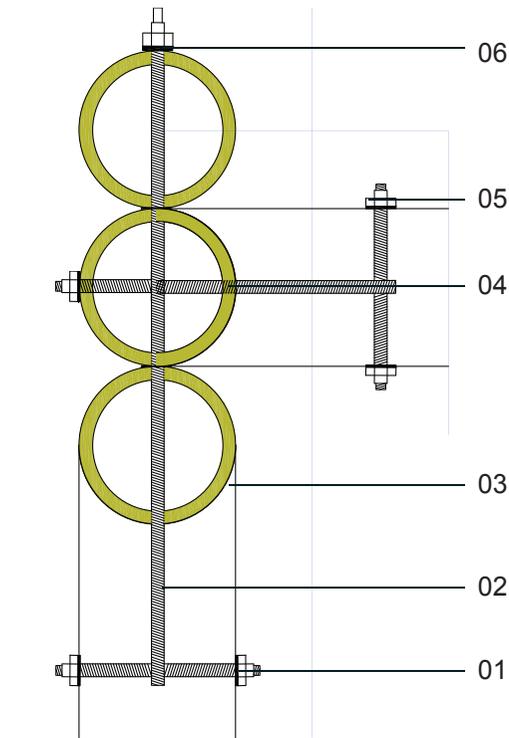


### SIMBOLOGIA

#### Columna C1

- 01 Perno de acero inoxidable de 3/8" con arandela de caucho y arandela simple
- 02 Gancho J, varilla roscada  $\Theta=12\text{mm}$
- 03 Viga Inferior de caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$ , unión boca de pescado con la columna.
- 04 Columna tipo C1 unión de 3 cañas con gancho J
- 05 Gancho J, varilla roscada  $\Theta=12\text{mm}$
- 06 Arandela y Tuerca

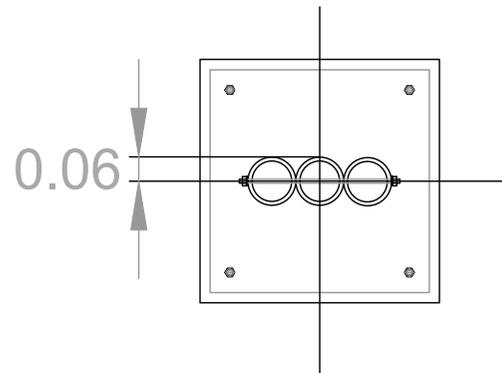




### SIMBOLOGIA

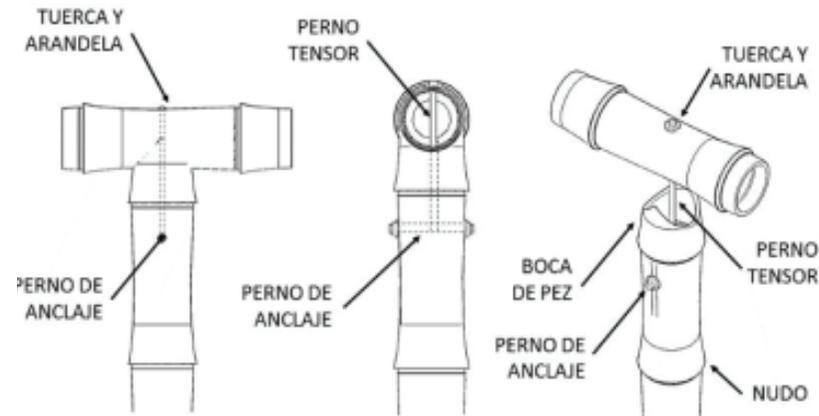
#### Columna C2

- 01 Perno de acero inoxidable de 3/8" con arandela de caucho y arandela simple
- 02 Gancho J, varilla roscada  $\Theta=12\text{mm}$
- 03 Columna Tipo C2, 3 cañas Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$ , unión con ganchos J
- 04 Gancho J
- 05 Perno de acero inoxidable de 3/8" con arandela de caucho y arandela simple
- 06 Arandela y Tuerca



## Unión boca de pescado

Imagen. Uniones perpendiculares

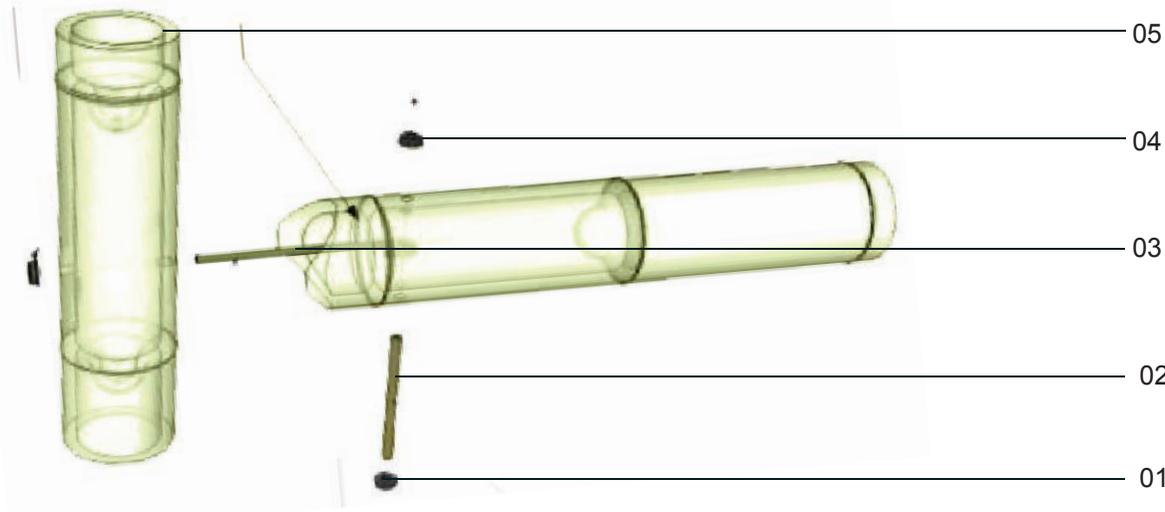


Fuente. Recuperado de "NEC-SE-GUADÚA", 2017. P, 60

Las uniones perpendiculares entre elementos son por medio del corte de boca de pez o corte recto, garantizando el mayor contacto posible.

La norma Nec-se-Guadúa, muestra los tipos de anclaje sugeridos para cada uno de los elementos ya sea para uniones perpendiculares, longitudinales, o diagonales, con pernos tensores y con disco y media caña metálica.

Además de pernos y pletinas o con zunchos; las cuales con permitidas unicamente para asegurar el acople entre uniones.

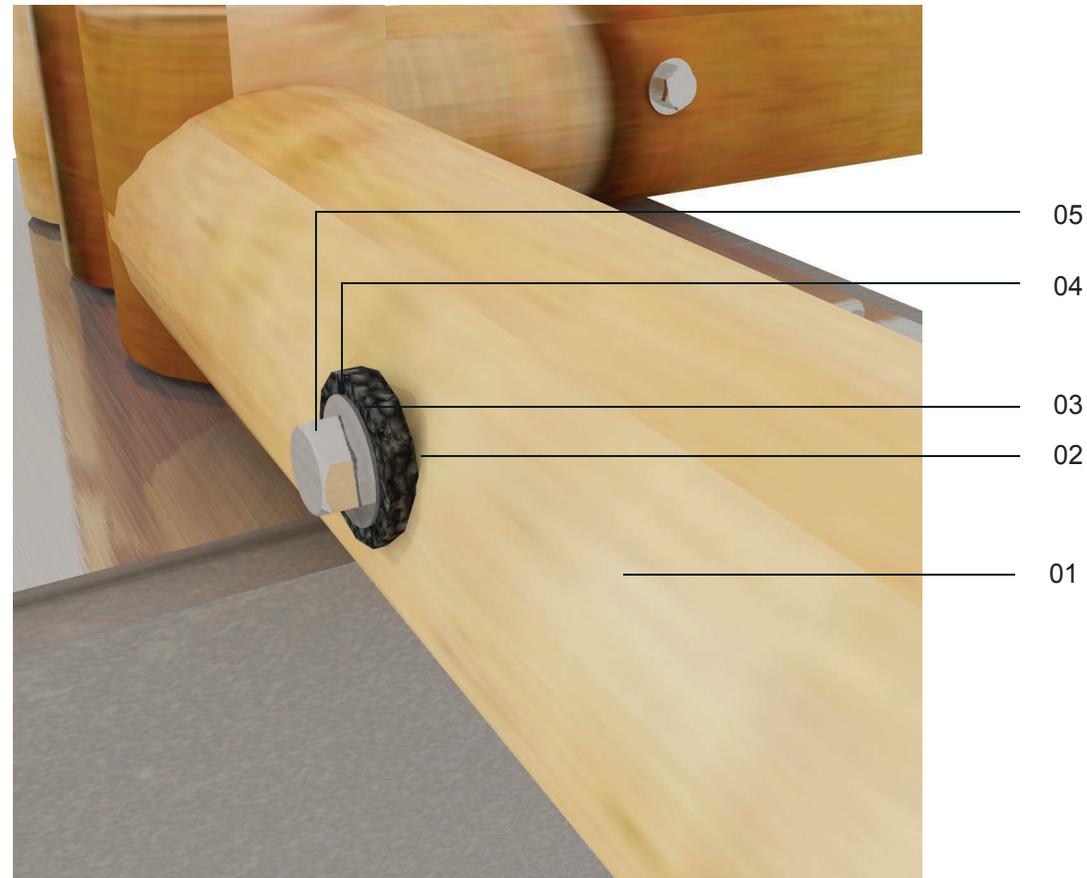
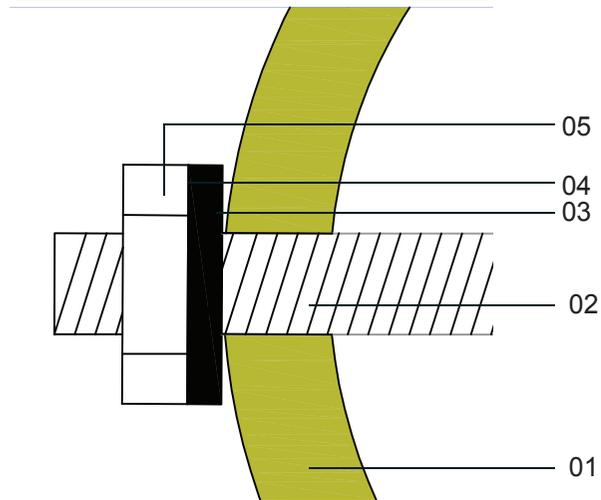


### SIMBOLOGIA

Unión Boca de pez

- 01 Arandela simple, arandela de caucho y tuerca
- 02 Perno de anclaje, varilla roscada  $\Theta=12\text{mm}$
- 03 Perno tensor, Gancho J, Varilla roscada,  $\Theta=12\text{mm}$
- 04 Arandela simple y tuerca
- 05 caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$ ,

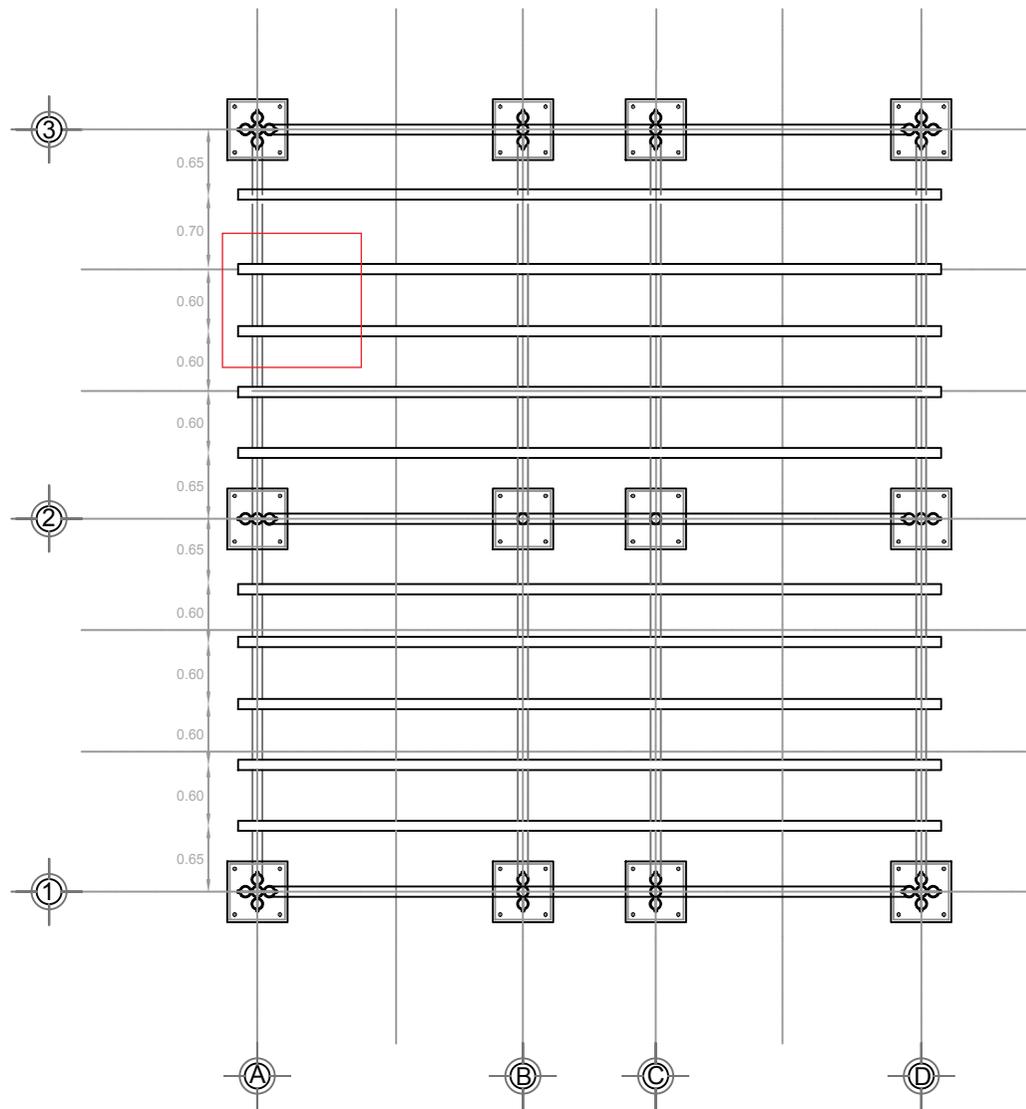
## Detalle de pernos



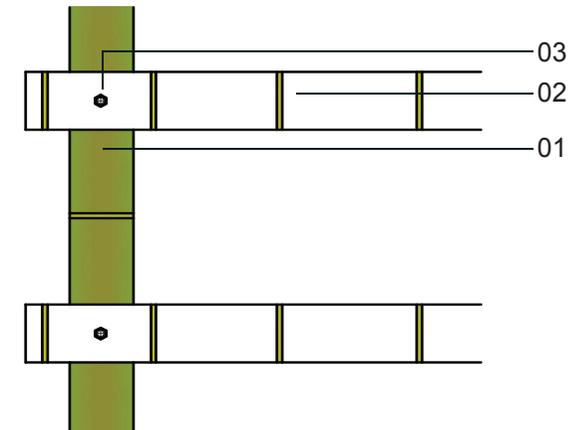
### SIMBOLOGIA

- 01 Caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$ ,
- 02 Varilla roscada de acero inoxidable de  $3/8''$
- 03 Arandela de caucho
- 04 Arandela de acero inoxidable
- 05 Tuerca

## Planta con estructura de piso



## Unión de viga principal y secundarias



### SIMBOLOGIA

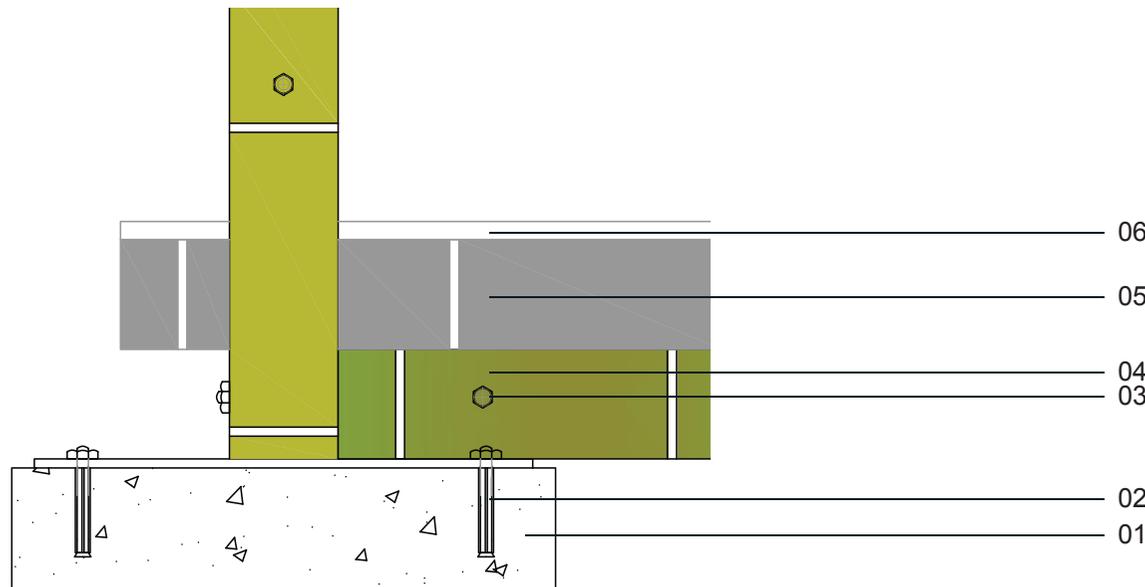
#### Unión de vigas

- 01 Viga Inferior de caña  
Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$ ,  
unión boca de  
pescado con la  
columna.
- 02 Viga secundaria de  
caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$   
empernada a la viga  
principal.
- 03 Perno de anclaje de  
3/8"





## Detalle de piso



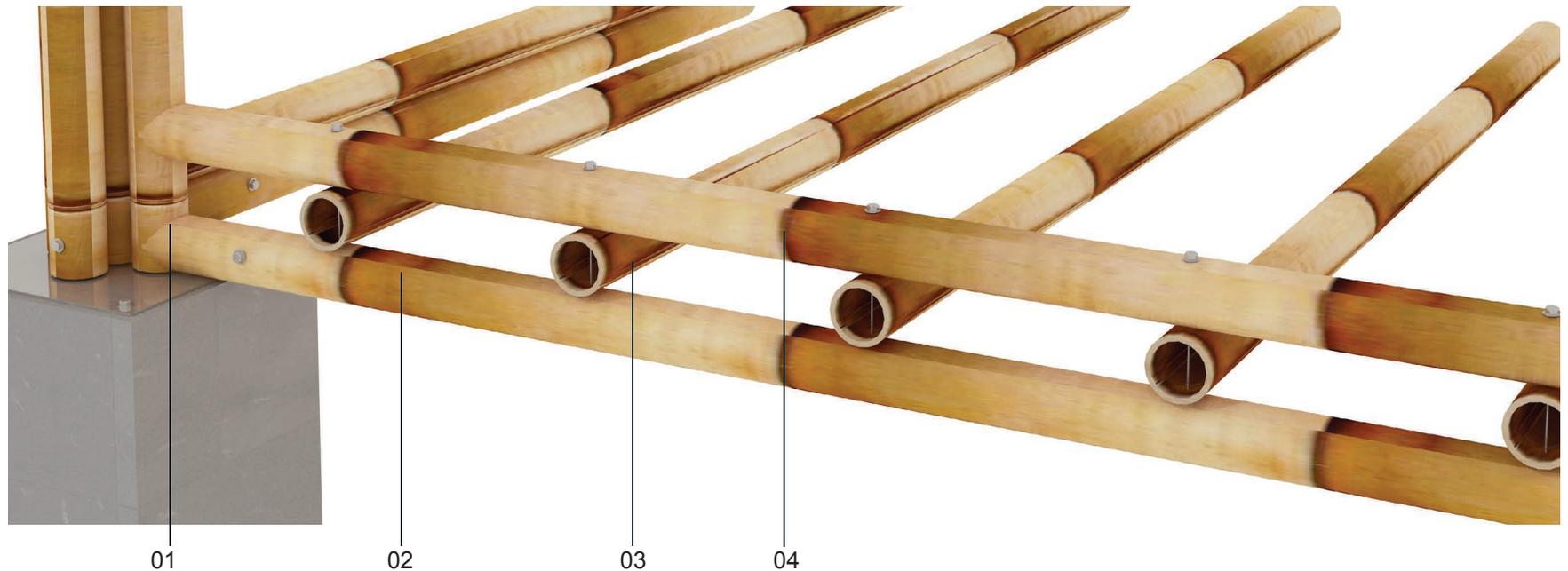
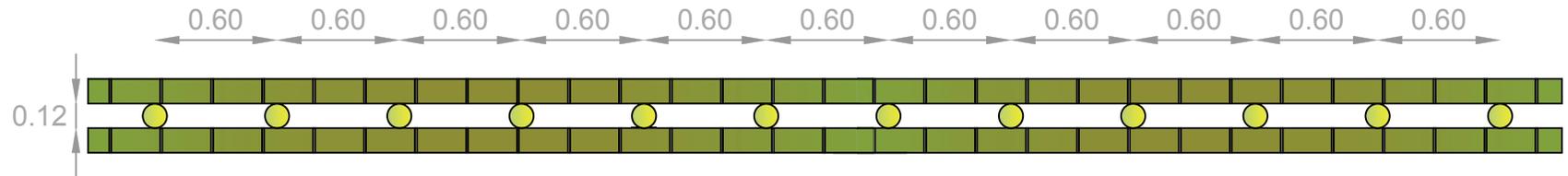
### SIMBOLOGIA

#### Unión vigas inferiores y columna

- 01 Sobrecimiento de Hormigón  
Armado  $f_y = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 02 Perno de anclaje de acero  
inoxidable de 3/8"
- 03 Perno de sujeción al  
gancho J de la viga,  
varilla roscada de  $\varnothing = 12 \text{ mm}$
- 04 Viga principal de caña  
Guadúa  $\varnothing = 12 \text{ cm}$ , unión boca de  
pescado con la columna tipo.
- 05 Viga secundaria de caña  
Guadúa, unión boca de  
pescado con la columna tipo.
- 06 Tablero Osb de  
1,22x2,44m e=18mm



## Vigas principales y secundarias

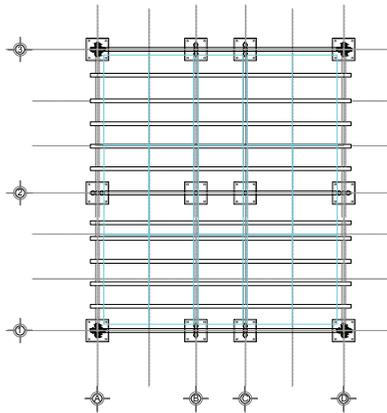


### SIMBOLOGIA

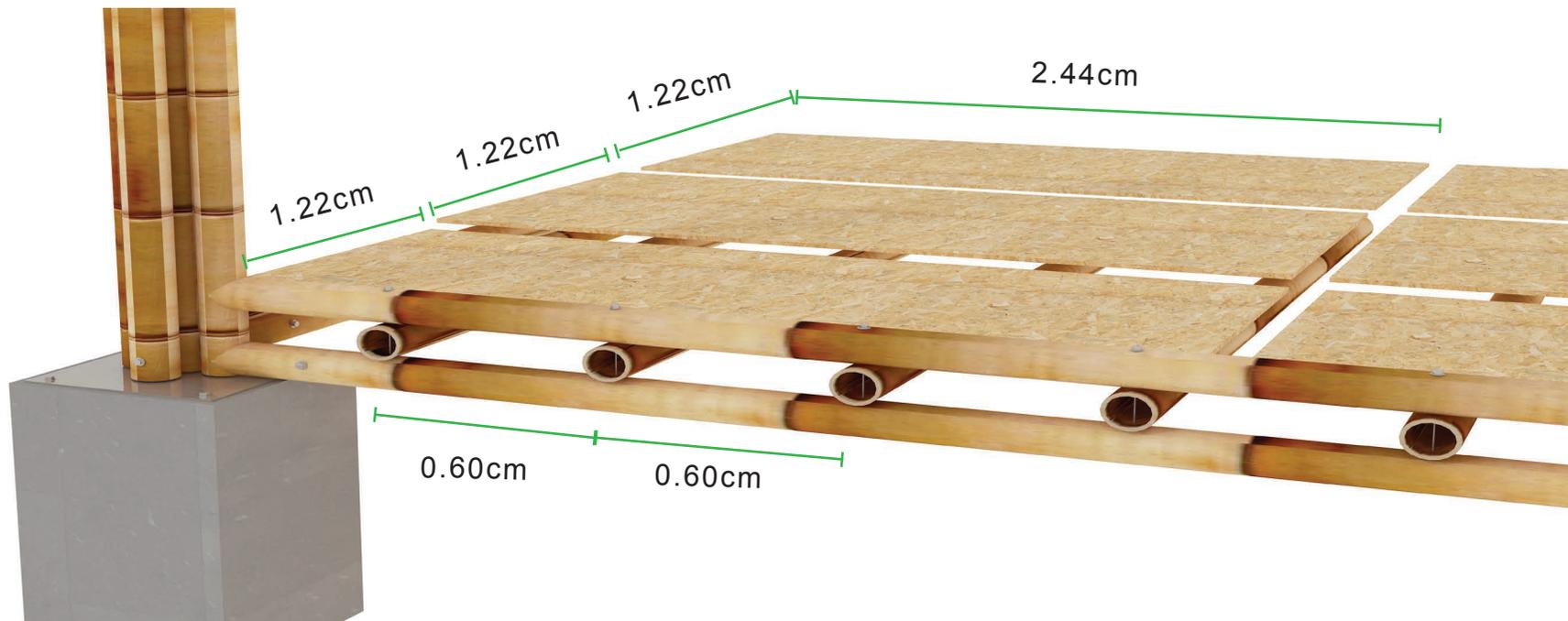
- 01 Unión boca de pescado entre la viga principal inferior y la columna tipo C1, caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$ ,
- 02 Viga principal inferior de caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$  empernada a la columna, gancho J, varilla roscada  $\Theta=12\text{mm}$
- 03 Viga secundaria inferior colocada cada 60cm apartir del eje de la columna tipo, caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$  empernada a la viga principal con pernos de anclaje de acero inoxidable de 3/8"
- 04 Viga de cierre y anclaje para la sujeción de paneles tipo, caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$ , unión boca de pescado a la columna



## Planta modular para piso

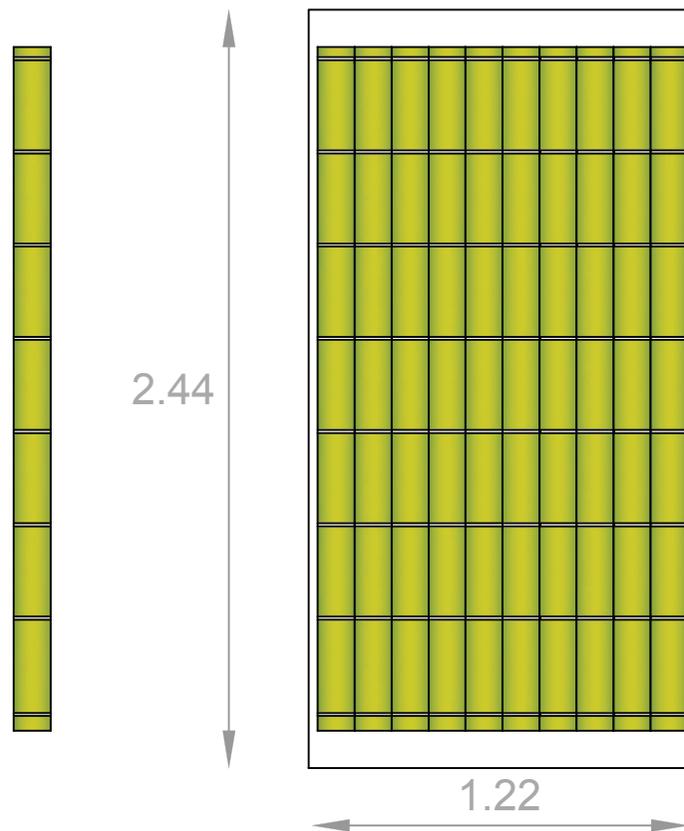
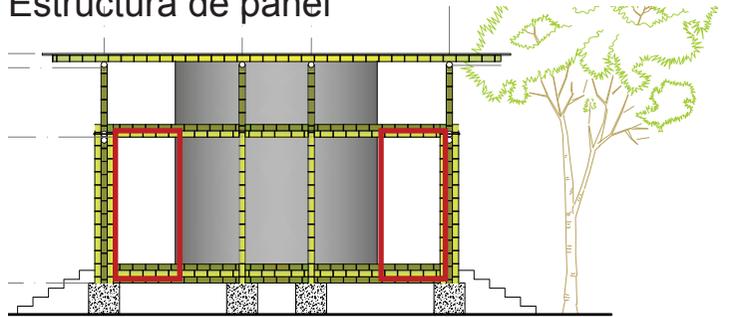


Una alternativa de piso son los mismos tableros Osb de 1,22 x 2,44 cm con  $e=18\text{mm}$  colocados mediante tornillos de 3" sobre las vigas secundarias de caña Guadúa y posterior a esto se coloca los paneles tipo.



## Panel Tipo

### Estructura de panel



El anclaje de los paneles en las columnas tipo C1, están a 18cm del eje. Para las columnas tipo C2 el anclaje se hace a 6cm del eje.



## Estructura de panel

La estructura de panel son 10 medias cañas de guadúa de 12cm de diámetro sujetas al tablero osb de 18mm de espesor mediante tornillo, en cada nudo.

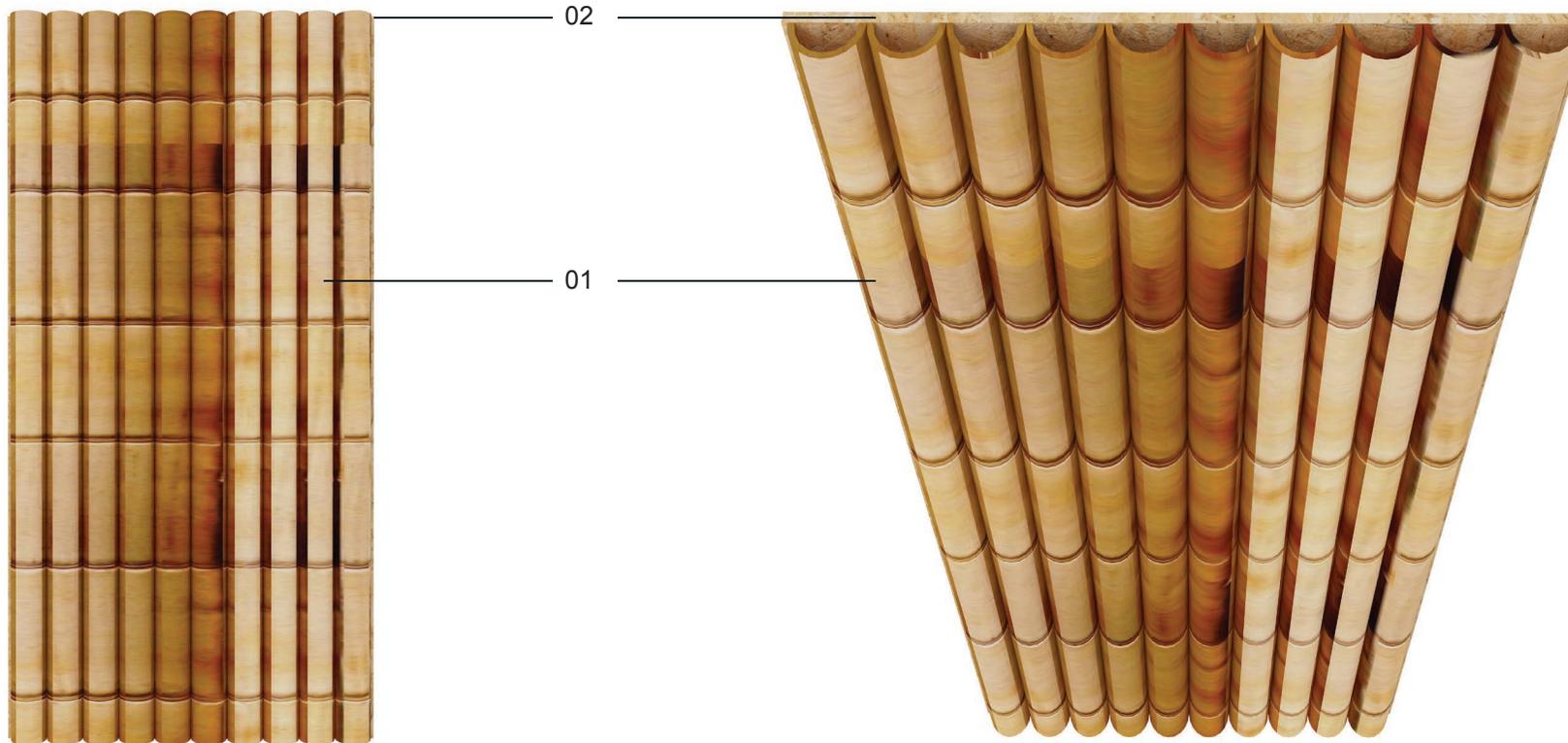
La parte frontal del panel es la parte en que visualiza la caña Guadúa y la parte posterior que es el tablero Osb es la textura en el interior de la vivienda.

### SIMBOLOGIA

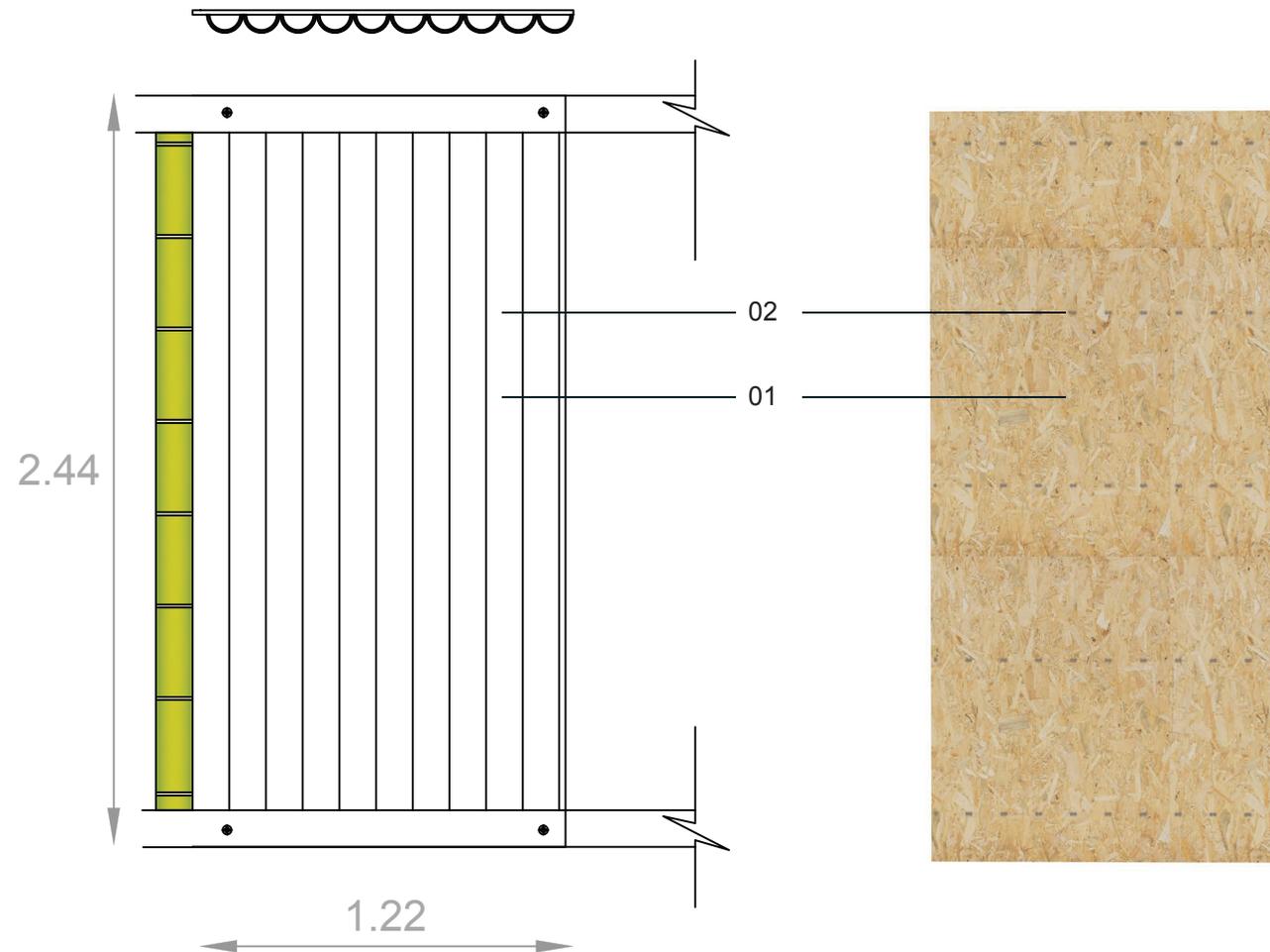
Estructura de panel

01 Media Caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$  de diámetro

02 Tablero Osb 1,22 x 2,44 cm con un espesor de 18mm



### Parte posterior del panel tipo



### SIMBOLOGIA

Parte posterior de panel tipo

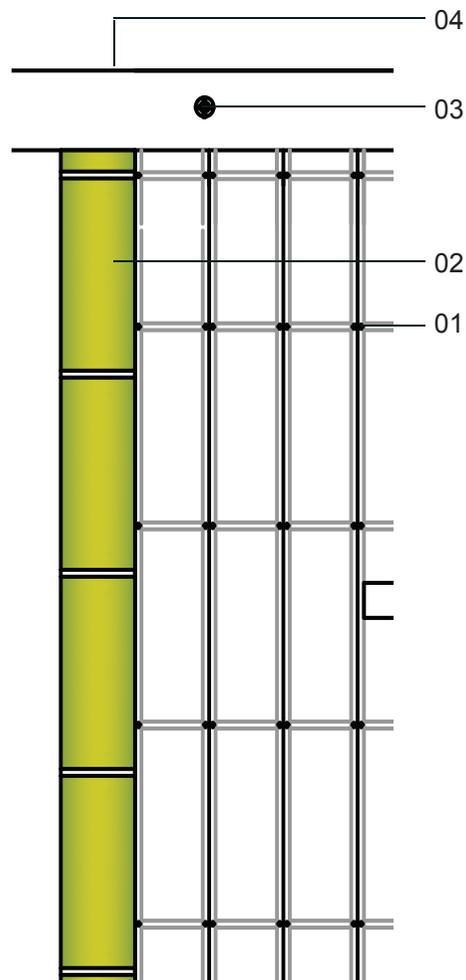
01 Tablero Osb 1,22 x 2,44 cm con un espesor de 18mm

02 Tornillos de sujeción entre la media Caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$  de diámetro y el tablero Osb cada 60 cm en los extremos de los nudos.

El terminado de la parte posterior es la textura del tablero propuesto para el panel.



## Anclaje Guadúa al Tablero Osb



### SIMBOLOGIA

Parte posterior de panel tipo

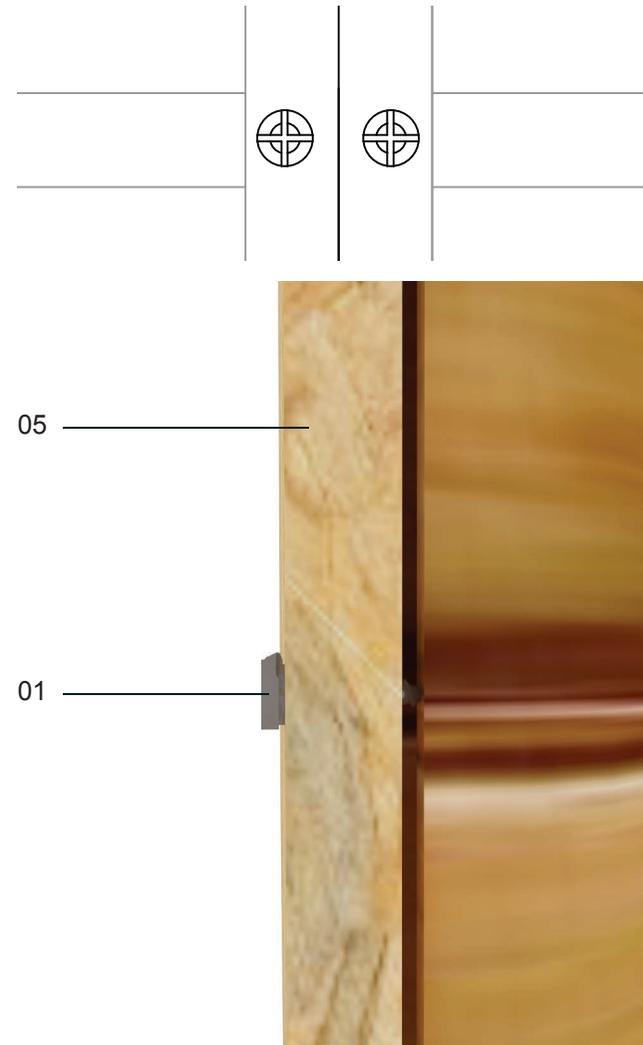
01 Tornillo de sujeción  
entre el tablero Osb  
1,22 x 2,44 cm e=18mm y  
la Guadúa

02 Columna Tipo de Guadúa  
 $\Theta=12\text{cm}$  de diámetro

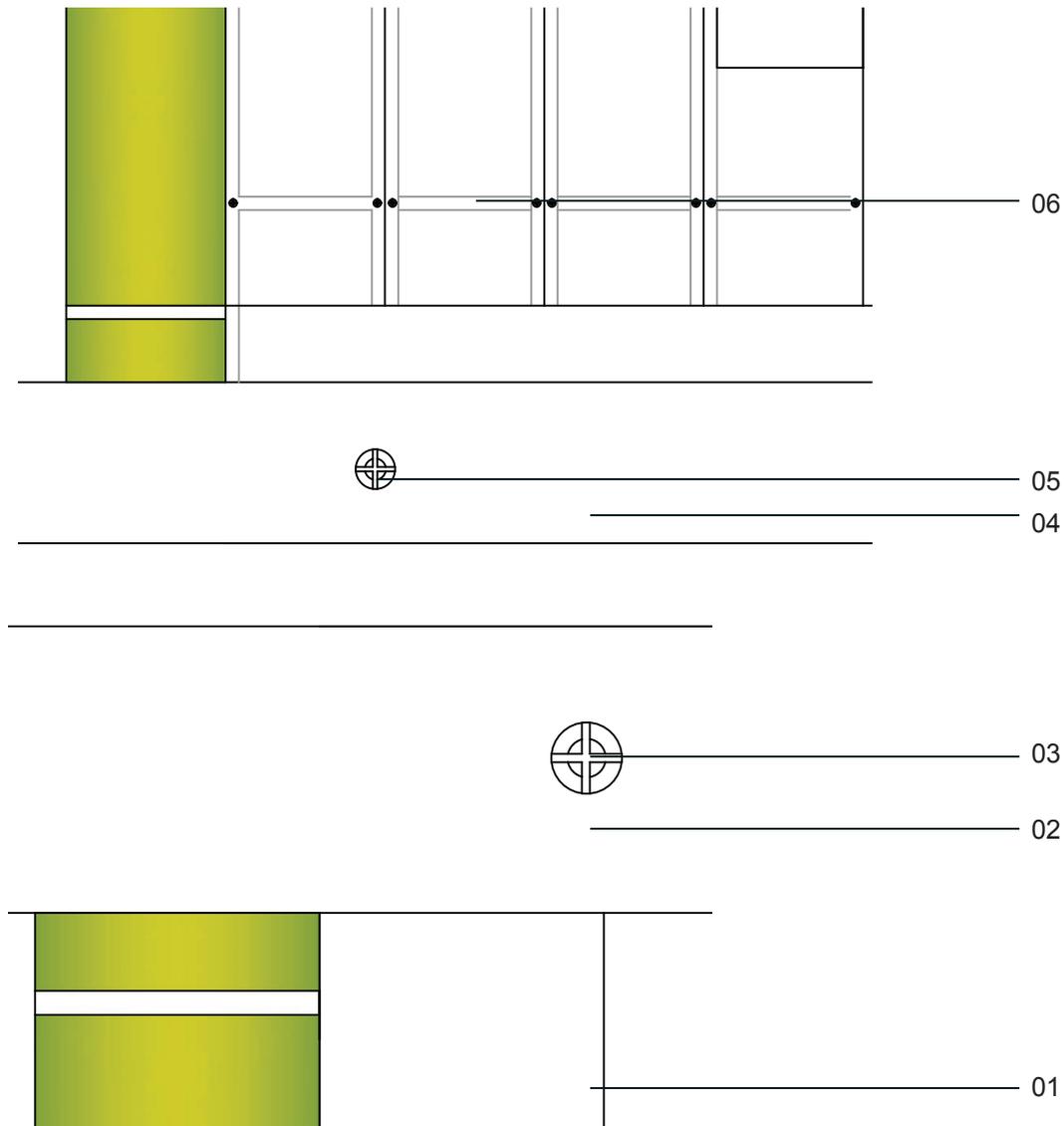
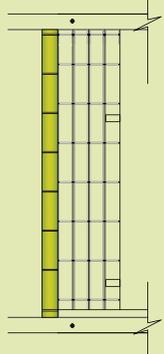
03 Pernos de sujeción de  
acero inoxidable 3/8" entre  
el panel tipo y la viga de  
cierre superior

04 Viga de cierre superior de  
caña guadúa  $\Theta=12\text{cm}$

05 Tablero Osb 1,22 x 2,44  
cm e=18mm



## Unión entre caña y el tablero



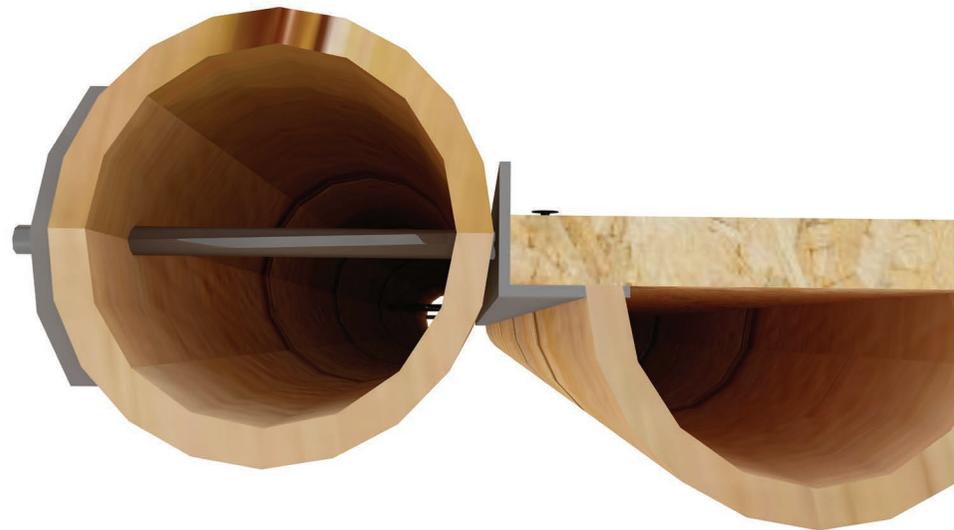
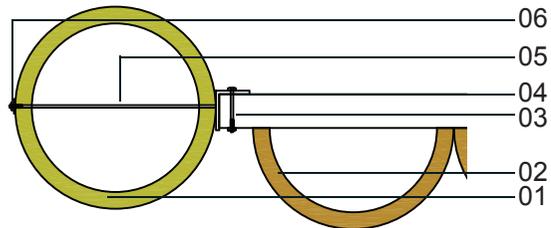
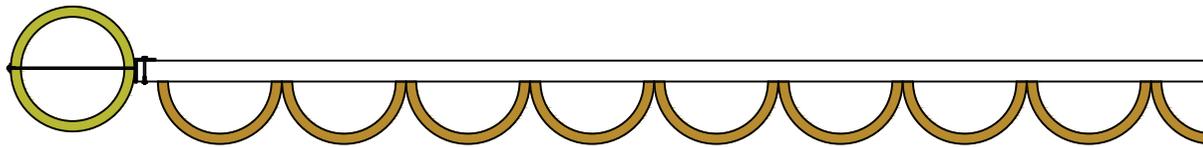
### SIMBOLOGIA

Parte posterior de panel tipo

- 01 Panel Tipo Guadúa y Osb
- 02 Viga de cierre superior de caña guadúa  
 $\varnothing=12\text{cm}$
- 03 Pernos de sujeción de acero inoxidable 3/8" entre el panel tipo y la viga de cierre superior
- 04 Viga de cierre inferior de caña guadúa  
 $\varnothing=12\text{cm}$
- 05 Pernos de sujeción de acero inoxidable 3/8" entre el panel tipo y la viga de cierre inferior
- 06 Tornillos de sujeción



## Unión de panel tipo a la columna

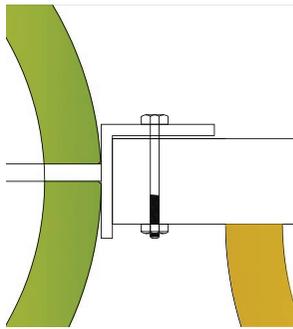


### SIMBOLOGIA

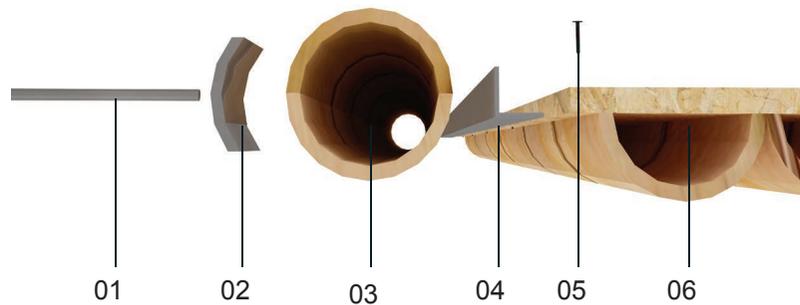
#### Unión del panel a la columna

- 01 Columna caña Guadúa y Osb  $\Theta=12\text{cm}$
- 02 Panel Tipo 1/2 caña guadúa y Osb
- 03 Pernos de sujeción de acero inoxidable entre el panel tipo y el ángulo
- 04 Ángulo de acero 20x20mm e=3mm
- 05 Pernos de sujeción de acero inoxidable soldado al ángulo, varilla roscada  $\Theta=12\text{mm}$
- 06 Arandela de caucho, arandela simple y tuerca

## Despiece de la unión panel-ángulo y viga



### Planta

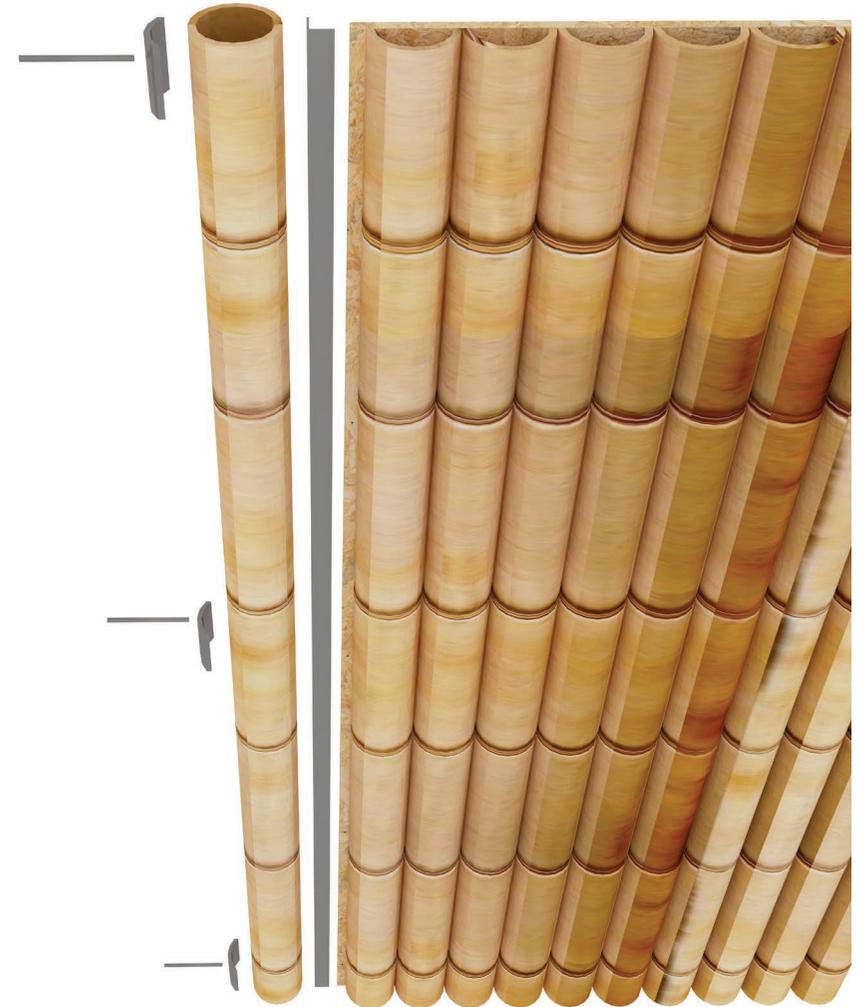


### SIMBOLOGIA

#### Despiece

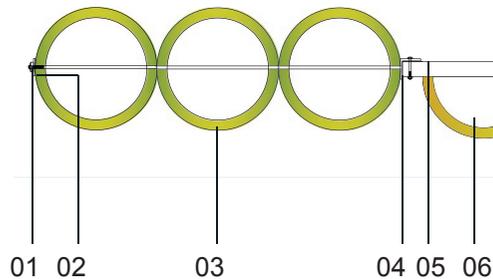
- 01 Pernos de sujeción de acero inoxidable entre el panel tipo y el ángulo, arandela de caucho, arandela simple y tuerca
- 02 Placa circular de acero inoxidable  $\Theta=12\text{cm}$   $e=2\text{mm}$
- 03 Columna caña Guadúa y Osb  $\Theta=12\text{cm}$
- 04 Angulo de acero  $20\times 20\text{mm}$   $e=3\text{mm}$
- 05 Tornillo sujeción entre el tablero y la caña Guadúa
- 06 Panel Tipo 1/2 caña guadúa y Osb

### Perspectiva



## Unión del panel tipo con la columna tipo C2

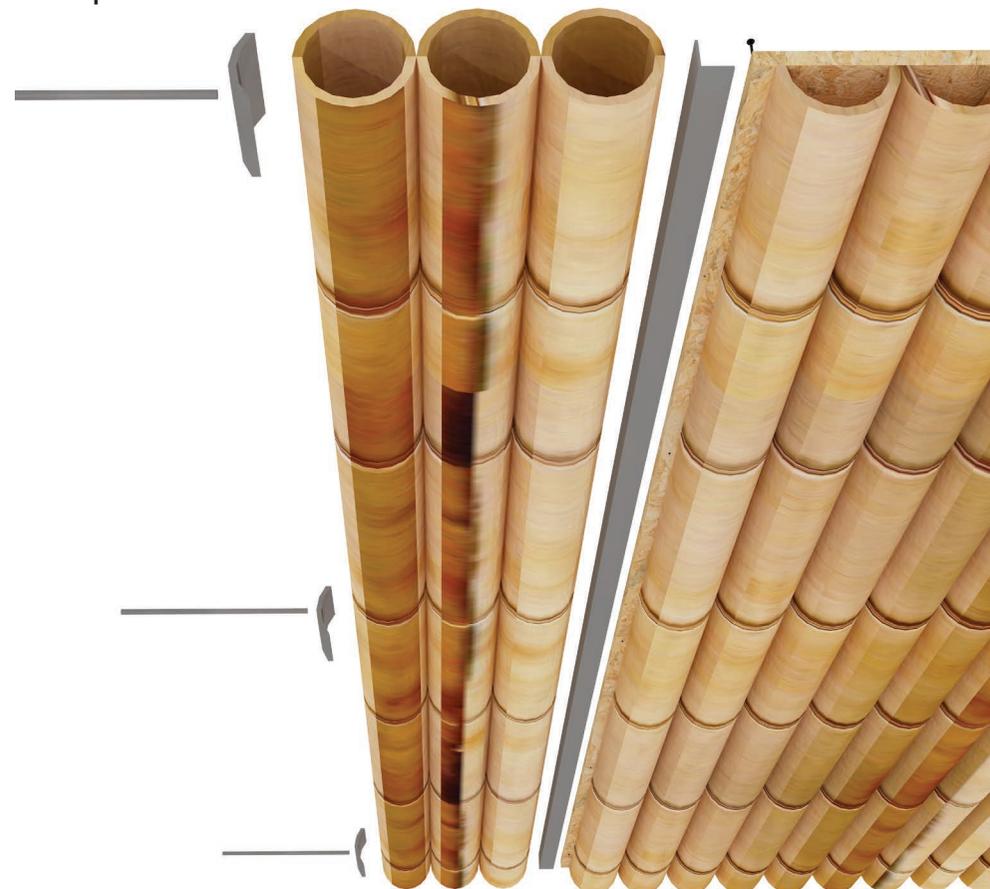
Planta



Planta



Perspectiva



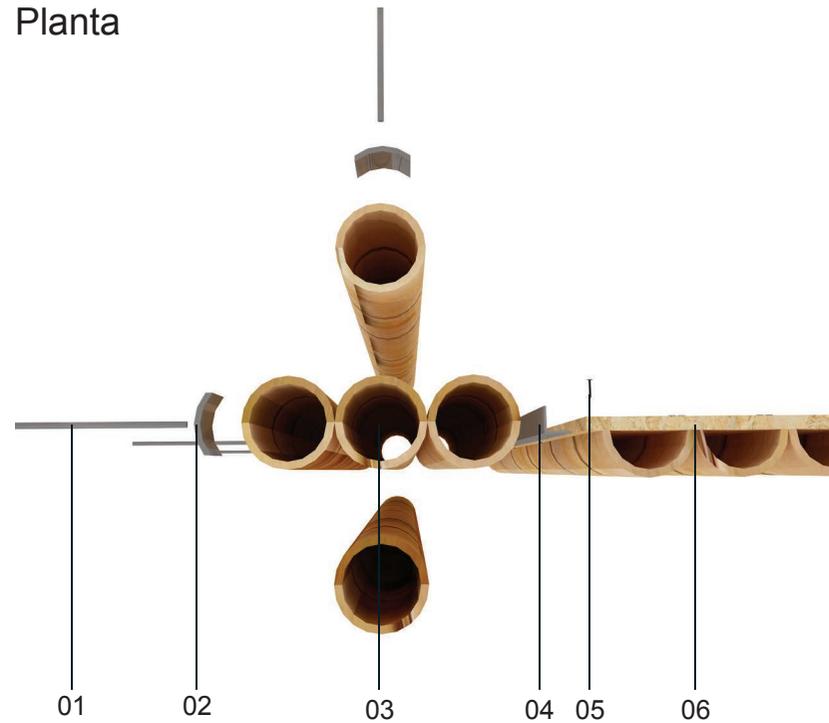
### SIMBOLOGIA

- 01 Pernos de sujeción de acero inoxidable entre el panel tipo y el ángulo, arandela de caucho, arandela simple y tuerca
- 02 Placa circular de acero inoxidable  $\Theta=12\text{cm}$   $e=2\text{mm}$
- 03 Columna Tipo C2 caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$   
3 cañas unidas mediante un perno de sujeción de 3/8" de acero inoxidable
- 04 Ángulo de acero 20x20mm  $e=3\text{mm}$
- 05 Tornillo sujeción entre el tablero y la caña Guadúa
- 06 Panel Tipo 1/2 caña guadúa y Osb



## Unión panel tipo con columna tipo C1

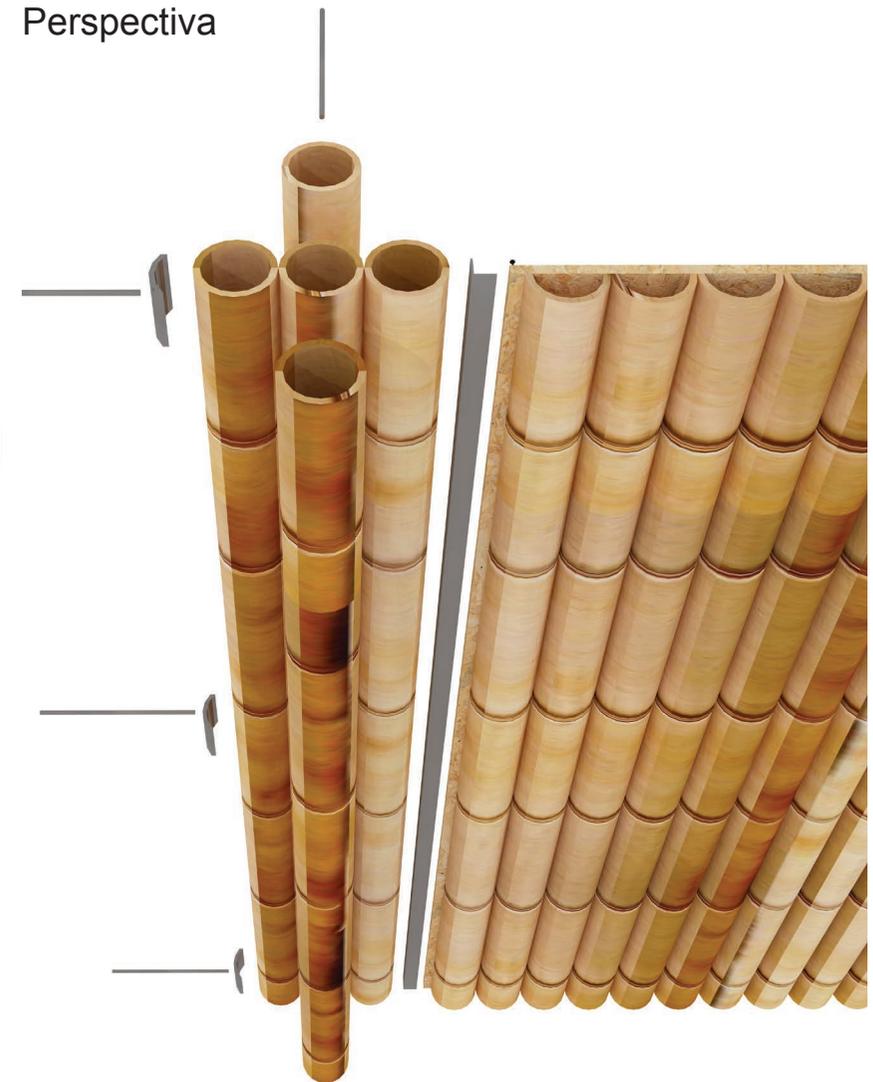
Planta



### SIMBOLOGIA

- 01 Pernos de sujeción de acero inoxidable entre el panel tipo y el ángulo, arandela de caucho, arandela simple y tuerca
- 02 Placa circular de acero inoxidable  $\Theta=12\text{cm}$   $e=2\text{mm}$
- 03 Columna Tipo C1 caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$  5 cañas unidas mediante un perno de sujeción de 3/8" de acero inoxidable
- 04 Ángulo de acero 20x20mm  $e=3\text{mm}$
- 05 Tornillo sujeción entre el tablero y la caña Guadúa
- 06 Panel Tipo 1/2 caña guadúa y Osb

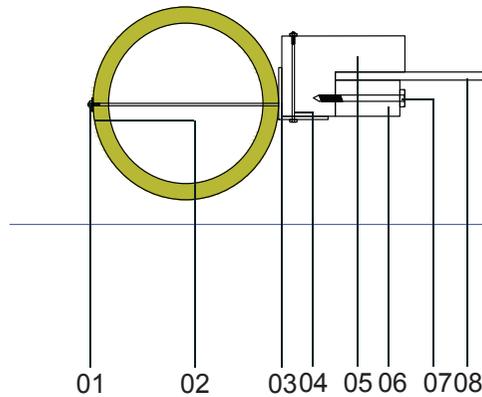
Perspectiva



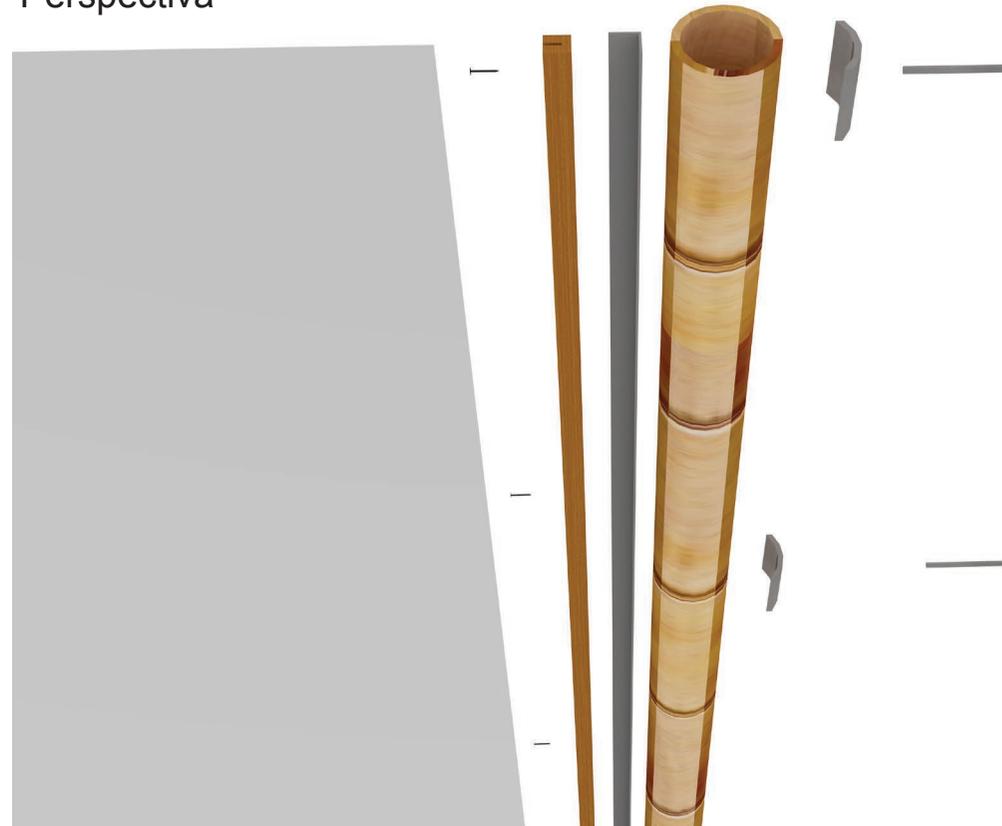


## Unión panel de vidrio con columna

### Planta



### Perspectiva

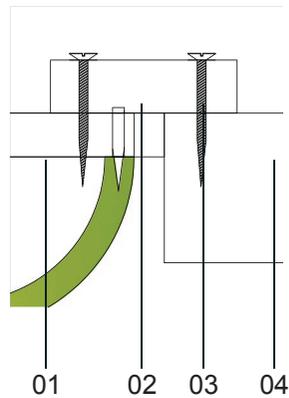


### SIMBOLOGIA

- 01 Pernos de sujeción de acero inoxidable entre el panel tipo y el ángulo, arandela de caucho, arandela simple y tuerca
- 02 Placa circular de acero inoxidable  $\Theta=12\text{cm}$   $e=2\text{mm}$
- 03 Angulo de acero 20x20mm  $e=3\text{mm}$
- 04 Perno de sujeción entre la pieza de madera y el ángulo de acero
- 05 Pieza de madera, estructura de ventana
- 06 Pieza de madera
- 07 Tornillo de unión entre las dos piezas de madera
- 08 Vidrio templado 8mm



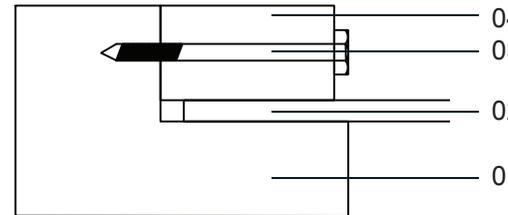
## Unión entre panel y la ventana



### SIMBOLOGIA

- 01 Panel Tipo caña Guadúa  
Ø=12cm y tablero osb  
1,22x2,44cm e=18mm
- 02 Pieza de madera sujeta con  
tornillos
- 03 Tornillos de sujeción
- 04 Estructura de ventana

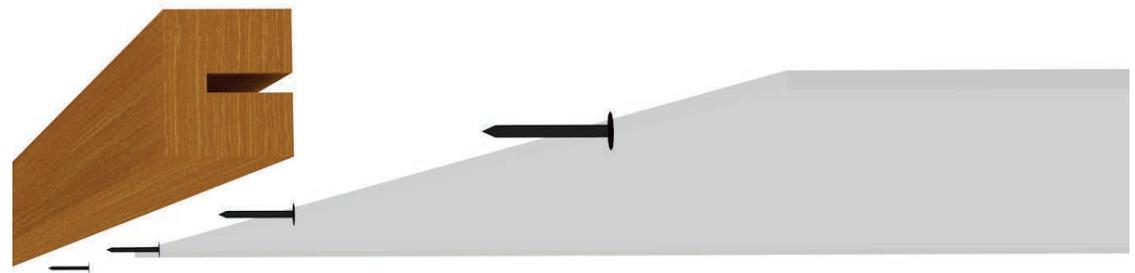
## Planta



### SIMBOLOGIA

- 01 Pieza de madera de 6x6cm  
e=4cm
- 02 Vidrio templado de 4mm
- 03 Tornillos de sujeción de madera  
3"
- 04 Pieza de madera

## Perspectiva

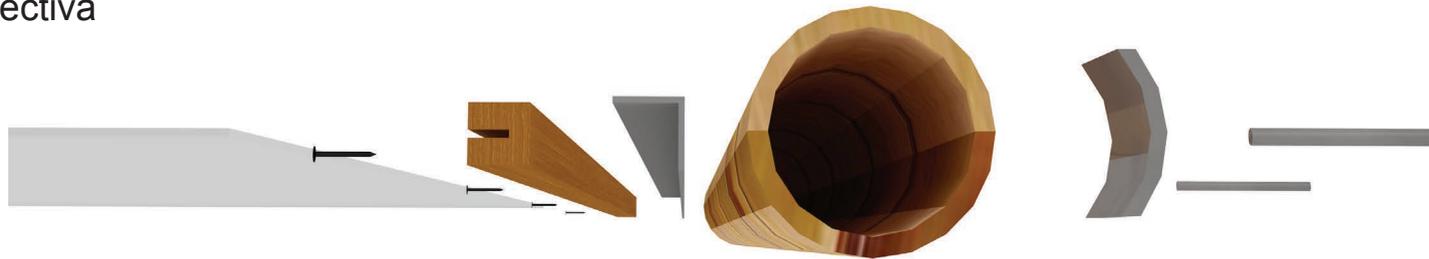


## Estructura de ventana

### Planta



### Perspectiva



### SIMBOLOGIA

- 01 Pieza de madera de 6x6cm e=4cm
- 02 Tornillos de sujeción de madera 3"
- 03 Vidrio templado de 4mm
- 04 Angulo de acero 20x20mm e=3mm
- 05 Pernos de sujeción de acero inoxidable, varilla roscada  $\Theta=12\text{mm}$  soldado al ángulo
- 06 Columna caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$
- 07 Placa circular de acero inoxidable  $\Theta=12\text{cm}$  e=2mm



## Estructura de Cubierta - Cercha

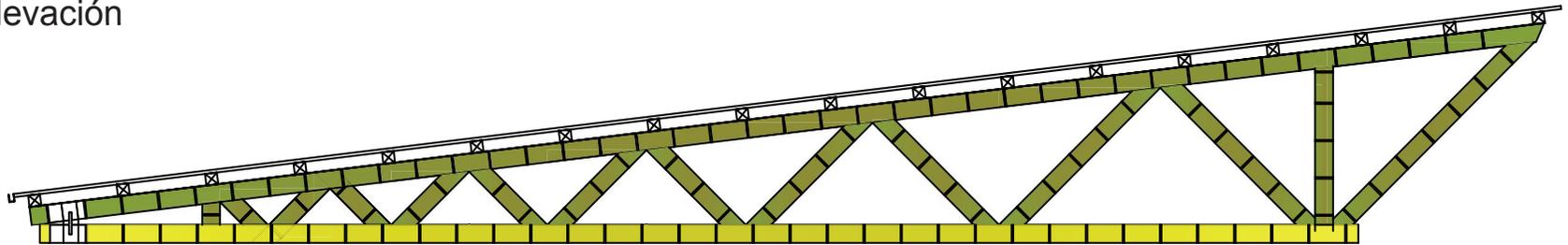
Se utiliza 4 cerchas para el proyecto de vivienda mínima

Caña Guadúa de 12cm de diámetro

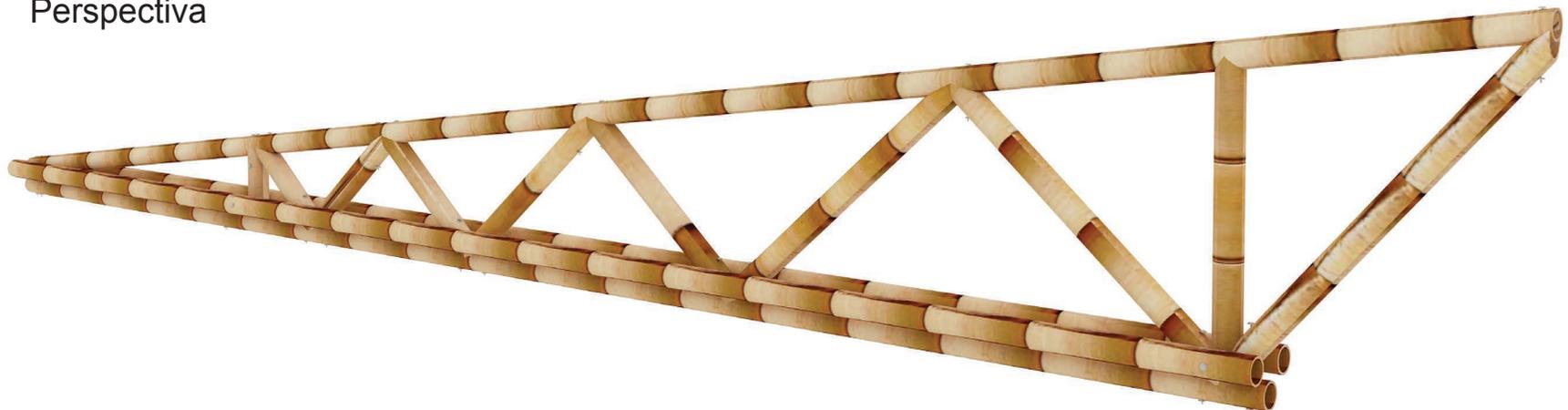
Uniones empernadas entre vigas principal y las diagonales

Unión empernada entre el montante y la viga superior

Elevación

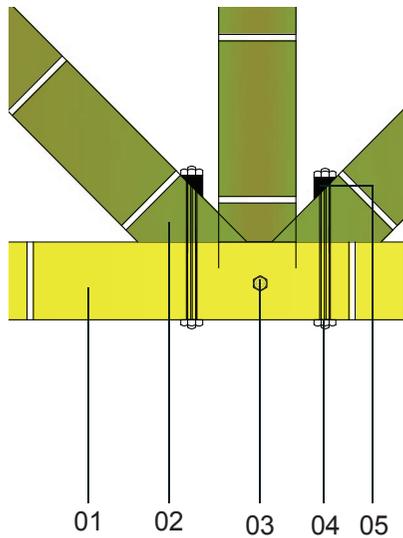


Perspectiva



## Uniones de la cercha

Elevación



Perspectiva

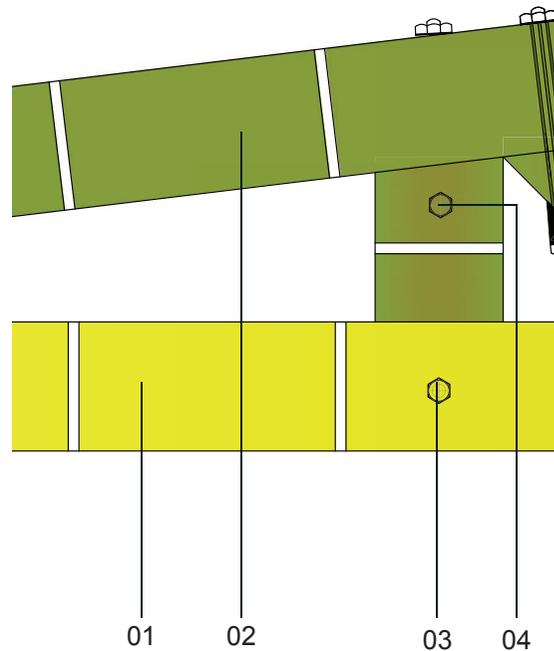


### SIMBOLOGIA

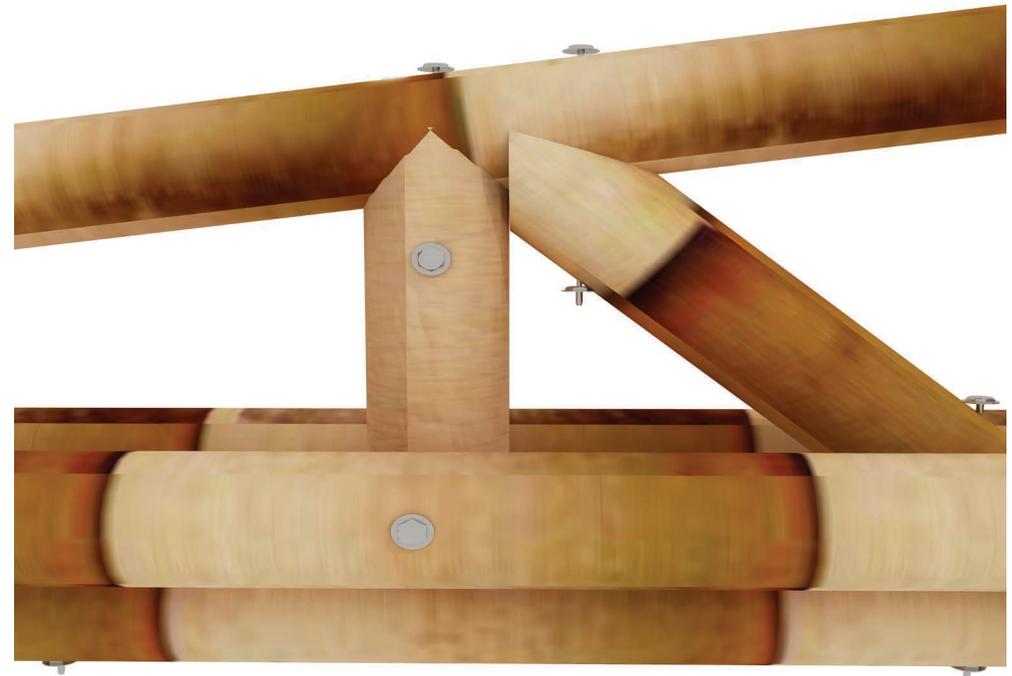
- 01 Viga superior caña Guadúa  
 $\varnothing=12\text{cm}$
- 02 Diagonal de caña Guadúa  
 $\varnothing=12\text{cm}$
- 03 Pernos de anclaje de acero  
inoxidable 3/8" en el montante  
de la cercha
- 04 Pernos de anclaje de acero  
inoxidable 3/8"
- 05 Arandela de caucho para el

## Uniones de la cercha

Elevación



Perspectiva



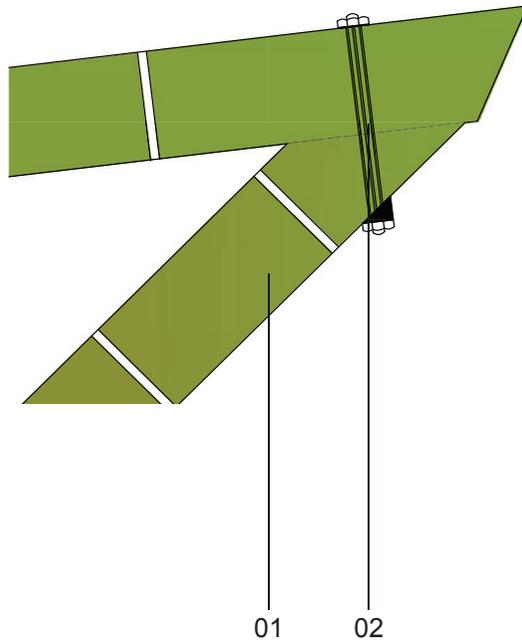
### SIMBOLOGIA

- 01 Viga superior caña Guadúa  
 $\Theta=12\text{cm}$
- 02 caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$
- 03 Pernos de anclaje de acero  
inoxidable 3/8"
- 04 Pernos de anclaje de acero  
inoxidable 3/8" en el montante  
de las vigas principales
- 05 Arandela de caucho para el  
perno de sujeción



## Uniones de la cercha

Elevación



### SIMBOLOGIA

- 01 Diagonal de caña Guadúa  
 $\varnothing=12\text{cm}$
- 02 Pernos de anclaje de acero  
inoxidable 3/8"

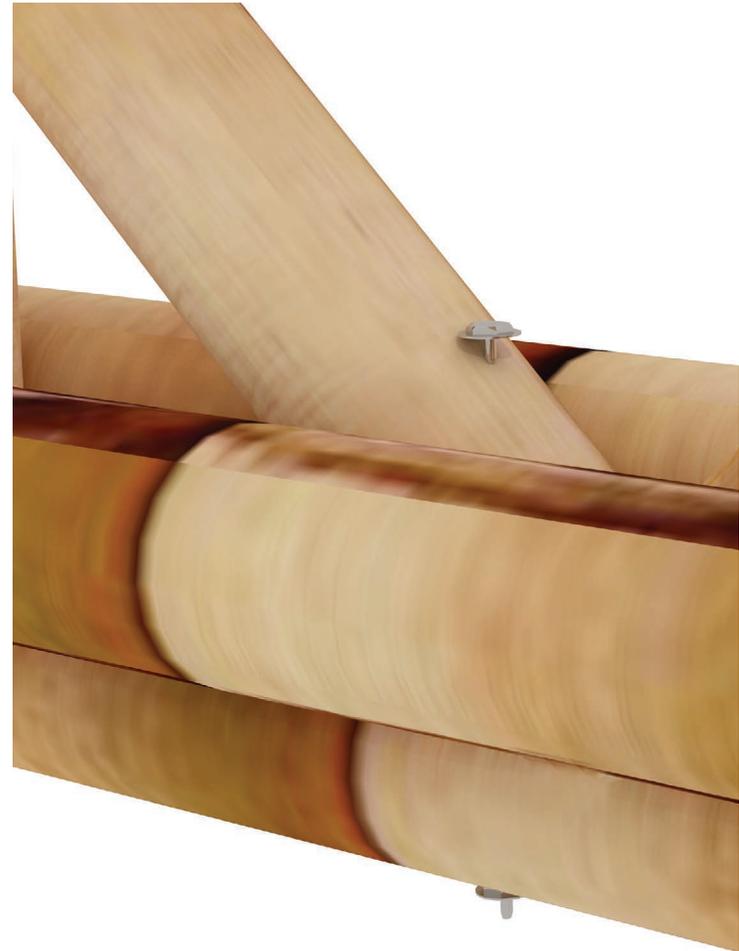
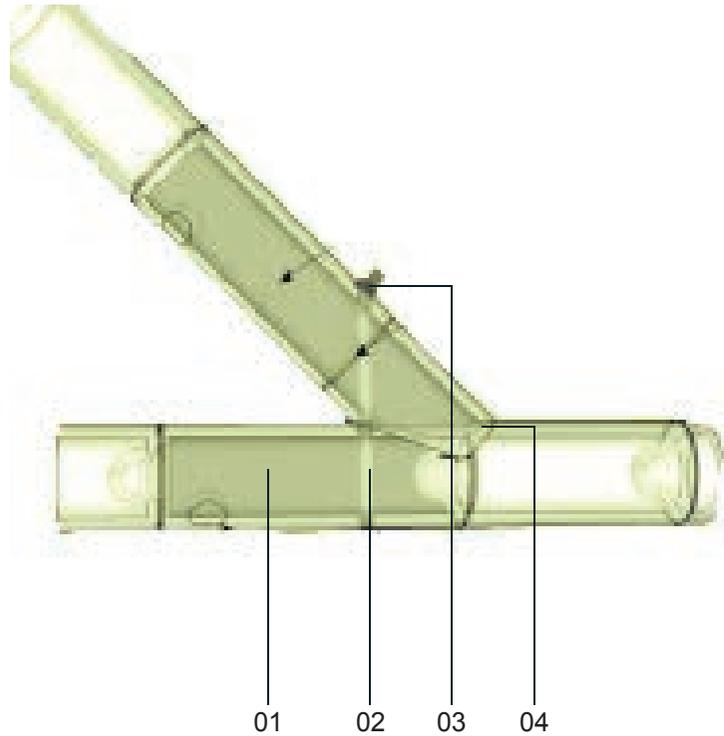
Perspectiva



## Uniones de la cercha

Elevación

Perspectiva



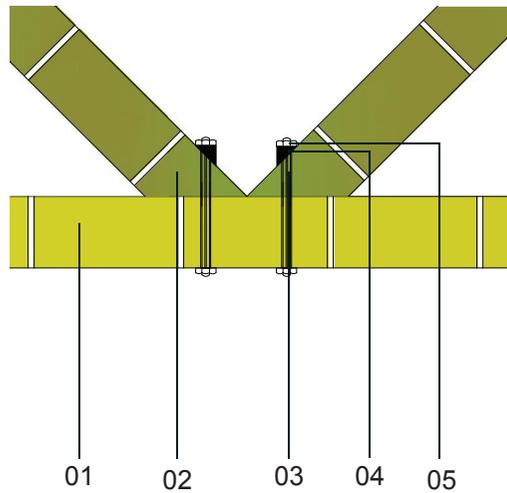
### SIMBOLOGIA

- 01 Viga superior caña Guadúa  
 $\Theta=12\text{cm}$
- 02 Perno tensor de anclaje de  
acero inoxidable 3/8"
- 03 Arandela de caucho para el  
perno de sujeción y tuerca
- 04 Unión pico de flauta entre la  
diagonal y la viga principal  
caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$



## Uniones de la cercha

### Elevación



### Perspectiva



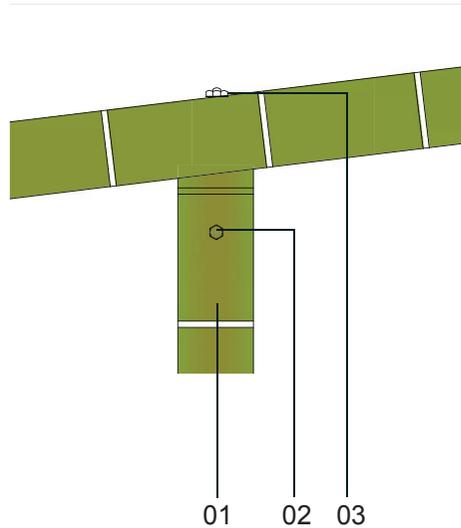
### SIMBOLOGIA

- 01 Viga superior caña Guadúa  
 $\varnothing=12\text{cm}$
- 02 Diagonal de caña Guadúa  
 $\varnothing=12\text{cm}$
- 03 Pernos de anclaje de acero  
inoxidable 3/8"
- 04 Arandela de caucho para el  
perno de sujeción
- 05 Tuerca



## Uniones de la cercha

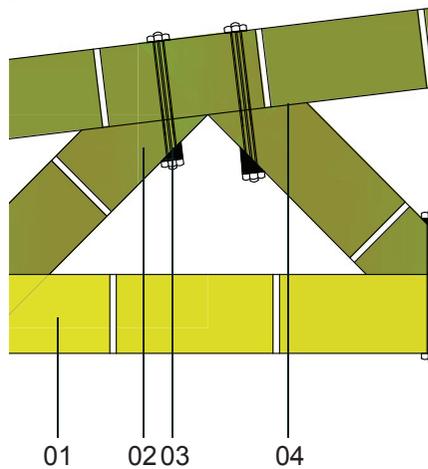
### Elevación



#### SIMBOLOGIA

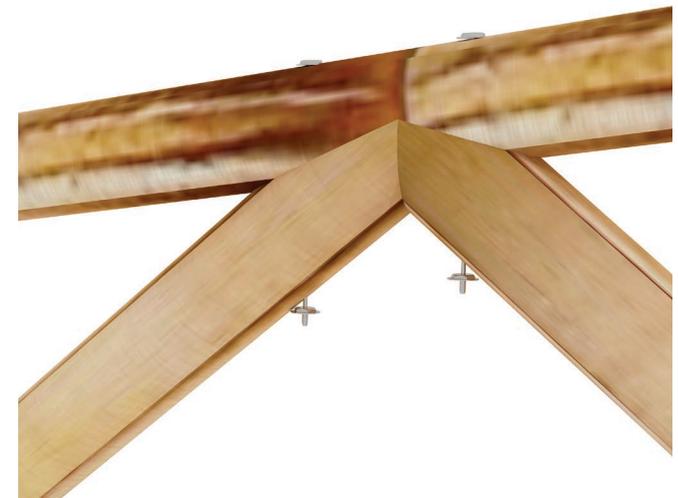
- 01 Montante caña Guadúa  
 $\Theta=12\text{cm}$
- 02 Perno tensor de anclaje de  
acero inoxidable 3/8"  
varilla roscada  $\Theta=12\text{mm}$
- 03 Arandela de caucho para el  
perno de sujeción y tuerca

### Perspectiva



#### SIMBOLOGIA

- 01 Viga superior caña Guadúa  
 $\Theta=12\text{cm}$
- 02 Diagonal caña Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$
- 03 Pernos de anclaje de acero  
inoxidable 3/8" con arandela de  
caucho y tuerca
- 05 Unión pico de flauta



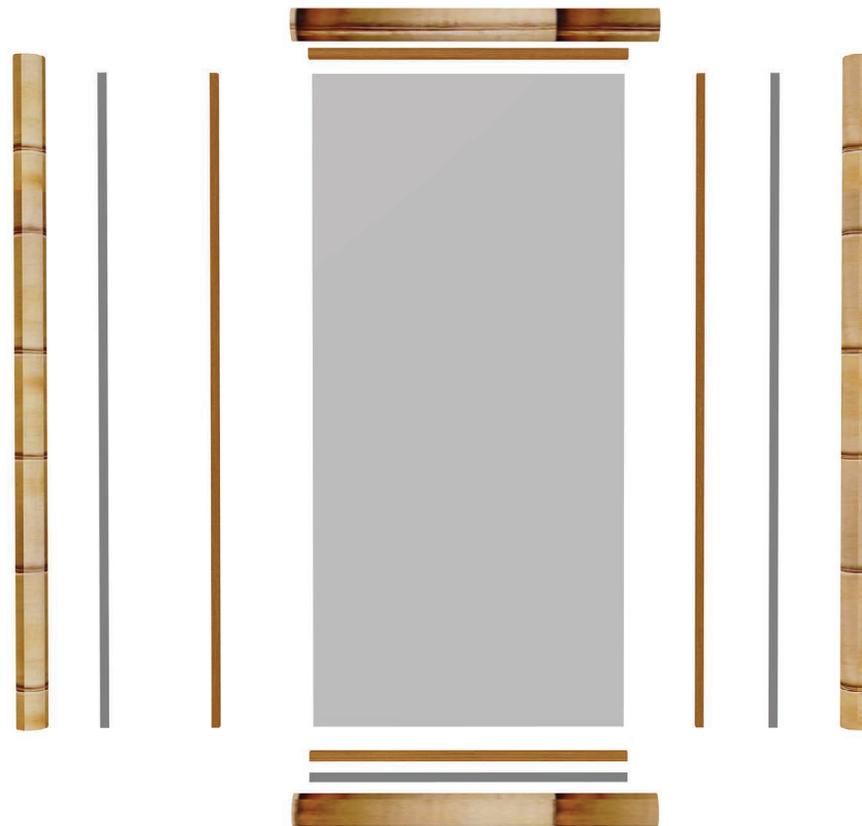


## Estructura de puerta



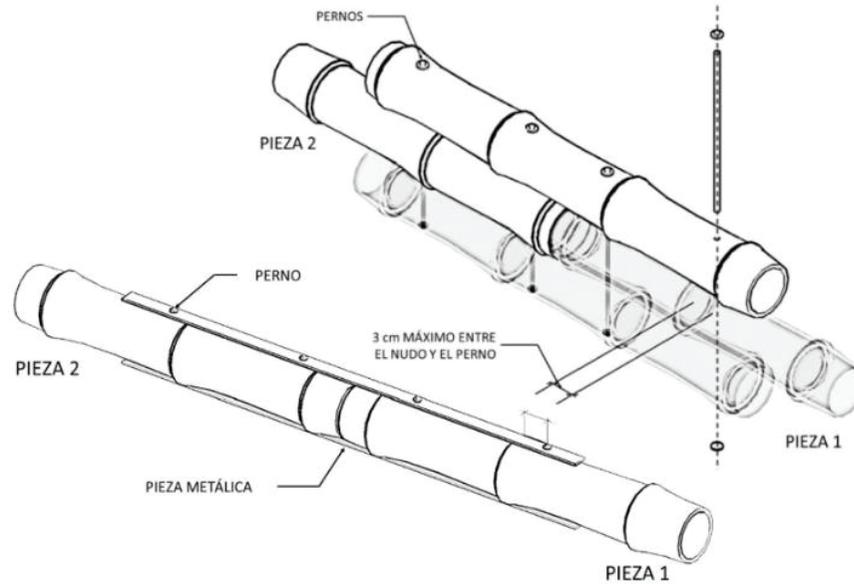
## Estructura de ventana

Se utiliza vidrio templado de 4mm  
La estructura son piezas de madera de 6x6cm

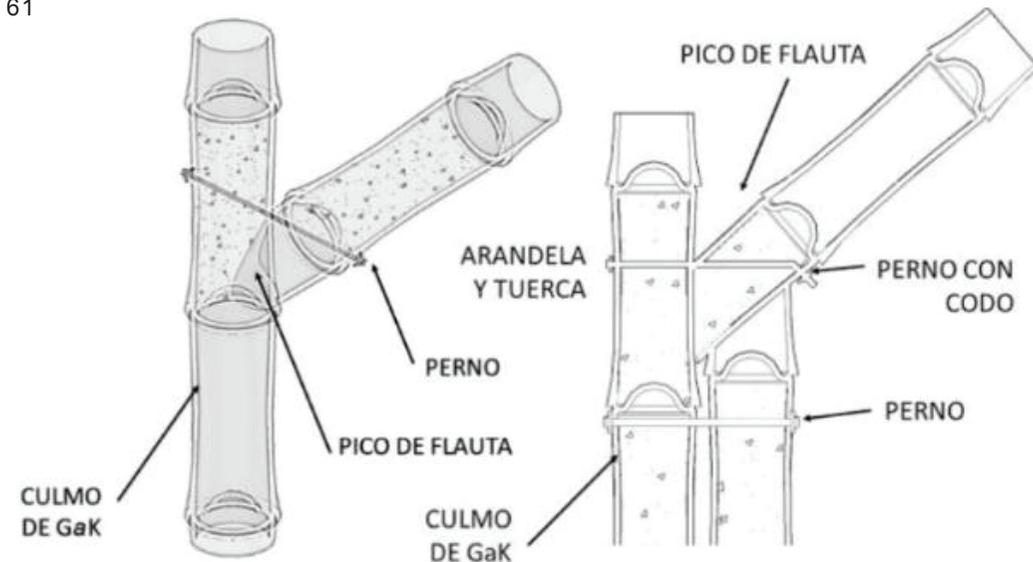


## Uniones

Imagen. Uniones longitudinales y diagonales



Fuente. Recuperado de "NEC-SE-GUADÚA", 2016. P, 61

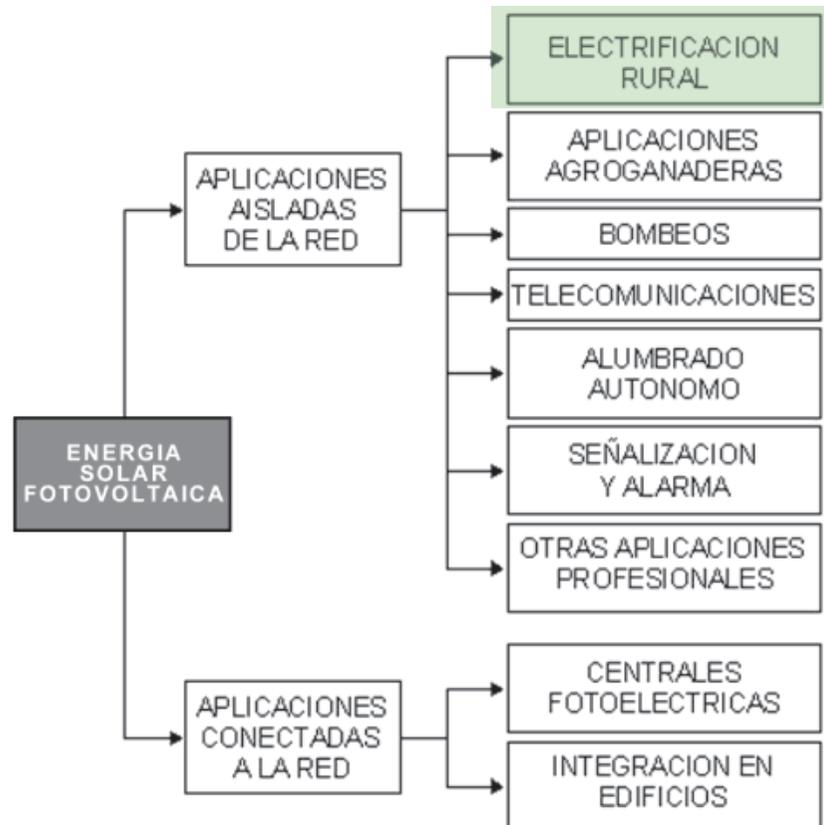


Fuente. Recuperado de "NEC-SE-GUADÚA", 2016. P, 61



# Instalaciones Eléctricas

## Paneles Solares



Las alternativas de abastecimiento de energía eléctrica puede ser por medio de energía solar, es decir, que los paneles estén colocados de forma fija a la cubierta de la vivienda; Otra opción es la red pública, utilizando el cableado eléctrico público y por último por combustión, por medio de un generador eléctrico de combustión a diésel.

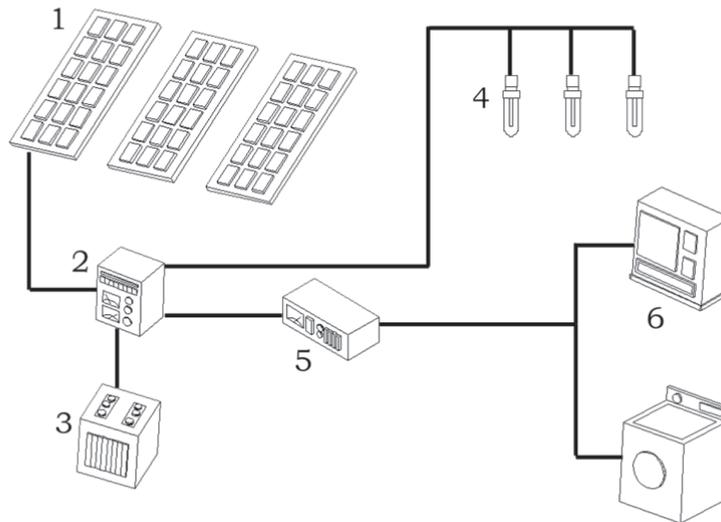
Los paneles solares es la opción mas viable para familias que encuentran el confort en zonas rurales o en la periferia de la urbe.

Las baterías del sistema de energía eléctrica propuesta se colocarán en la parte superior del baño.



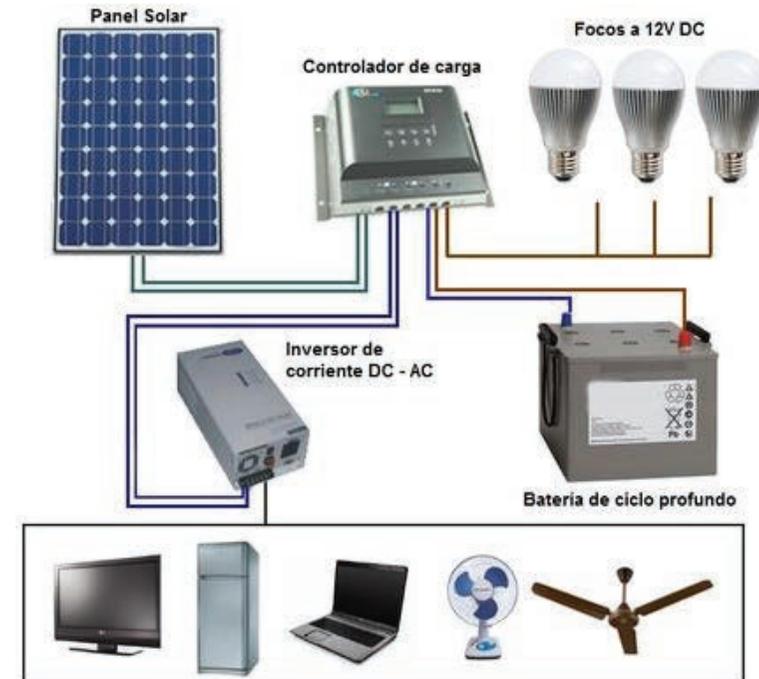
## Perspectiva del sistema de energía eléctrica

La energía eléctrica es recibida por el inversor cargador y el regulador de carga, el cual se encarga de almacenar la energía en las baterías y así distribuir al tablero general y a cada uno de los puntos eléctricos de la vivienda.



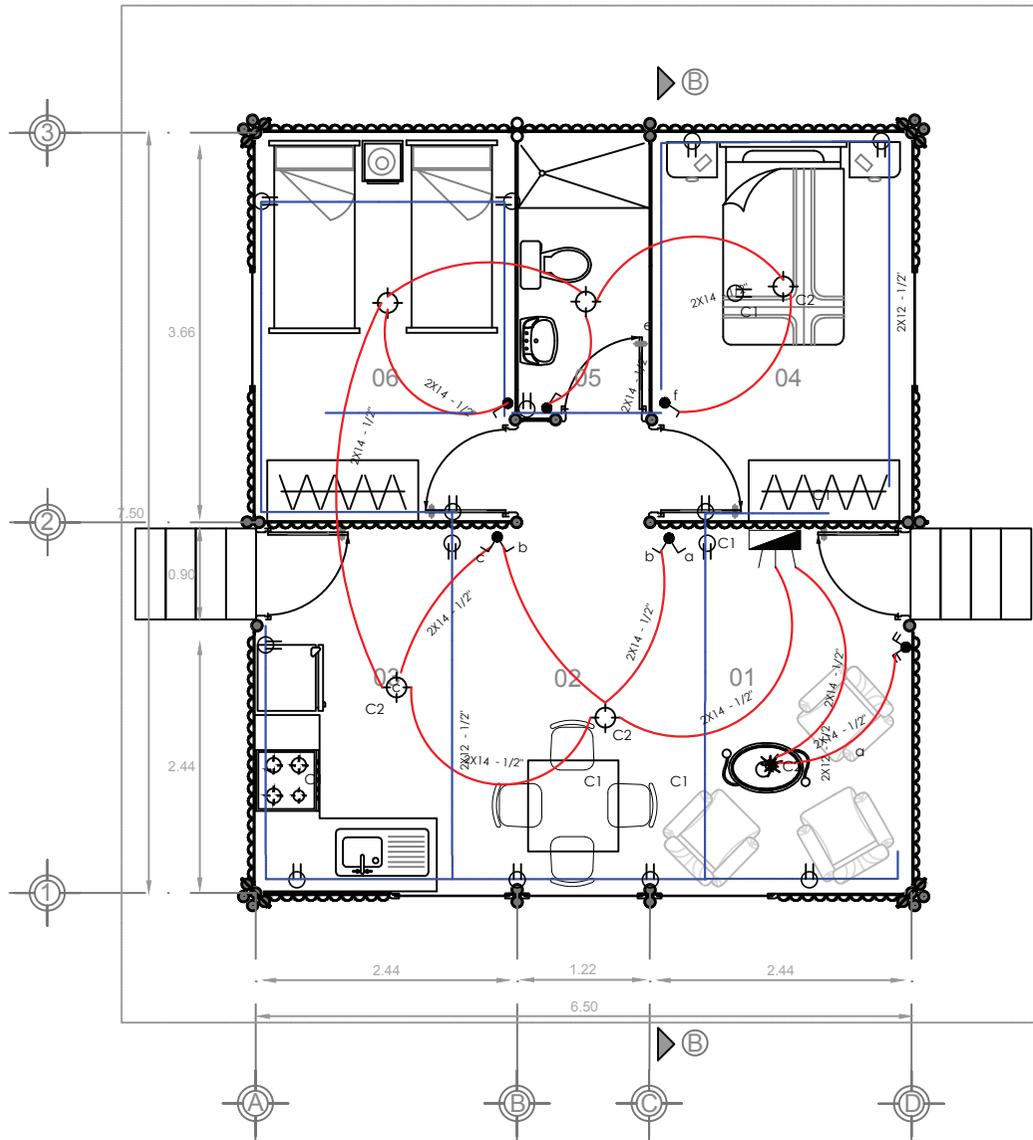
### SIMBOLOGIA

- 01 Módulos fotovoltaicos
- 02 Regulador
- 03 Acumulador
- 04 Consumo en corriente continua
- 05 Inversor
- 06 Consumo en corriente alterna





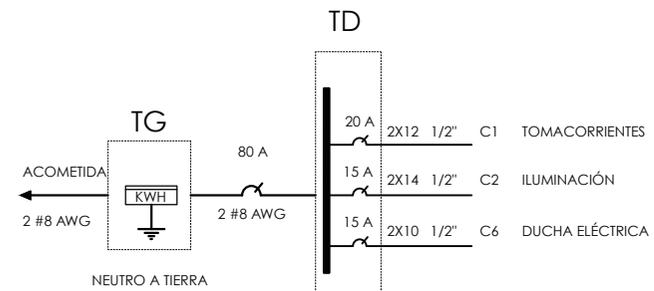
## Planta de Instalaciones Eléctricas



### SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA

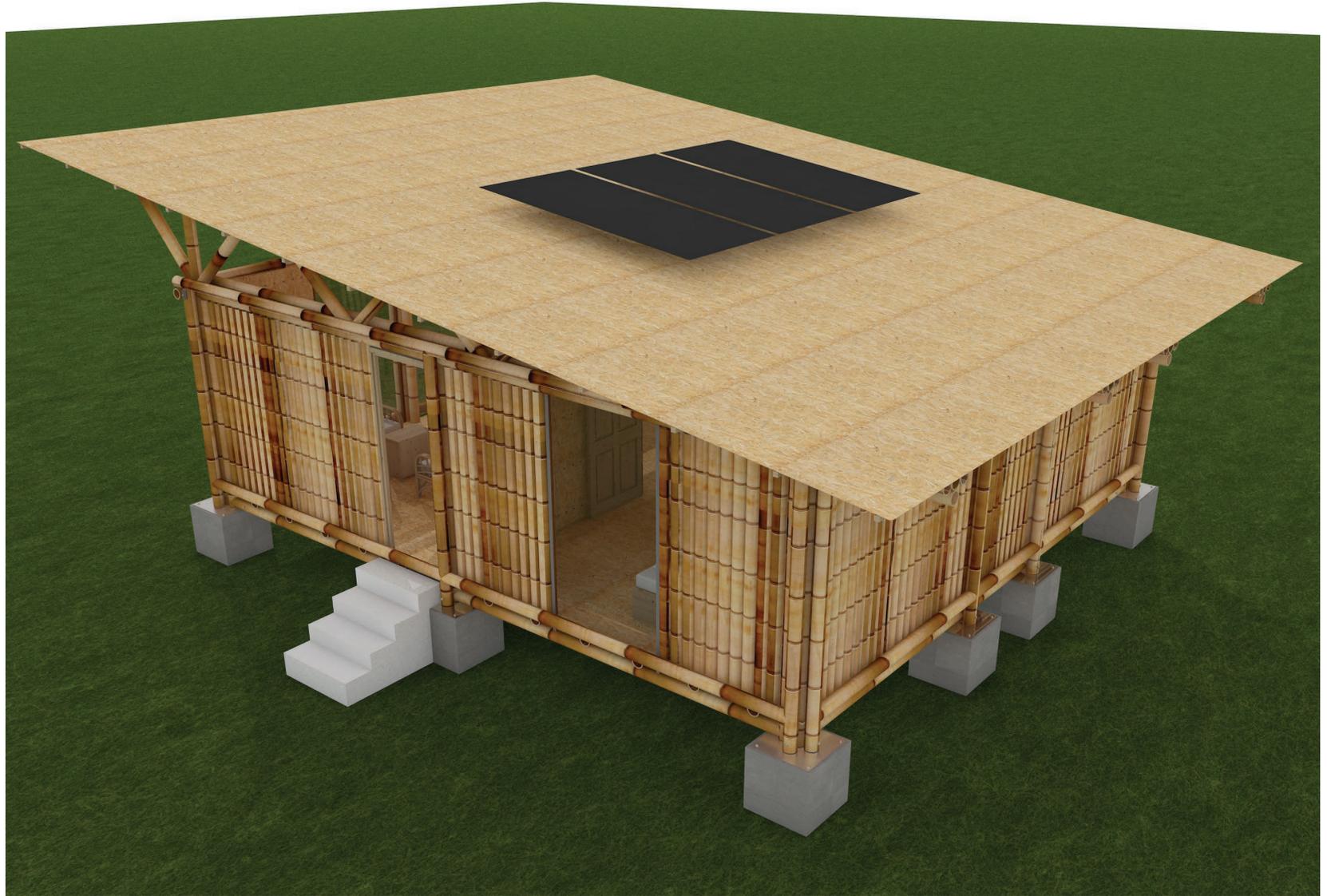
- TG TABLERO GENERAL
- MEDIDOR
- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
- LUMINARIA DE 100W
- INTERRUPTOR SIMPLE
- CONMUTADOR SIMPLE
- CONMUTADOR DOBLE
- TOMACORRIENTE
- DUCHA ELÉCTRICA
- LÍNEA DE ALUMBRADO
- LÍNEA DE FUERZA

CUADRO DE POTENCIAS				
ACOMETIDA 2X8AWG DIAM. 3/4"				
CIRCUITO	NÚMERO	POTENCIA	PROTECC.	TUBERÍA
TOMACORRIENTES	C1	2000W	20 A	2X12 AWG 1/2"
TOMACORRIENTES	C2	800W	20 A	2X12 AWG 1/2"
TOMACORRIENTES	C3	1600W	20 A	2X12 AWG 1/2"
ILUMINACIÓN	C4	1200W	15 A	2X14 AWG 1/2"
ILUMINACIÓN	C5	1200W	15 A	2X14 AWG 1/2"
DUCHA ELÉCTRICA	C6	1500W	15 A	2X10AWG 1/2"
DUCHA ELÉCTRICA	C7	1500W	15 A	2X10AWG 1/2"
POTENCIA TOTAL		8800W		





## Paneles Solares



## Estrategias pasivas de confort

### Ventilación



## Estructura de Cubierta

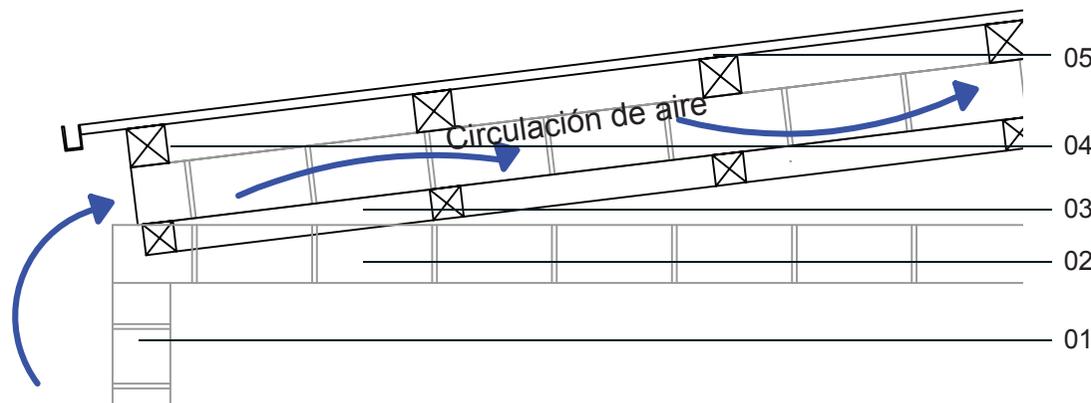
### Cubierta ventilada

Dado que el problema del recalentamiento de la cubierta y el posterior sobrecalentamiento de la planta bajo ella es debido a la absorción de la radiación solar, si no se puede evitar con el color o con el empleo de materiales reflectantes se recurre a la ventilación, de tal modo que el calor absorbido por la capa exterior se elimine con la ventilación y cree una cubierta interior sombreada.

De esta manera si la cubierta se ventila suficientemente, el calor generado en su interior, al absorber el elemento de

cobertura (Zinc) la radiación solar se diluye con el aire exterior alcanzándose en la cámara una temperatura similar a la del ambiente exterior. Para que esto sea posible son necesarios unos caudales de aire suficientes y, por tanto, unos huecos de ventilación amplios. También se puede incorporar material aislante entre el panel y el material de la cubierta.

Por otra parte los voladizos de la cubierta protegen a la vivienda de la radiación solar directa.



#### SIMBOLOGIA

##### Cubierta ventilada

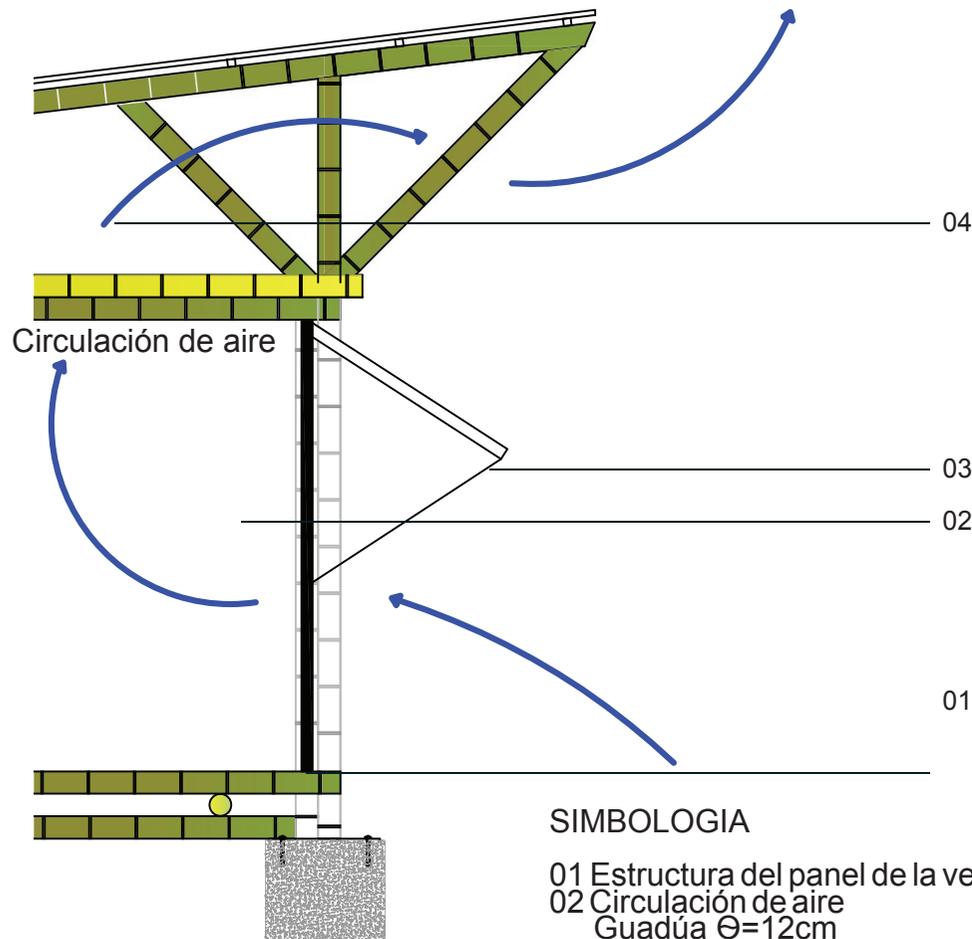
- 01 Estructura de columna
- 02 Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$
- 03 Estructura de cercha
- 04 Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$
- 05 Tableros de caña prensada 60x60cm
- 04 Tiras de madera de 8x8cm
- 05 Cubierta Zinc



# Fachada ventilada

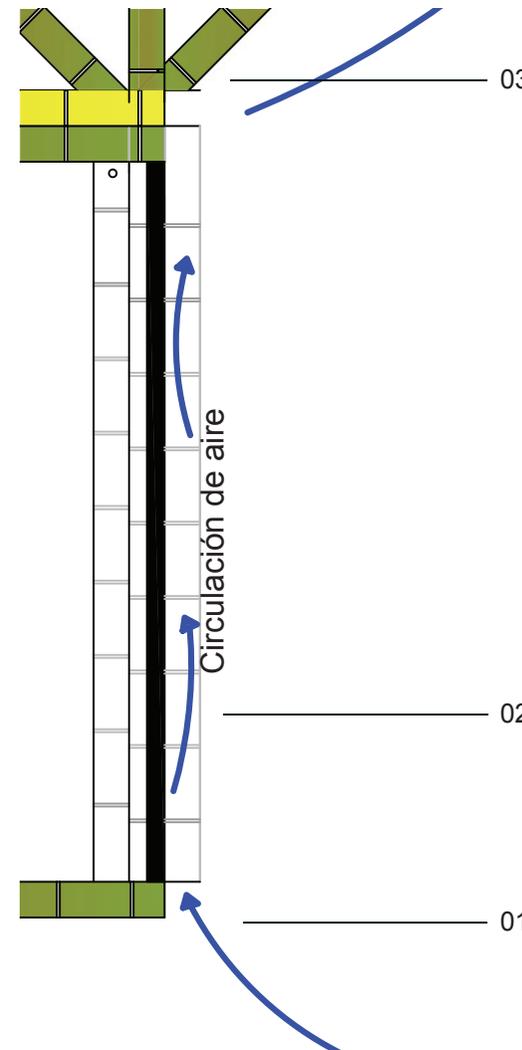
## Panel Tipo para ventana

En la fachada frontal el aire sale por la parte superior de las ventanas por convección natural y el efecto chimenea.



- SIMBOLOGIA**
- 01 Estructura del panel de la ventana
  - 02 Circulación de aire  
Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$
  - 03 Ventilada abatible  
Vidrio templado 8mm
  - 04 Circulación y salida del aire

## Panel Tipo



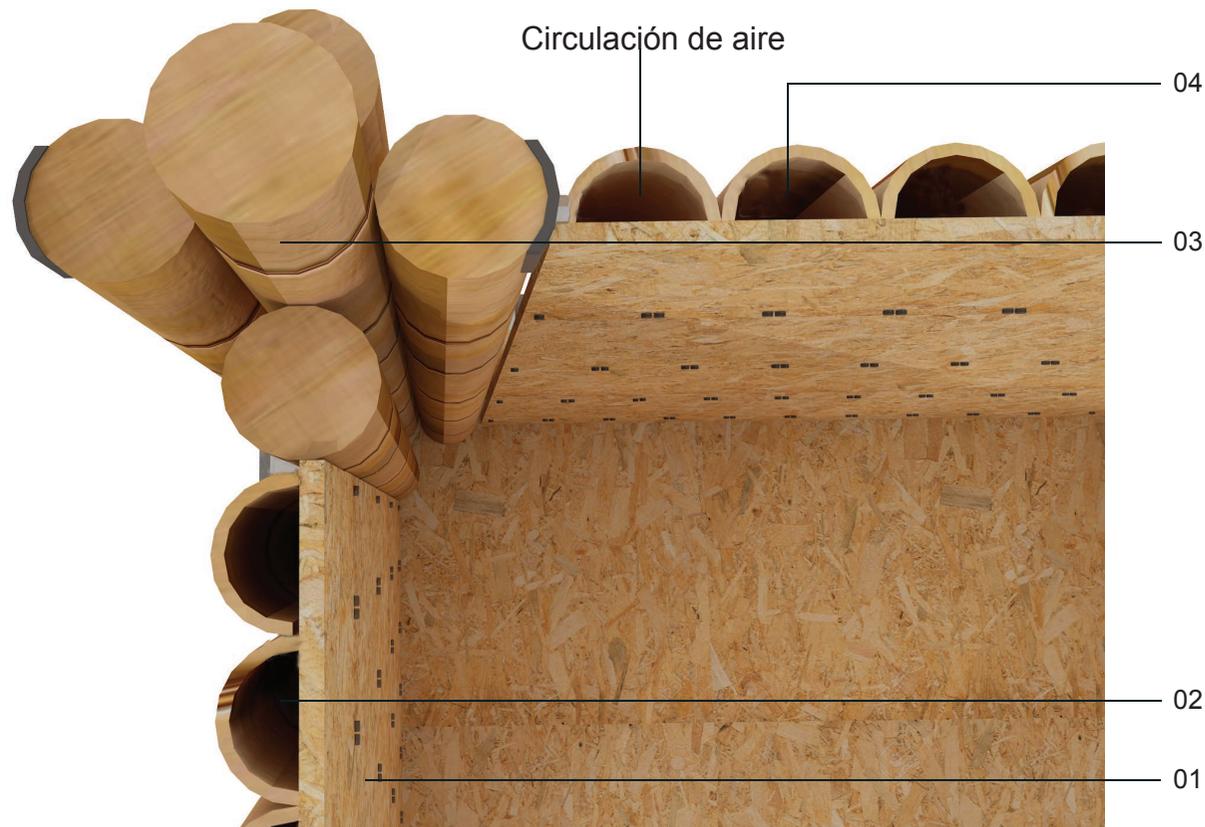
**SIMBOLOGIA**

- Fachada ventilada
- 01 Entrada de aire
  - 02 Cámara de aire del panel  
Guadúa  $\Theta=12\text{cm}$
  - 03 Salida de aire





## Aislamiento y Ventilación



### SIMBOLOGIA

Parte posterior de panel tipo

01 Panel Tipo Guadúa y Osb

02 Camara de aire

03 Columna Tipo C1

04 Camara de aire





# CAPITULO CUATRO

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES





El diseño del sistema constructivo prefabricado con guadúa fue concluido con los parámetros de construcción establecidos por la NEC-SE-GUADUA.

Con éste aporte en el Ecuador se puede contar con una alternativa de vivienda prefabricada que puede competir con propuestas convencionales de vivienda, inclusive ser un referente de viviendas mínimas, prefabricadas o viviendas emergentes a largo plazo.

La efectividad de uniones y anclajes en cada uno de los elementos estructurales garantizan la efectividad y resistencia de la estructura, las mismas que están dentro del uso de normativas ecuatorianas para llevar a cabo los procesos constructivos que certifican la circulación y construcción de la vivienda dentro del territorio.

Las innovaciones constructivas propuestas en éste sistema servirán como biblioteca en el diseño de nuevas estructuras con caña Guadúa, además de nuevas investigaciones que busquen mejorar las bondades productivas de este material y pongan en evidencia sus capacidades físicas y mecánicas.

El sistema constructivo prefabricado propuesto es la respuesta a la corriente arquitectónica de la prefabricación, que implementa las características de una vivienda convencional mínima, sin comprometer las comodidades y el confort para los usuarios.

El Área total es de aproximadamente 54m<sup>2</sup>, la composición familiar puede ser de hasta 5 miembros, además tiene la facilidad de adicionar espacios debido a la composición modular de paneles y elementos estructurales y la autonomía con la que cuenta el proyecto con respecto a la energía solar.

Datos del programa de la vivienda  
areas de cada uno de los espacios y explicar  
planta baja nivel 0.76m

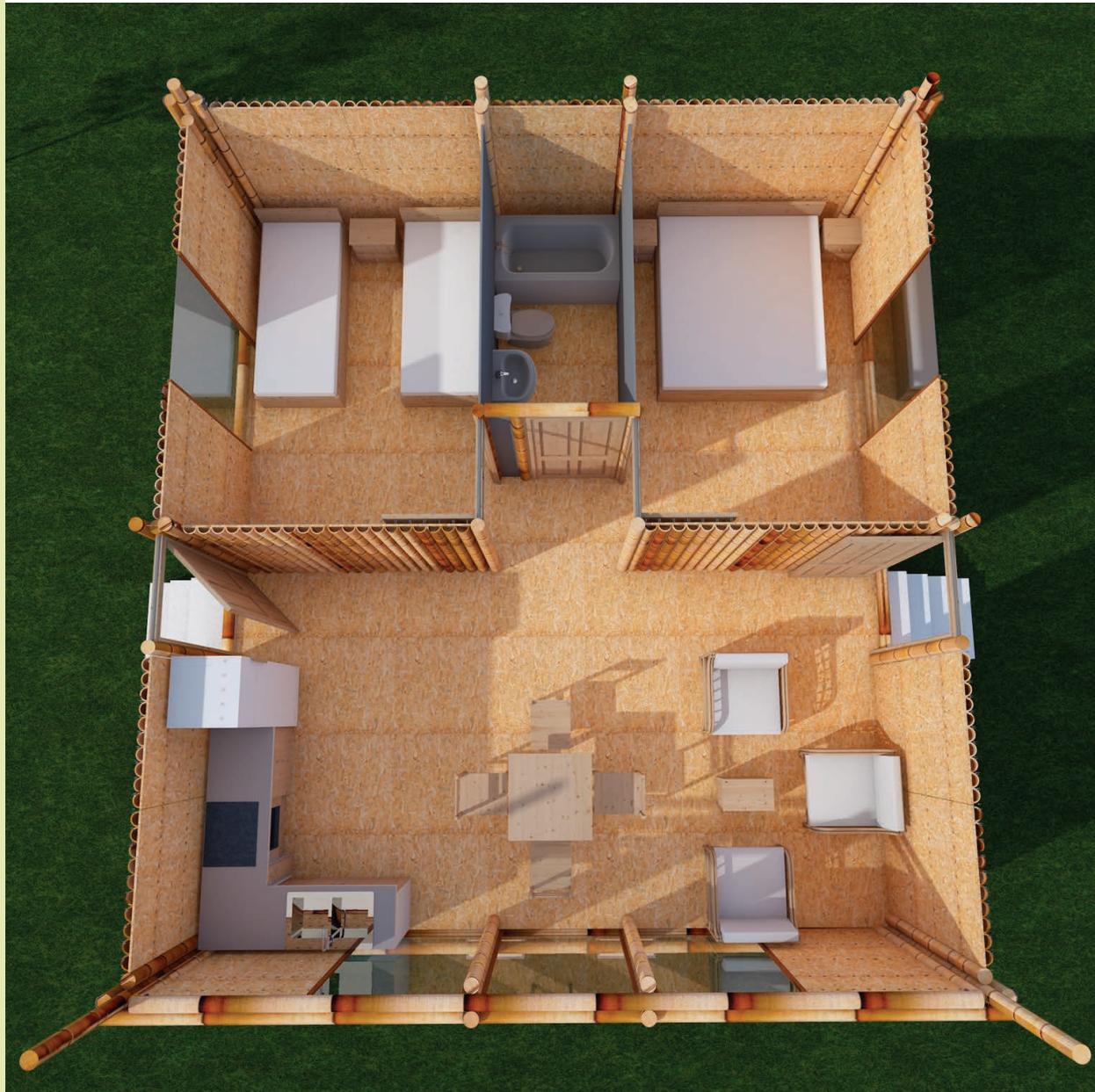
Sala - Comedor - Cocina - Baño

Dormitorio Principal

Dormitorio Hijos







### CARACTERISTICAS DE ESPACIO

Planta baja	
Superficie Total	44,75m <sup>2</sup>
Capacidad para	4 personas

#### 01 SALA

Longitud	2,44m
Anchura	3,70m
Altura	3,85m
<b>Superficie</b>	<b>9,02m<sup>2</sup></b>

#### 02 COMEDOR

Longitud	1,22m
Anchura	3,70m
Altura	3,85m
<b>Superficie</b>	<b>4,51m<sup>2</sup></b>

#### 03 COCINA

Longitud	2,44m
Anchura	3,70m
Altura	3,85m
<b>Superficie</b>	<b>9,02m<sup>2</sup></b>

#### 04 DORMITORIO PADRES

Longitud	2,44m
Anchura	3,90m
Altura	2,50m
<b>Superficie</b>	<b>9,60m<sup>2</sup></b>

#### 05 BAÑO

Longitud	1,22m
Anchura	2,44m
Altura	2,50m
<b>Superficie</b>	<b>2,98m<sup>2</sup></b>

#### 06 DORMITORIO HIJOS

Longitud	2,44m
Anchura	3,90m
Altura	2,50m
<b>Superficie</b>	<b>9,60m<sup>2</sup></b>

Basado en la norma Nec-se-Guadúa, pruebas y ensayos que respalden los tipos de uniones y ensambles se utilizan en la propuesta de la estructura de panel la unión empernada.

El panel tiene propiedades de aislamiento y ventilación debido al bloqueo de sol para el clima cálido por medio de la cámara de aire generada entre las medias cañas y el tablero osb; este espacio generado permite también acoplar las instalaciones ya que cuenta con un diámetro de 12cm.

Las conexiones perpendiculares y diagonales son mediante pernos, tuercas, arandelas y cauchos; la varilla roscada de 3/8" de acero inoxidable tiene la función de perno el cual atraviesa la viga (caña) de manera transversal y entre la arandela y la caña se colocó la arandela de caucho, el cual tiene la función de amortiguar para evitar el aplastamiento y la fricción entre el acero y la caña guadúa.

Para el montaje del panel tipo se utiliza pernos de sujeción entre el tablero osb y las vigas de cierre.





## Render Exterior 1





Render Interior 1  
Vista desde el acceso





## Render Exterior 2



KATHERINE ANABEL CRUZ NARANJO

Render Interior 2  
Vista desde la cocina





Render Interior 3  
Vista desde el dormitorio principal





## Render Interior 4 Vista desde el dormitorio de hijos





## Recomendaciones

Para el corte de cada uno de los elementos para la unión Boca de pescado que es la que se utiliza en la mayoría de uniones por no decir en su totalidad se debe tomar en cuenta que el corte se debe hacer a no más de 10cm entre el extremo y el último nudo de los culmos de la caña.

En la perforación de cada elemento se utiliza un taladro de pedestal para tener mayor precisión en las perforaciones, cada una de las perforaciones para el perno (varilla roscada) tiene que hacerse con una broca de madera de 3/8" en las cañas que de buen estado ya seleccionadas, sin grietas ni ralladuras según especifica la NEC-SE-GUADUA en el art. 5,7. Uniones entre piezas estructurales y que tenga en su longitud un diámetro constante de 12cm.

Para reforzar la estructura se puede colocar mortero de cemento y arena dentro de las cañas en donde se encuentran las conexiones, la desventaja de utilizar este mortero es que la fractura es más violenta ya que se fractura la caña debido al colapso del elemento.

Se puede utilizar un mortero de aserrín y pega blanca es menos violenta en el momento de colapso de la unión.

Las fallas estructurales se deben a las grietas y fracturas en los extremos de las cañas, por lo que se recomienda seleccionar cada uno de los culmos antes de empezar con la construcción de cada una de los elementos, piezas y partes.

Basado en la norma Nec-se-Guadúa, pruebas y ensayos que respalden los tipos de uniones y ensamblajes se utilizan en la propuesta de la estructura de panel la unión empernada.

Las conexiones perpendiculares y diagonales son mediante pernos, tuercas, arandelas y cauchos; la varilla roscada de 3/8" de acero inoxidable tiene la función de perno el cual atraviesa la viga (caña) de manera transversal y entre la arandela y la caña se colocó la arandela de caucho, el cual tiene la función de amortiguar para evitar el aplastamiento y la fricción entre el acero y la caña guadúa.

Para el montaje del panel tipo se utiliza pernos de sujeción entre el tablero osb y las vigas de cierre.





# BIBLIOGRAFIA





HIDALGO LÓPEZ, Oscar “Nuevas Técnicas de construcción con Bambú” Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1978.

LOPEZ, L.F.; CORREAL, J.F. (2013). Exploratory study of the glued laminated bamboo *Guadua angustifolia* as a structural material. *Maderas. Ciencia y tecnología* 2009; 11(3): 171-182.

NAVAS GUTIERREZ, ELVIRA (2011). Aplicaciones estructurales de la guadua (*Guadua angustifolia* kunth). Proyecto de estructura modular multifuncional en Colombia. Universidad Politécnica de Madrid.

CHARPENTIER SALAZAR, G. (2013). El bambú como material de construcción. *Boletín del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola bajo Ambientes Protegidos. ProNAP Año 7 no 39.* [http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/BoletinProNAP7\(39\).pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/BoletinProNAP7(39).pdf)

PEREZA, J. ENRIQUE (1997). El bambú como material de construcción. *AITIM. No185.*

AMERICAN BAMBOO SOCIETY. Bamboo Species Source List. Visto el 20 de Septiembre de 2017. <http://bamboo.org/BambooSourceList/index.php>

GUZMAN, DAVID (2005). Connections and slab for bamboo constructions. The 2005 World Sustainable Building Conference, Tokyo, 27-29 September 2005.

TRUJILLO, DAVID (2007). Bamboo Structures in Colombia;. *The Structural Engineer* 85(6),25-30. BHAVNA, SHARMA; GATOO, ANA; BLOCK, MAXIMILIAN; RAMAGE, MICHAEL (2014). Engineered bamboo for structural applications. *Construction and Building Materials. Vol 81 (2015).* pp 63-73.

CLAVER GUTIERREZ ALIAGA, SERGIO (2010). Uniones estructurales con bambú. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería de Perú. Moran Ubidia, Jorge. “Vocabulario de Arquitectura Campesina en el Litoral Ecuatoriano” Museo antropológico Bnaco Central del Ecuador y Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, 1987





Proyecto Ecomateriales para la construcción.  
Director Jorge Morán Ubidia. 2009-2011

MIGUEL CAMINO SOLORZANO “Evolución y características tipológicas de la vivienda en Manabí-Ecuador” Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña. Upc Barcelona 1999.

TERRADOS CEPEDA, FRANCISCO. Incursiones experimentales de vivienda prefabricada, Proyectos Arquitectónicos, 2011.

SERRANO, GÓMEZ, JUNCAL, PÉREZ, ZAMORA, VALENCIA, “Vivienda emergente y sustentable con sistemas estructurales de bambú”, Instituto tecnológico y de estudios superiores de Occidente, 2016

CAMINO SOLORZANO, MIGUEL, “Propuestas constructivas sostenibles. La caña guadua y los Btc de Terro-cemento como materiales de construcción. Tradición e investigación en nuevos productos”, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ULEAM.

MENESES, JOSÉ ANTONIO, CARRISOZA DAVID, ARROBA MARGARITA. “Jornadas internacionales de investigación en construcción: vivienda: pasado, presente y futuro; resúmenes y actas”. Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torrija”. Jornada de investigación. Madrid, 2013.

FERRERO, A. y GARGANTINI, D. (2005). El desafío de la institucionalización de la problemática del hábitat en riesgo dentro de la formación superior. En 1o Encuentro Internacional. 2o Encuentro Nacional de Educación Superior y Riesgos. Hábitat y Riesgos. El rol de las universidades. Caracas: CYTED – COMIR, Universidad Central de Venezuela.

Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres (2005). Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015, Recuperado de: [http:// www.comunidadandina.org/predecan/doc/ ext/hyogo.pdf](http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/ext/hyogo.pdf).

GORDILLO BEDOYA, F. (2004). Hábitat transitorio y vivienda para emergencias. Tábula Rasa, pp.145-166





El sistema constructivo prefabricado se presenta con la particularidad de que la propuesta está diseñada principalmente con caña Guadúa, Esta propuesta no pretende ser una solución a un problema habitacional o económico.

presenta una estructura modular conformadas por paneles tipo independientes que se unen entre sí para conformar la paredes exteriores e interiores.

Los detalles de uniones y anclajes que se proponen fueron realizados en base a las especificaciones y recomendaciones técnicas presenta la NEC-SE-GUADUA, para estructura en caña Guadúa en el Ecuador.

Una vez identificadas las características mecánicas de la Guadúa se identifican las uniones y elementos para poder garantizar la seguridad de anclajes frente a los diferentes esfuerzos a los que está sometida la estructura.

En comparación a las viviendas convencionales prefabricadas en el Ecuador:

El costo de la vivienda con respecto a la estructura como tal no es muy diferente que una vivienda convencional. Esto se debe al sistema constructivo de los paneles, los elementos estructurales y los paneles solares.

Al cambiar los tableros de guadúa por caña picada, conservando el doble recubrimiento y el aislamiento de poliestireno. Esto se debe a que el sistema constructivo incluye paneles solares en la cubierta y tanques de reserva de agua potable y aguas grises.



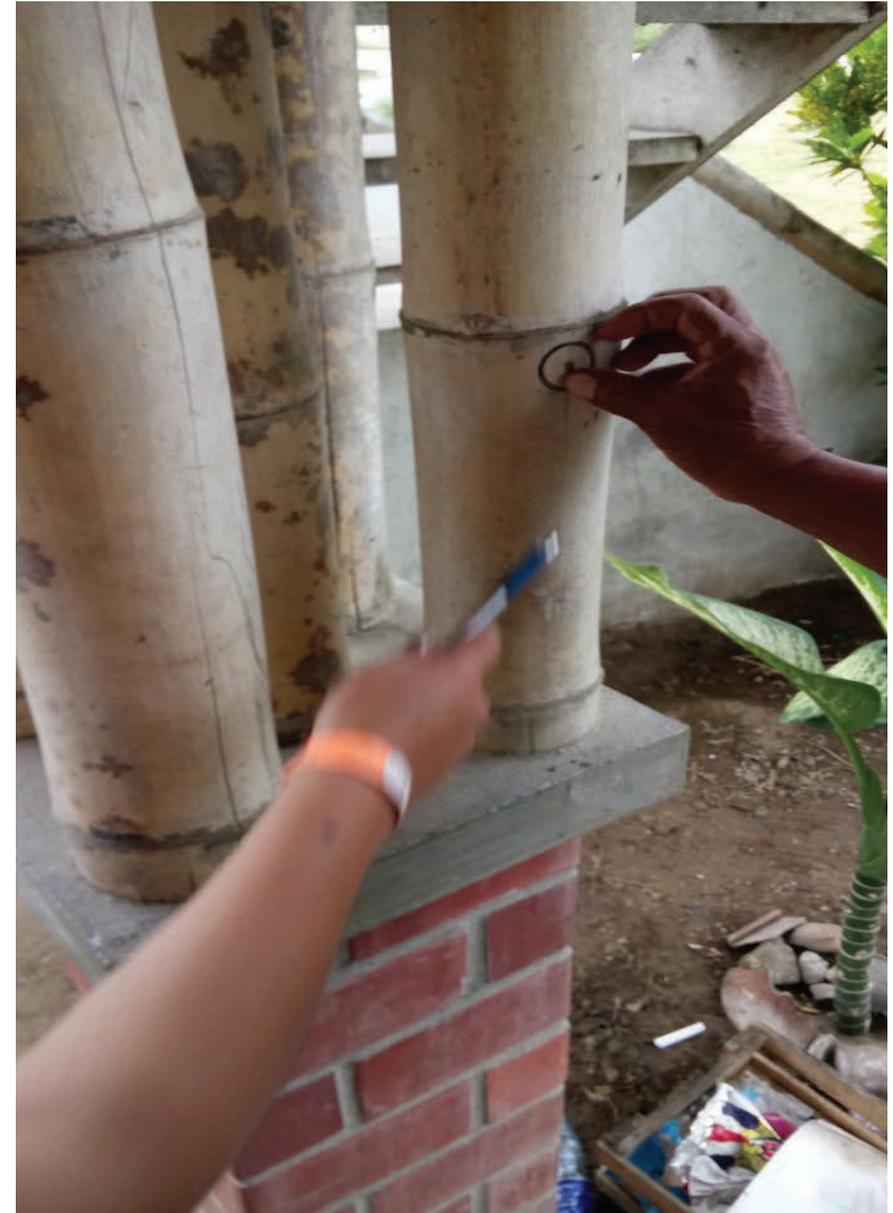
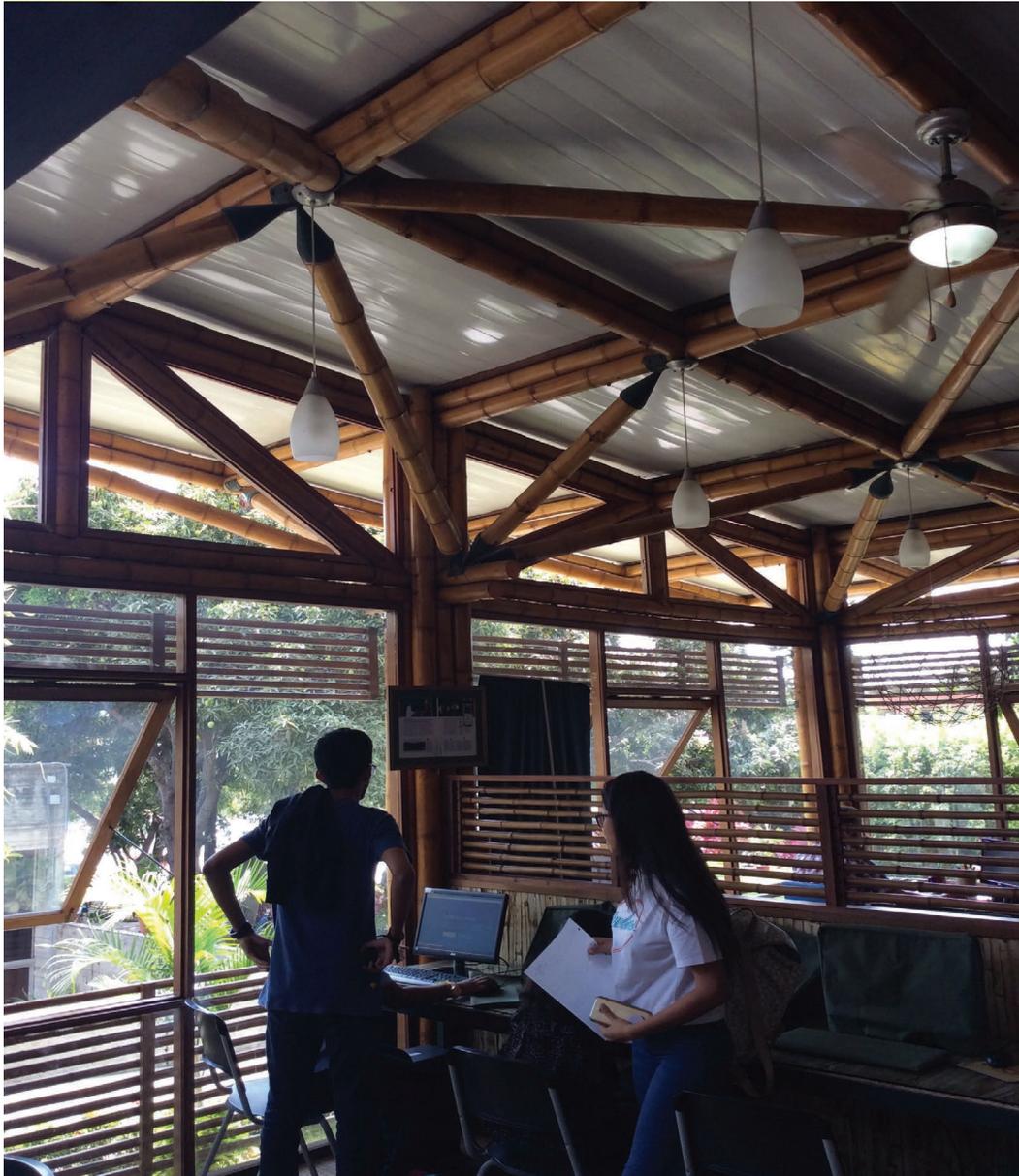


# ANEXOS





## Visita técnica en Olón







	<b>ENSAYO DE UNIONES</b>		Numero:	001	
	Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca		Fecha de creación:	25/10/2018	
	Laboratorio de Aplicaciones Constructivas y Bioclimáticas		Fecha de revisión:	25/10/2018	
	Instrumento tipo: Prensa universal carga máxima 100000kgf		Año lectivo:	2018-2019	

Proyecto: **APLICACIÓN DE LA CAÑA GUADÚA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE TINY HOUSE**  
Solicitado por: Arq. Alfredo Ordoñez

**SISTEMA DE UNIONES EMPERNADAS**

Fecha de roptura: 05/04/2018

	Estructura 1	Estructura 2	Estructura 3	Promedio	Unidad	Tipo de acción
Carga última de la estructura	874	1186	928	996	Kg	Carga vertical
Carga última del cordón superior	616,17	836,13	654,24	702,18	Kg	Carga accial
Carga última del cordón inferior	437	593	464	498	Kg	Carga accial
Esfuerzo último del cordón superior	14,06	19,08	14,93	16,02	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de compresión
Esfuerzo último del cordón inferior	9,97	13,53	10,59	11,36	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de tracción
Esfuerzo ultimo de cortante	152,80	207,34	162,24	174,13	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de compresión ⊥
Esfuerzo ultimo de compresión perpendicular	14,10	19,13	14,97	16,07	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo cortante
Deformación para la carga última de la estructura	6,83	10,71	9,44	8,99	cm	
Peso de la estructura	5,22	6,6	6,63	6,15	kg	
Relación Peso/Esfuerzo	0,0060	0,0056	0,0071	0,0062		

**SISTEMA DE UNIONES EMPERNADAS CON MORTERO**

Fecha de roptura: 05/04/2018

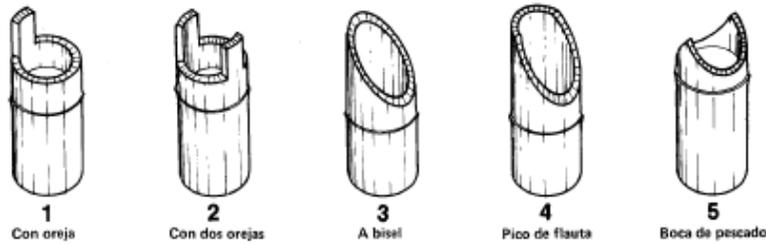
	Estructura 1	Estructura 2	Estructura 3	Promedio	Unidad	Tipo de acción
Carga última de la estructura	2604	2437	2559	2533,33333	Kg	Carga vertical
Carga última del cordón superior	1835,82	1718,085	1804,095	1786	Kg	Carga accial
Carga última del cordón inferior	1302	1218,5	1279,5	1266,66667	Kg	Carga accial
Esfuerzo último del cordón superior	41,89	39,20	41,16	40,75	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de compresión
Esfuerzo último del cordón inferior	29,71	27,80	29,19	28,90	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de tracción
Esfuerzo ultimo de cortante	126,53	118,42	124,34	123,10	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de compresión ⊥
Esfuerzo ultimo de compresión perpendicular	20,10	18,81	19,75	19,55	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo cortante
Deformación para la carga última de la estructura	4,01	3,3	3,56	3,62	cm	
Peso de la estructura	18	17,3	17,5	17,60	kg	
Relación Peso/Esfuerzo	0,0069	0,0071	0,0068	0,0069		

Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Agustín Cueva y Av. 12 de Abril, Laboratorio de Aplicaciones Constructivas y Bioclimáticas, edison.castillo@ucuenca.edu.ec, 0983367390, 4051102 ext. 2150



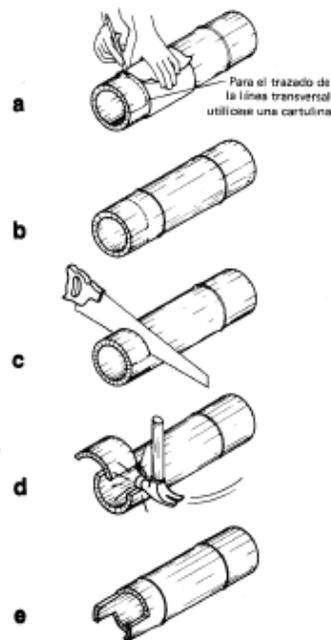


**Entalladuras utilizadas en la unión de piezas de bambú 13**

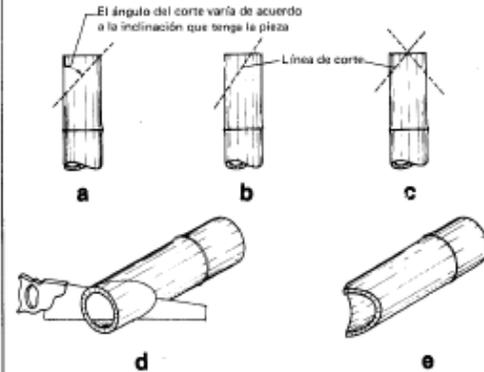


**ELABORACION**

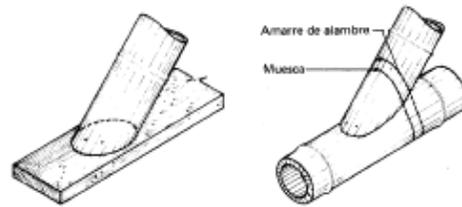
**Trazado y cortado**



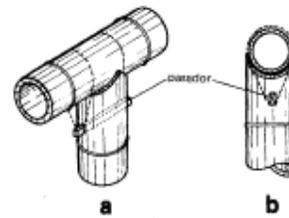
**Posición de la línea de corte**



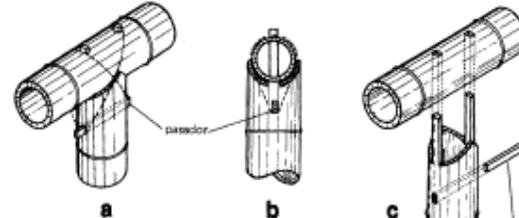
**Aplicación de las entalladuras 3 y 4.**



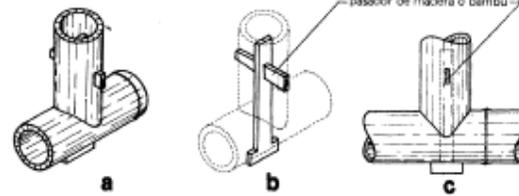
**Empleo de pasadores y anclajes en la unión de piezas horizontales y verticales 15**



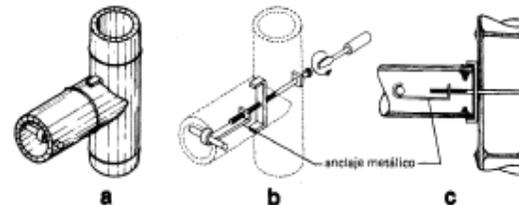
**1 Unión de piezas con amarre y clavija.**  
La clavija puede colocarse en la columna ya sea paralela o perpendicular a la viga.



**2 Boca de pescado con clavijas**



**3 Unión con anclaje de madera.**  
Se emplea también invertido.



**4 Unión con anclaje metálico.**  
Se emplea en diversas posiciones.



**34** Techos - Detalles de construcción de cerchas simples

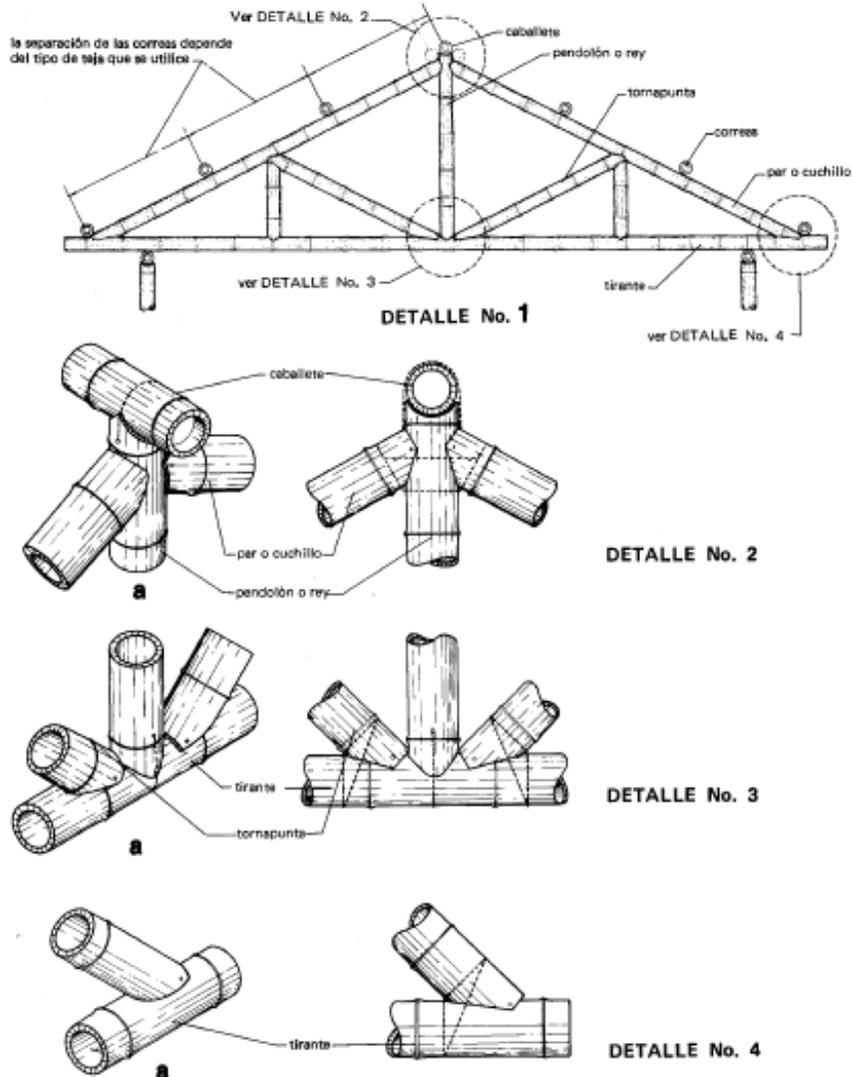


Tabla 7: Factores de reducción de resistencia

Factor	Flexión	Tracción	Compresión	Compresión ⊥	Corte
FC	-	0.5	-	-	0.6
F <sub>s</sub>	2.0	2.0	1.5	1.8	1.8
FDC	1.5	1.5	1.2	1.2	1.1

Tabla 8: Coeficientes de modificación por duración de carga

Duración de carga	Flexión	Tracción	Compresión	Compresión ⊥	Corte	Carga de diseño
Permanente	0.90	0.90	0.9	0.9	0.90	Muerta
Diez años	1.00	1.00	1.0	0.9	1.00	Viva
Dos meses	1.15	1.15	1.15	0.9	1.15	Construcción
Siete días	1.25	1.25	1.25	0.9	1.25	
Diez minutos	1.60	1.60	1.6	0.9	1.60	Viento y Sismo
Impacto	2.00	2.00	2.0	0.9	2.00	Impacto

Tabla 9: Coeficientes de modificación por contenido de humedad

Esfuerzos		CH ≤ 12%	CH = 13%	CH = 14%	CH = 15%	CH = 16%	CH = 17%	CH = 18%	CH ≥ 19%
Flexión	F <sub>b</sub>	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Tracción	F <sub>t</sub>	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Compresión	F <sub>c</sub>	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Compresión ⊥	F <sub>p</sub>	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Corte	F <sub>y</sub>	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Módulo de elasticidad	E <sub>0.5</sub>								
	E <sub>0.05</sub>	1.0	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90
	E <sub>min</sub>								



Tabla 10: Coeficientes de modificación por temperatura ( $C_t$ )

Esfuerzos		Condiciones de servicio	$C_t$		
			$T \leq 37C$	$37C \leq T \leq 52C$	$52C \leq T \leq 65C$
Flexión	$F_b$	Húmedo	1.0	0.60	0.40
		Seco		0.85	0.60
Tracción	$F_t$	Húmedo		0.85	0.80
		Seco		0.90	
Compresión paralela	$F_c$	Húmedo		0.65	0.40
		Seco		0.80	0.60
Compresión perpendicular	$F_p$	Húmedo		0.80	0.50
		Seco		0.90	0.70
Corte	$F_y$	Húmedo		0.65	0.40
		Seco		0.80	0.60
Módulo de elasticidad	E	Húmedo		0.80	0.80
		Seco		0.90	

Tabla 10: Coeficientes de modificación por temperatura ( $C_t$ )

Esfuerzos		Condiciones de servicio	$C_t$		
			$T \leq 37C$	$37C \leq T \leq 52C$	$52C \leq T \leq 65C$
Flexión	$F_b$	Húmedo	1.0	0.60	0.40
		Seco		0.85	0.60
Tracción	$F_t$	Húmedo		0.85	0.80
		Seco		0.90	
Compresión paralela	$F_c$	Húmedo		0.65	0.40
		Seco		0.80	0.60
Compresión perpendicular	$F_p$	Húmedo		0.80	0.50
		Seco		0.90	0.70
Corte	$F_y$	Húmedo		0.65	0.40
		Seco		0.80	0.60
Módulo de elasticidad	E	Húmedo		0.80	0.80
		Seco		0.90	

$k$  Coeficiente de longitud efectiva, según las restricciones en los apoyos, Ver Tabla 16

$l_e$  Longitud efectiva, en mm.

Tabla 16: Coeficiente de longitud efectiva (\*)

Condición de los apoyos	k
Ambos extremos articulados (Ambos extremos del elemento deben estar restringidos al desplazamiento perpendicular a su eje longitudinal)	1.0
Un extremo con restricción a la rotación y al desplazamiento y el otro libre	2.1

