ITESO, UNIVERSIDAD JESUITA DE GUADALAJARA

Reconocimiento de validez oficial por acuerdo secretarial número 15018 publicado
en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

Departamento de hábitat y desarrollo humano

MAESTRÍA EN PROYECTO Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

"Estudio de viabilidad del uso en autoconstrucción del bambú en Mezcala de la Asunción, Jalisco"

Proyecto profesionalizante de desarrollo e innovación

Trabajo para obtener el grado de
MAESTRO EN PROYECTO Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

Presenta:
Arq. Melissa Selene Carrillo Rubio

Asesor: Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Tlaquepaque, Jalisco, a *14* de *Julio* de 2015

Resumen

El bambú es un material que se ha utilizado en años recientes en Latinoamérica para resolver el rezago de vivienda en zonas rurales. Cuando se espera que lo adopte una comunidad en particular se pueden enfrentar algunos problemas. El principal problema en Jalisco es la disposición del material. Además de conocer en detalle el bambú, sus características, propiedades físicas y mecánicas; así como los diferentes sistemas estructurales en Bambú. Es necesario hacer un estudio que permita conocer las necesidades y aspiraciones de quienes se espera que lo adopten. Este estudio pretende hacer una vinculación de la construcción con en bambú con las practicas tradicionales.

En la búsqueda de un generar conocimiento en la practica de autoconstrucción en bambú se planea el diseño y fabricación de un modelo en el sitio. El objetivo de la construcción de un modelo es documentar el proceso y capacitar en el uso del bambú. Por último el diseño de una vivienda resolviendo la parte estructural así como las necesidades y aspiraciones de los pobladores de Mezcala.

Palabras clave

Bambú, autoconstrucción , diseño estructural, vivienda económica, construcción ecológica

Abstract

Bamboo is a material that has been used in recent years in Latin America to solve the lag of housing in rural areas. When we are expected that a new material to be adopted in a community in particular, we can find some problems. The main problem in Jalisco is the arrangement of material. In addition to know in detail the bamboo, their characteristics, physical and mechanical properties; as well as the different structural systems in bamboo. It is necessary to do a study to know the needs and aspirations of those who are expected to adopt it. This study aims to make a linkage of bamboo building with traditional practices.

In the search of a generate knowledge in the practice of bamboo construction is planned in the design and manufacture of a model on the site. The objective of building a model is to document the process and train in the use of bamboo. Finally the design of a shelter by resolving the structural part as well as the needs and aspirations of the inhabitants of Mezcala.

Key words

Bamboo, self-building , structural desing, affordable housing, ecological construction

ÍNDICE

Pagina

RESUMEN 3

1.INTRODUCCIÓN
Postura epistemológica
1.1. Postura epistemológica 7
1.2. Planteamiento del problema 8
1.3. Justificación del objeto de estudio 12
1.4. Problematización del objeto de estudio 13

2. ANTCEDENTES
2.1. Marco Contextual 15
2.1.1. Dimensión física 15
2.1.2. Dimensión histórica 18
2.1.3. Dimensión Económica 19
2.1.4. Sistemas constructivos utilizados en la región 20
2.2. Marco conceptual 21
2.3. El bambú 23
2.3.1. El bambú en el mundo 23
2.3.2. El bambú en México 24
2.3.3. El bambú en el estado de Jalisco 26
2.4. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ 28
2.4.1. Sistemas de preservación 28
2.4.2. Agentes biológicos que deterioran el bambú 29
2.4.3. Tipos de tratamiento 30
2.4.4. Propiedades físicas del bambú adulto 32
2.4.5. Propiedades mecánicas del bambú 32
2.4.6. Modelo de resistencia a compresión simple 33
2.4.7. Resistencia al cortante 40
2.4.8. Resistencia a la tracción 40
2.4.9. Flexión del bambú 41
2.5. LAS CONEXIONES EN LAS ESTRUCTURAS 42
2.5.1. La importancia de las uniones estructurales 42
2.5.2. Revisión de conexiones 43
2.5.3. Elementos compuestos 47
2.5.4 Resistencia al fuego 48

3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO
3.1. Tema de investigación 49
3.1.1. Variables y unidades de investigación 49
3.2. Preguntas de investigación 49
3.3. Caracterización del estudio 50
3.3.1. Objetivos de investigación 51

3.3.2. Hipótesis de investigación 51
3.3.3. Metodología de la investigación 52
3.3.4. Método y técnicas de investigación 53
3.3.5. Metas 54
3.3.6. Alcances 54
3.4. Cuadro de operación de variables 55
3.5. Modelo heurístico 56

4. RESULTADOS
4.1. ENCUESTAS PERCEPCIÓN, CONOCIMIENTO Y USOS DEL BAMBÚ 57
4.1.1. Encuestas 57
4.1.2. Análisis cuantitativo 59
4.1.3. Análisis cualitativo 63
4.1.4. Interpretación inicial de los resultados 65
4.1.5. Conclusiones 69
4.2. MODELO ESTRUCTURAL EN BAMBÚ EN MEZCALA 70
4.2.1. Caracterización de las especies encontradas 70
4.2.2. Recolección del bambú 79
4.2.3. El terreno y las necesidades 83
4.2.4. Proyecto 84
4.2.5. Levantamiento fotográfico 87

5. DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA EN BAMBÚ
5.1. Necesidades de los habitantes de Mezcala 95
5.2. Prototipo de vivienda 96
5.3. Planos arquitectónicos de la vivienda 99
5.4. Diseño de la conexión 108

6. ANÁLISIS DEL PROYECTO
6.1. Análisis costo beneficio 111
6.2. Análisis ecológico 115
6.2.1. Análisis del ciclo de vida del bambú 116

7. CONCLUSIONES GENERALES 119

8. FUENTES DE CONSULTA 122

9. ANEXOS
9.1. ANEXO 1: Tabla producto de los datos cualitativos de las encuestas
9.2. ANEXO 2: Levantamiento fotográfico Mezcala de la Asunción
9.3. ANEXO 3: Levantamiento fotográfico pueblos aledaños a Mezcala de la Asunción
9.4. ANEXO 4: Pruebas de resistencia a la compresión de la conexión

1. Introducción

1.1 Postura Epistemológica

“El conocimiento del conocimiento es el punto de partida para aprender a pensar científicamente. Necesitamos saber -tener al menos una idea- acerca de la naturaleza, el funcionamiento y el alcance del acto humano de conocer. Además necesitamos dar respuesta (aunque sea provisional) a la vieja cuestión sobre la relación entre el sujeto que conoce y el objeto conocido, que, a lo largo de los siglos ha sido una cuestión clásica y central de lo que hoy se llama epistemología o teoría del conocimiento”. Ander-Egg, E (2010)

La postura epistemológica sobre la que podría construir este conocimiento es el constructivismo, producción, validación y aceptación del conocimiento. Abordando el estudio desde la fenomenología, un acercamiento al contexto físico, así como a los actores permitirá conocer las necesidades de quienes se creen podrían ser beneficiados. Para posteriormente tratar de compartir y validar la apropiación del conocimiento. En el proceso de construcción de conocimiento será necesario utilizar una metodología cuantitativa que permita llegar a una caracterización del bambú así como de los distintos sistemas estructurales.

Perfil del investigador.

Desde que estaba en la universidad me vi atraída por el diseño y construcción con materiales naturales. Con el transcurso del tiempo tuve la oportunidad de practicar en los siguientes proyectos;

- Proyecto de albergues para estudiantes, diseño en adobe, Ratontita (Servicio social)
- Bóvedas catenarias, y diferentes materiales naturales con Gernot Minke (ITESO)
- Construcción de un módulo eco turístico en la Sierra Huichola (ITESO)
- Centro comunitario en el cerro del cuatro (proyecto de tesis)
- Construcción de estufa Lorena-lodo y arena- (Las Margaritas, SLP)
- Construcción para particulares de muebles fijos en diferentes materiales como el adobe y COB
- Proyecto de 2 casas de adobe y un estudio de bajareque en Chapala.

- Proyecto y asesoría para autoconstrucción de una vivienda en San Juanico, Municipio de Atotonilco el alto, Jalisco
- Proyecto y asesoría para autoconstrucción de una vivienda en Santa Rita, Municipio de Ayotlán, Jalisco.

Como mi interés seguía creciendo fui tomando diferentes cursos con la finalidad de seguir aprendiendo;

- Carpintería impartido por la tecnóloga en madera Emma Berber 2004
- Curso: construyendo con la naturaleza (Rancho San Isidro) 2005
- CIPTEV(diplomado en construcciones naturales) 2007
- Proyectar estructuras en Madera (e-tecma learning) 2011

Mi búsqueda de materiales alternativos de construcción surge gracias a que tuve la oportunidad de trabajar en la construcción de vivienda de interés social cuando estaba dando mis prácticas profesionales. Donde me di cuenta que el único interés de desarrolladores de vivienda es la ganancia económica. Aquí me preguntaba si sería posible que las personas (la mayoría, ya que por lo menos la mayoría de mis amigos la única forma que tienen de hacerse de una casa es a través de INFONAVIT) pudieran adquirir una vivienda que logrando ser económica, pueda también ofrecer cualidades estéticas y de confort.

Por esta razón me vi interesada en estudiar otras alternativas. Y la misma búsqueda me ha hecho llegar aquí, ya que en la mayoría de los cursos de construcción con materiales naturales que se ofrecen, se habla poco de la parte estructural, sin dejar de ser menos importante. Tampoco se cuenta con bibliografía que pueda servir a quien busca diseñar o construir estructuras naturales.

1.2 Planteamiento del problema

El construir una vivienda en la actualidad es un problema sustentable. Encontramos que la industria de la construcción es en gran medida responsable de la emisión de gases de efecto invernadero. En primer lugar, por las fábricas de cemento. “El concreto es el material más utilizado en la Tierra

después del agua.” Sumando que “La industria del cemento a nivel mundial es responsable por alrededor del 5 % de las emisiones globales de CO2” Podemos añadir que “El crecimiento de la producción de cemento es de 2.5 % anual. Se espera que suba de 2.55 billones de toneladas anuales en el 2006 a 3.7 – 4.4 billones de toneladas en el 2050” Rubistein, M (2012). Por otro lado se suma el gasto energético generado por el transporte de materiales, así como el insumo eléctrico consumido por las industrias de materiales para la construcción. Otras formas de contaminar que parecen menos directas pero que no por esto dejan de ser dañinas son los residuos y desperdicios que se generan al construir.

Es de esperarse que se construya de ésta manera, los reglamentos y normas -como es el caso de la NOM 008 ENER 2001- favorecen el uso de materiales como el concreto. Además que los programas sociales impulsados por el gobierno han incentivado a las comunidades más pobres a usar materiales industrializados. Sin importar el costo que para ellos representa tanto como en su salud, como en el impacto ambiental.

Según el artículo 25 de la declaración universal de los derechos humanos de la Organización de las Naciones Unidas. “Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios.” En México el Artículo 4º de la Constitución también señala como un derecho el acceso de toda familia a disfrutar de una vivienda digna y decorosa.

Gledhill, J (2010) señala “como el derecho a la vivienda se ve afectado por otros derechos que los gobiernos o sociedades neoliberales frecuentemente priorizan, como los de las empresas privadas y sus accionistas, promotoras inmobiliarias y caseros”.

Posteriormente el mismo nos menciona que “la falta de concordancia entre lo que el estado considera una vivienda pública “adecuada” y la reproducción de las practicas cotidianas y las relaciones sociales, que hacen que los ciudadanos pobres puedan llevar una vida satisfactoria, mantener la sociabilidad y maximizar sus oportunidades económicas”.

Menciona además que “las responsabilidades del estado ha de tener en cuenta el simple hecho de que, en muchos países, la ausencia de programas estatales de vivienda dirigidos a los sectores más pobres y de procesos eficaces de planificación urbana ha creado una situación donde los pobres han tenido que resolver sus propios problemas construyéndose sus hogares”. Estos individuos capaces de construir su vivienda son llamados también el sector informal. Salas, S. J (2002) comenta acerca de ellos: “El sector informal –el de la economía sumergida del menudeo, los precaristas, paralegales, marginales…- es pieza clave en la construcción de vivienda en América Latina”. Agregando posteriormente que “ el sector informal de la vivienda y sus materiales, es el gran motor del sector formal al que siempre alimenta. Valga como botón de muestra el dato que aporta la Memoria de actividades (1999) de la poderosísima Associaçao Brasileira de Cimento Portland asegurando que: desde 1994 el consumo de cemento en Brasil es superior “en el sector informal” , conocido como el sector formiga, que en el “formal”. ¡El sector formiga consume en la actualidad (1999) el 58% de los 33 millones de toneladas de cemento!.(*sic*)”

En México la jornada Michoacán el día 1º de julio del 2013 señalaba que la secretaría de hacienda y crédito público declara que existe un problema de vivienda; “En su informe semanal la dependencia indicó que el rezago habitacional en México totaliza 9 millones de hogares, que representan 31 por ciento de las viviendas particulares habitadas, e involucra a 35.7 millones de personas. Por componente, se observa que el hacinamiento se concentra en 561 mil hogares, mientras las viviendas con materiales en deterioro y los que no tienen óptimas condiciones agrupan a un millón 100 mil y 7 millones 300 mil unidades, respectivamente.”

Contemplando que otro sector de la sociedad solo puede adquirir una vivienda que fue construida para su venta, por un urbanizador que construye en serie, estas casas van a ser idénticas. Encontramos entonces un problema de identidad, así quienes habitan estas casas van a tener que invertir dinero y tiempo al personalizar su vivienda. Otros factores no menos importantes son; por un lado la gran mayoría de estas viviendas no fue pensada en su contexto, encontramos entonces casas que están mal orientadas, que no piensan en el clima (asoleamiento, viento, etc.) en la cultura ni en la identidad, es por esta razón que encontramos casas idénticas en todo el país. Además de que “ Mas

de la mitad de la población simplemente no gana lo suficiente para aspirar a una vivienda de tales características" Gledhill, J (2010)

En un análisis de ISV –Índice de Sustentabilidad de la Vivienda- el Centro Mario Molina (2012) midió los impactos ambientales, económicos y sociales asociados a la vivienda y su entorno en el sector de interés social, privilegiando la existencia de un equilibrio entre ellos. Obteniendo como resultado del ISV que la vivienda de interés social en México tiene una sustentabilidad media-baja, ubicándose en un rango de 41 a 48 puntos en una escala de 0 a 100.

Este sector de la sociedad dispuesto a acceder a una vivienda por parte de un prestador de servicio, se pone ante las garras de aquellos que ven la construcción como un negoció. " Carlos Slim –quizá el mayor empresario de Latinoamérica– afirma que "el gran negocio del siglo XXI será declararle la guerra a la pobreza" Salas S, J (2002) también señala: "las recientes propuestas del Banco Mundial refrendando la comercialización de la vivienda". Lo cual nos lleva a pensar que habrá una continua inversión en vivienda.

Pedrotti, C (2014) cita algunas preguntas; por un lado el Banco Mundial se plantea resolver el problema de vivienda, que aqueja a los mas necesitados pero " ¿a quién representa este tipo de pobreza, acaso a los sectores de la población que no pueden pagar una cuota de vivienda propia?, o bien ¿a aquellos que no tienen capacidad de ahorro para un enganche, o quien ni siquiera consiguen pagar una renta?". En el mismo artículo posteriormente afirma "que la oferta se ha dirigido principalmente a quienes pueden ser sujetos de crédito"

Regresando a los menos favorecidos, Sánchez, C. J (2012) define la autoconstrucción "como aquella vivienda construida por el mismo habitante, sin ningún factor político, legal y económico que lo respalde". Mencionando además que "esta autoconstrucción y la falta de políticas públicas eficientes causan la generación de "viviendas informales". Describiendo estas viviendas como "aquellas que se construyen con materiales insuficiente según los estándares del país".

"Históricamente, más del 60% de la población con ingresos menores a tres salarios mínimos, esta excluido de los programas institucionales suelo urbanizado y de vivienda. Esta población desarrolla

procesos irregulares de poblamiento y autoproducción de su hábitat. Sin embargo, este poblamiento representa más de 65% de las viviendas de todo el país.

A estos procesos de autoproducción de vivienda debemos sumar a la lista de problemas a enfrentar, el costo de los materiales de construcción. Que en muchos casos han de ser transportados. -generando un costo extra y un gasto de energía-.

El uso de materiales que dependen de grandes cantidades de energía, se verá siempre sujeto a los costos del precio del petróleo, ya que en México es la primer fuente de energía. Con el paso del tiempo los costos se han elevado de tal manera que, parece la única solución construir cada vez casas más pequeñas. Además no debemos perder de vista que el petróleo es una fuente no renovable. Estamos dependiendo para la construcción de vivienda de un recurso que parece estar por agotarse.

Concluyendo la adquisición de una vivienda es un problema que en México la mayoría de los individuos están obligados a resolver por si mismos. Mientras empresarios y gobiernos con el afán de promover la industria de la construcción incentivan el uso de el acero y el concreto entre otros. Provocando un rezago en el uso de viejas técnicas constructivas y uso de materiales naturales, indiscriminadamente se dejaron de lado sin antes hacer una valoración sobre aquellas que podrían estar vigentes por los beneficios inmediatos y a largo plazo que reportan a sus usuarios.

1.3 Justificación del objeto de estudio

Dentro del campo de estudio de la Arquitectura se hace poco énfasis en el diseño de vivienda para la autoconstrucción. A pesar de que existen muchos prototipos de vivienda de autoconstrucción para lugares específicos no existe uno que se implementara a gran escala y que funcione. Es donde este proyecto encuentra su pertinencia: como se señaló anteriormente el problema del déficit en la vivienda en México esta latente. Mientras que la única acción por parte de los organismos gubernamentales esta encaminada a la construcción de vivienda social a través del INFONAVIT o similares. Existe una gran parte de la población que por la informalidad de sus empleos se ve en la necesidad de recurrir a la autoconstrucción, misma que no esta regulada de ninguna manera.

Socialmente el aporte es ofrecer una alternativa que ofrezca seguridad y economía en la autoconstrucción de vivienda, poniendo a su alcance las herramientas que lo permitan.

El ITESO tiene una política de apoyo a los necesitados, buscando resolver problemas sociales, como se hace a través de los Proyectos de Aplicación Profesional que se ofertan cada semestre en la misma universidad.

Personalmente este proyecto de investigación me ofrece la oportunidad no solamente de enfrentarme al reto de solucionar un problema arquitectónico, si no también la de hacer un aporte que pretende resolver una problemática social. Me otorga la oportunidad de ampliar mis horizontes, siendo capaz de formular hipótesis y hacer la pertinente investigación con la finalidad de comprobarla. Otro reto personal lo encuentro en la construcción del conocimiento.

Este estudio por un lado busca comprobar la factibilidad de la autoconstrucción utilizando un sistema estructural en bambú. El aporte va desde el punto de vista ecológico, al ser un material poco procesado, al económico ya que por su ligereza será menor el costo de transporte. Comparado con un techo que utiliza acero o concreto, el bambú resulta ser más económico. El reto es entonces hacer buen uso del material de tal manera que ofrezca la misma seguridad que un sistema tradicional.

Tomaremos entonces el caso de los pobladores de Mezcala, quienes se ven en la necesidad de comprar materiales conforme van teniendo posibilidades, algunas veces los recursos llegan de fuera, otras de buenas temporadas de pesca o siembra. Este flujo económico provoca que los pobladores construyan literalmente hasta donde les alcanza el dinero.

1.4 Problematización de la realidad de estudio

La construcción con materiales naturales se enfrenta a muchos problemas, enumero algunos a continuación;

- Se ha perdido el conocimiento adquirido a través de los años de construir de manera natural -con la llegada de los materiales industrializados -tales como; el acero, el concreto, los prefabricados, etc.-

- Las construcciones con materiales naturales solo son posibles, en la medida que exista una "estructura" capaz de sustentar la construcción. En la antigüedad era posible construir casas de adobe que, para sustentarse estructuralmente a sí mismas necesitaban paredes de gran espesor. Hoy en día es casi imposible que los terrenos permitan este tipo de construcciones. Ya que los espacios son muy reducidos. Por lo tanto se deben buscar alternativas estructurales que permitan muros de menor espesor.
- En su mayoría las construcciones naturales son hechas de madera de pino o en otras ocasiones de madera de palma (pero esto ha venido generando diferentes problemas a través de las externalidades).

Existen en otros países tecnologías y materiales alternativos que permiten este tipo de construcciones. En países desarrollados cada vez encontramos que se incentiva el uso de madera laminada, solo que el proceso de fabricación lo hace un material costoso. En América del Sur, en los últimos años, se ha incrementado el uso del bambú como alternativa para construcción de estructuras por sus múltiples ventajas: Rapidez en su crecimiento, facilidad de transporte por su ligereza y versatilidad de usos por sus características físicas.

En México hemos avanzado poco en cuanto a la producción e innovación en el uso del bambú, sobre todo al oriente del país, en Veracruz.

El bambú es un material que se presta para la autoconstrucción por su ligereza, por lo que el costo total de la vivienda se abarata, convirtiéndose en una opción para aquellos menos favorecidos. Además de ofrecer la ventaja de que es un material que permite ser cosechado en el sitio donde se espera construir.

En una vivienda la estructura es la parte medular. Y en una estructura de bambú lo más importante son las conexiones. ¿qué conexiones serán seguras, de fácil ejecución y económicas? ¿estarían los pobladores de Mezcala interesados en utilizar el bambú en su vivienda? ¿Es posible debido a las condiciones climatológicas y del suelo la producción del bambú? ¿qué tan económico puede resultar un sistema estructural en bambú?. Estas son las primeras cuestiones que marcan la pauta para realizar el presente estudio. Abordando principalmente el diseño constructivo de manera conceptual cualitativa.

2. Antecedentes

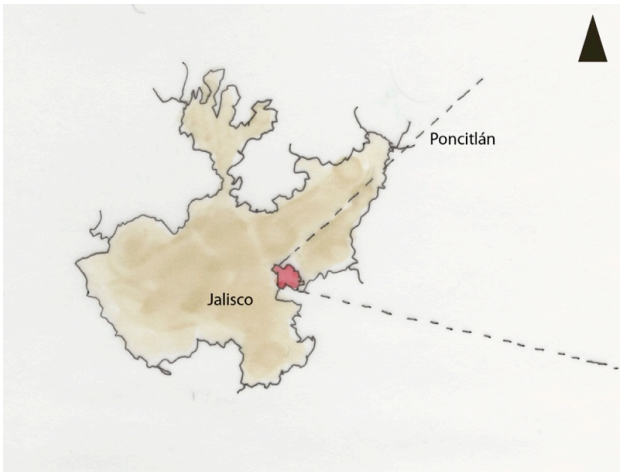
2.1 Marco contextual



Foto 1. Malecón de Mezcala. Carrillo, M (2014)

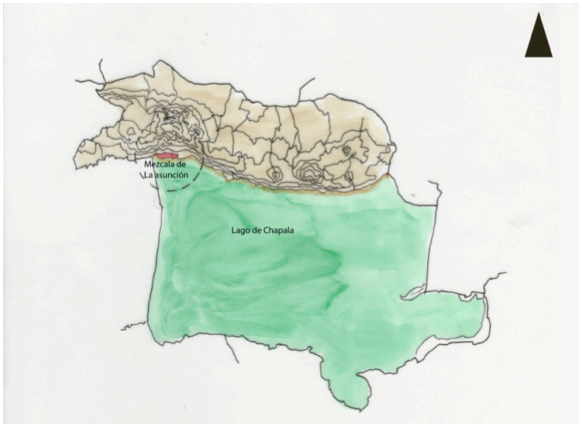
2.1.1 Dimensión Física

Mezcala de la Asunción es un poblado que según cifras del censo poblacional 2010 del INEGI contaba con 5,005 habitantes, de los cuales 2,521 son mujeres y 2,484 hombres. Comunidad indígena coca. Sus actividades principales son la agricultura, la pesca y en los últimos años se ha convertido en un sitio turístico a nivel regional. Tienen sus pobladores una característica que podríamos considerar es una herencia, son un pueblo hermético que cuida de sus raíces. “la comunidad indígena coca de Mezcala, Jalisco, cuenta con 3,600 hectáreas de territorio comunal y la posesión de la isla según el título primordial de 1534” Moreno, R (2010)



Mapa 1. Localización Poncitlán. Elaboración propia

La población cuenta con dos vías de acceso una desde Chapala y otro camino más accidentado desde Poncitlán, Municipio al que pertenecen. Una característica importante de la población es la tenencia comunitaria del suelo. Lo cual les ayuda a mantener alejados a aquellos que ven en la ribera de Chapala un negocio en la creación de Fraccionamientos para venta a extranjeros. "La autonomía en la organización interna se generó a partir de la cédula real expedida por Nuño de Guzmán, que permitió a los pobladores mantener su territorio y costumbres locales. Esta forma de trato hacia los indígenas de Mezcala no fue única; en el caso de San Pedro Itzicán, pueblo vecino, también mantuvo la propiedad comunal y la identidad indígena, a diferencia del resto de los pueblos de la ribera". Hernández G A (2006)



Mapa 2. Localización Mezcala de la Asunción. Elaboración propia

El poblado de Mezcala cuenta con una población económicamente activa de 1,503 personas según el INEGI en 2010 de los cuales 288 son mujeres. Sin embargo 1, 385 pobladores se consideran como población ocupada. En lo que se refiere a viviendas en el 2010 según el INEGI había un Total de 1,159.00 en el mismo censo se dice que hay 5,002 ocupantes en viviendas particulares.



Mapa 3. Mezcala de la Asunción. Elaboración propia

Clima

El rango de temperatura va de 16-22º C, el rango de precipitación 700-1000 mm, de clima semicálido, subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media.

Edafología

Suelo dominante: Vertisol, Phaeozem Y Leptsol.

Hidrografía

Región Hidrológica: Lerma Santiago

Cuenca: L. Chapala y R. Santiago-Guadalajara

Uso del suelo y vegetación: Agricultura y urbana, pastizal, selva, bosque y manglar.

Localización geográfica

El lago está situado en los paralelos 20º 07’ y 20º 21’ de latitud norte, y en los meridianos 102º 40’ 45’’ y 103º 25’ 30’’ de longitud oeste, a una altitud de 1,524 metros sobre el nivel del mar.

2.1.2 Dimensión histórica

Mezcala de la Asunción es una comunidad que conserva con orgullo tradiciones indígenas. Fue fundada alrededor del año 1280. Según la tradición oral antiguamente era conocido como Mezcallan pueblo de origen azteca, se puede leer en el museo del sitio que cuando cruzaron por ese sitio provenientes del mítico Aztlán en búsqueda de la señal que les había dado su señor Huitzilopochtli (el águila sobre un nopal devorando una serpiente para fundar su ciudad). Encontraron en el sitio una gran cantidad de magueyes –de ahí proviene el nombre-. Hasta la fecha se encuentran siete variedades de mezcales.

Se han encontrado petroglifos, restos paleontológicos y piezas arqueológicas relacionadas a deidades de la lluvia que se conservan aun en el sitio - fuera de la comunidad la asocian con Tláloc- Mientras que en la comunidad llaman a esta deidad, "la vieja o nola". Algunas piezas han sido recolectadas y se muestran el museo comunitario Intollatlán de Mezcala, localizado frente al templo de la Asunción. Ahí mismo es posible ver fotografías de pinturas rupestres dentro de la cueva del toro.

La isla de Mezcala fue un lugar de defensa de poblaciones indígenas durante la independencia de México. "Sus islas donde los insurgentes mantuvieron una victoriosa resistencia de cuatro años (1812 a 1816)". Paredes, P. V. (2010) Fue presidio de 1826 a 1855, para posteriormente ser abandonada según relata Hernández, G. A (2006). Los pobladores de Mezcala han utilizado la isla para cultivo, agregando últimamente el uso de la isla por los pobladores como un atractivo para turistas.



Foto 2. Isla Mezcala. Carrillo, M (2014)

2.1.3 Dimensión económica

Migración

"La emigración es otro efecto de los cambios recientes en Mezcala. La emigración se ha dado principalmente hacia Chapala, Ixtlahuacán de los Membrillos y la ciudad de Guadalajara, para emplearse en actividades de albañilería, trabajo doméstico y jardinería, los cuales permiten regresar cada fin de semana, o bien salir y regresar a diario" Hernández, G. A (2006)

"La emigración a Estados Unidos a partir de 1980 se ha incrementado debido a varias razones: los primero emigrantes se han llevado a su familia; la situación económica ha hecho que las familias envíen a sus miembros a ganar dólares; los migrantes regresan y cuentan maravillas de Estados Unidos y atraen a sus familiares y coterráneos a aventurares en las ganancias de dólares". Hernández, García, A (2006).

Las edades en que este fenómeno tiene mayor impacto es entre 15 y 29 años de edad 2, 763. De los cuales 733 son mujeres, según datos del INEGI 2010. La migración es relevante por que este hecho ha provocado cambios importantes con respecto a la construcción de vivienda. Trayendo como consecuencia cambios dentro de la población, es notable como en Mezcala a diferencia de los pueblos aledaños la casas construidas en su mayoría son construidas de materiales industrializados. Buscando siempre que la casa sea la más grande.

2.1.4 Sistemas constructivos utilizados en la región

A decir de los pobladores, en Mezcala hasta antes de los años 70's era posible encontrar diferentes sistemas constructivos. Pobladores de la región cuentan que el templo de nuestra señora de Asunción fue construido con pacas de paja. Esta técnica constaba de pacas de pajas que eran traslapadas para después ser tejidas entre ellas por medio de una aguja de palo que ellos mismos fabricaban. Usando como hilo lo que ellos llaman izote (Yucca elephantipes). Estos muros fueron remplazados posteriormente.

La cimentación de piedra. Los muros eran construidos de pacas de paja (con la técnica antes descrita) o de adobe. La estructura del techo era de troncos de madera, encima de estos se ponía una capa de Carrizo o Otate, sobre la cual se ponía un entortado de lodo y encima la teja. Años después llegaron a usar la misma estructura sobre la que descansaban teja colocada hacia arriba sobre la cual se ponía piedra pómez para luego ser cubierta con una lechada de cemento, según comentan los habitantes de Mezcala.

En poblados vecinos como la Santa Cruz, Ojo de Agua, etc. As común encontrar viviendas con muros de adobe o techos con troncos, carrizo y/o otate.

Estos sistemas fueron reemplazados por muros de ladrillo de lama o bloques de jalcreto. El sistema estructural a base de castillos. Las bóvedas son o catalanas, de cuña y unas cuantas losas llenas de hormigón.



Foto 3.Casa en Mezcala. Carrillo, M (2014)

Encuestas realizadas a pobladores de Mezcala arrojan dos datos importantes por un lado, la mayoría de las personas autoconstruyen, por otro lado estas construcciones se hacen progresivamente. Esto debido al ahorro que representa la autoconstrucción. Agregando además que el material se va comprando según se tienen las posibilidades.

2.2 Marco conceptual

La vivienda, entendida como un lugar de refugio, nace a partir de que el ser humano deja de ser nómada. Se ve entonces frente a la necesidad de protegerse del medio ambiente. Encontramos así que las primeras viviendas fueron construidas con materiales encontrados en la región. Su tipología fue determinada principalmente por el clima, pero poco a poco el diseño fue desarrollándose tomando en cuenta otros factores, como el contexto social.

En este estudio se pretende que el modelo de vivienda se adapte a lo que Gledhill, J (2010) citando a la Dra. Rolnick " comenta al señalar "que lo que debía ser universal -como derecho a la vivienda- era el derecho a "una vivienda digna" y no el derecho a una vivienda propia."

Este concepto de vivienda debería estar ligado al mismo tiempo “no sólo a las necesidades materiales de las viviendas, sino en las condiciones sociales que maximicen el “bienestar” de una población. Éste no consiste simplemente en una cuestión de nivel de vida, por muy importante que ello sea, sino también en el disfrute de respeto social y seguridad física”. Gledhill, J (2010)

“La practica de la autoconstrucción de viviendas surgió en un contexto histórico, que la valido políticamente, para dar solución a pobladores de escasos recursos. Esta práctica caracterizo la forma de crecimiento expansivo de las ciudades entre las décadas de los 40 hasta mediados del 1970”. Pinto, M. F (1993) “ En el mismo artículo señala como “cabe precisar dos situaciones diferentes: una cosa es hablar de soluciones de autoconstrucción como práctica social que responde a la necesidad de una familia que es propietaria de un terreno y genera una vivienda producto de la autoconstrucción. Y otra es una política de autoconstrucción de parte de los Gobiernos, Organismos e Instituciones para resolver el problema.”

La autoconstrucción vista desde un punto de vista antropológico puede generar cambios sociales como lo comenta Gledhill, J (2010). “la innovación en las casas que la gente construye o diseña por sí misma puede ser un vehículo para transformarse en actores sociales, tanto para bien como para mal desde el punto de vista de sus vecinos, en los procesos de cambio social y en la consecución de del asenso social dentro de su entorno.”

El diseño estructural es fundamental cuando se habla de seguridad en la vivienda, permite saber que lo que se construye es apropiado para la zona sísmica, el reto es que esta estructura responda no solo a la necesidad primera de ofrecer la permanencia de la vivienda. Un diseño estructural capaz de responder a un contexto físico, social y económico. Mucho tiempo el diseño estructural y el diseño arquitectónico se han visto en conflicto, no buscan correspondencia uno con el otro, mucho menos trabajar juntos.

El diseño estructural puede llegar a no tener relación si hablamos de autoconstrucción. Es muy común escuchar como se construyen viviendas siguiendo la regla de “claro más uno” misma que no tiene correspondencia con nada. Al mismo tiempo te limita al uso de algunos materiales.

Un proyecto capaz de integrar un diseño estructural que corresponda con su contexto, que permita ser autoconstruido y que ofrezca el mayor confort, por menor gasto. Que ofrezca la oportunidad de construirse a través de materiales que se puedan cosechar solucionando problemas de transporte, ecológicos y económicos.

2.3 El bambú

2.3.1 El bambú en el mundo

El bambú alrededor del mundo es un material que tiene múltiples aplicaciones. Con el pasar de los años se le han encontrado diferentes usos al bambú. Desde artículos de cocina, pisos, cortinas, mobiliario, hasta construcciones. El bambú es utilizado tanto en su estado natural como materiales industrializados. En la actualidad existen toda clase de estudios que toman como base el bambú. Encontramos desde estudios forestales, diferentes pruebas y tratamientos, propiedades físicas, cualidades mecánicas, estudios de mercado, entre otros. Lo que si podemos deducir de la existencia de esta variedad de estudios y productos es que, el bambú es un recurso maderable muy importante.

Y lo que es más importante es que el bambú es una gramínea arbustiva de rápido crecimiento. Algunas especies crecen hasta un metro el día (variando según la especie) El bambú crece sobre todo en las regiones tropicales y subtropicales.

Según dice Cortes, R (2000) "actualmente se reconocen un total de 90 géneros y unas 1,040 especies de bambúes en el mundo, que se distribuyen desde los 460 de latitud norte hasta los 4,000 metros de altura en los Andes ecuatoriales.

En América se tienen identificadas 345 especies, distribuidas desde el sur de Estados Unidos, pasando por México, a lo largo y ancho de Centroamérica, en las Islas del Caribe y en América del Sur hasta el sur de Chile. Ordoñez, C. V. R (2002).

"La guadua en Colombia (especie de bambú) fue pieza fundamental en el proceso poblacional ocurrido en la región del viejo Caldas, conocido como el periodo de la colonización antioqueña", según cita de

Salas, D. E (2006) en su tesis Doctoral. Mencionando también que "contribuyo con sus versátiles propiedades a agilizar el proceso de poblamiento de las ciudades como Medellín, Pereira, Manizales, Armenia y Calí".

En Colombia los máximos exponentes en el uso de la guadua son los arquitectos Simón Vélez y Oscar Hidalgo, el primero ha trabajado tanto en lo residencial como en lo institucional, haciendo interesantes aportes al trabajar la guadua angustifolia en conjunto con el hormigón. Se le atribuye también las conexiones con varilla roscada rellenas con hormigón. Por su lado Oscar Hidalgo ha dedicado su vida a la investigación y enseñanza del uso del bambú. Logrando deformar la forma de las planta desde el crecimiento. "El uso masivo de la guadua en Colombia se dio un poco de manera forzada después del terremoto de Armenia en 1999, donde se tomó lo que había a la mano para reconstruir y sostener los edificios dañados por el temblor". Salas, D. E (2006)

En Asia el bambú representa un recurso muy importante para la economía de varios países; de los 10 millones de toneladas que se producen en el mundo, la mayor parte se producen en esa región. "Solamente en China se estima que el crecimiento de los bosques de bambú, anualmente es de 3.5 millones de toneladas". Como cita Ordoñez, C. V. R (2002).

Kengo Kuma y Shigeru Ban arquitectos Japoneses que junto con Li Xiaodong arquitecto chino y Vo Trong Nghia diseñador Vietnamita están posicionando el uso del bambú en modernas construcciones.

En India arquitectas como Shefali Balwani y Aruna Kappagantula han implementado el uso del bambú. La primera con un enfoque contemporáneo desde su estudio Architecture Brio. La segunda quién junto con Prashant Lingam promueve el bambú como un material ecológico capaz de substituir a la madera y acero entre otros. Su proyecto se enfoca en tres líneas, ambiental, social y financiera.

2.3.2 El bambú en México

"En México se han registrado 36 especies de bambúes leñosos y cuatro especies de bambúes herbáceos, por lo que se considera como un país de "moderada diversidad" estas especies se

distribuyen, principalmente en los estados de clima tropical como Veracruz, Chiapas y Oaxaca- que tiene el mayor número de especies- Tamaulipas, Michoacán, Colima por mencionar algunos. Podemos encontrar bambúes desde el nivel del mar hasta altitudes de más de 4,000m". Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M (2002).

El bambú en México jugó un papel muy importante en la construcción de vivienda, y en la fabricación de muebles. "Los totonacas en Veracruz, los huastecos en Hidalgo y Tamaulipas, los aztecas y teotihuacanos en el centro de México, y los Maya-Chontales en Tabasco, han construido casas y lo siguen haciendo aún en estos días. La distribución geográfica de los bambúes se presenta básicamente en las regiones tropicales y los estados con mayor numero de especies son Chiapas, Veracruz y Tabasco". Cortés, R. G. R (2005). "También en los estados de Jalisco y Michoacán se presenta un número importante de especies". Ordoñez, C. V. R (2002).

"Actualmente en México se están desarrollando en algunas partes de los estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas plantaciones con especies introducidas de Asia y Sudamérica, entre las que se pueden mencionar por su extensión e importancia las de Agroindustria Moderna S. A., con plantaciones de Guadua en Tabasco y las de Cementos Apasco en Orizaba, Ver. También con especies de Guadua y del bambú conocido como "plumoso" y " africano", comúnmente". Ordoñez, C. V. R (2002). Por mencionar algunas.

Por otro lado existen organizaciones como bambuver, asociación civil que tiene como meta el desarrollo integral del bambú. En la actualidad son los mayores distribuidores de diferentes especies de bambú. Otorgando servicios a viveros, fabricantes de muebles y constructores que utilizan el bambú. Tienen una gran variedad de especies y venden desde plántulas hasta culmos ya tratados. El único inconveniente que podemos encontrar es la distancia con el estado de Jalisco. Ya que los costos se elevan por el transporte del material.

Por otro lado encontramos centros como "las cañadas" en Veracruz quienes: venden culmos de bambú tratado, (a precios más elevados que en bambuver) organizan también cursos de silvicultura y

construcción con bambú. Ojtli también en Veracruz imparte a su vez cursos de bioconstrucción destacando el uso del bambú en muros de bajareque.

En el distrito federal la empresa “Kaltia consultoría y proyecto”, han realizado investigación de la mano de profesionales, como es el caso de las vigas de bambú reforzadas con acero, que sirven de estructura en las construcciones, llamadas por ellos mismos bambulosas. En este caso con ayuda del Maestro en Arquitectura Joao Caeiro.

En el estado de Puebla DICMA TRADE, empresa dedicada a la construcción, control ambiental, mantenimiento y arquitectura sustentable, ha hecho una exploración en el uso del bambú en construcción, su último trabajo la casa Popocatépetl, nos muestra una vivienda en dos niveles con estructura de bambú.

2.3.3 El bambú en el estado de Jalisco

Existen en Jalisco varias especies de bambúes nativos silvestres. “Es frecuente observar en lo alto de la sierra de Manantlán Chusquea circinata y Chusquea liebmannii formando parte importante de la vegetación arbustiva; algunos manchones de Chusquea nelsonii, pueden presentarse también, pero siempre en la orilla de los arroyos. En la región de Mismaloya crece silvestre Rhipidocladum racemiflorum y C. liebmannii; en las zonas bajas de esta región también se pueden observar poblaciones abundantes de Guadua paniculata identificado fácilmente por sus destacadas y agudas espinas en los nudos. Otatea acuminata es muy variable en Jalisco, pues se han podido diferenciar varias poblaciones donde el tamaño, grosor y forma biológica de la planta, pueden indicar lo variable de las condiciones ambientales donde crece Los otatales están presentes en el suroeste del estado donde pueden ser los únicos elementos de la vegetación natural, considerada por nosotros como un único Tipo de Vegetación del estado. En la región de Mascota, Tamazula y Jilotlán, crece silvestre un -otate- que es diferente al común. Se trata de Otatea fimbriata, un bambú usual del Bosque Tropical Subcaducifolio.” Pérez, R. & Cortés, G (2005).

Por otro lado en el estado de Jalisco, se han introducido diferentes especies de bambú "En relación a especies introducidas, La Fundación Produce Jalisco A. C. está trabajando con el establecimiento de algunas especies con el propósito de conocer como se desarrollan en diferentes ambientes. Se han establecido pequeños módulos de bambú de aproximadamente media hectárea, en 16 lugares diferentes del Estado. Las especies que se están evaluando son las siguientes:

Bambusa bambos, Bambusa ventricosa, Dendrocalamus hamiltonii, Dendrocalamus calostachys, Dendrocalamus strictus, Bambusa vulgaris, (tallo verde) Bambusa vulgaris - vittata -, Bambusa oldhamii, Dendrocalamus asper, Dendrocalamus latiflorus, Guadua angustifolia, Guadua aculeata, Thyrostachys siamensis ". Pérez, R. & Cortés, G (2005).

En la actualidad el uso del bambú en Jalisco esta limitado a la fabricación de muebles y artesanías en su mayoría se venden en Tonalá. Algunos de los productores y artesanos del bambú se abastecen a si mismos. Por lo regular Traen el bambú de Nayarit y Colima. Comenta el señor Francisco que hace apenas un año este bambú no se los cobraban. Pues el bambú por naturaleza puede desarrollarse como plaga. Pero en la actualidad la demanda del bambú lo convirtió en un producto que se cobra a un precio moderado. Caber resaltar que los lugares donde se puede encontrar el bambú son casi inaccesibles Y si le sumamos el transporte del bambú hasta Guadalajara es costoso encontrar bambú para su venta.

En nuestra experiencia nos toco comprar bambú a artesanos de Tonalá, el costo de un culmo de bambusa oldhamii de 3.5m de largo con un diámetro de entre 12 y 15 centimetros tiene un costo de $130.00 mientras que un culmo de 2.00m de largo con el mismo diámetro esta en $55.00. Se eleva el costo por la dificultad de transporte de culmos con largo mayor a 3.00m.

En Mezcala en años anteriores el uso de las diferentes especies de otate no estaba limitado a la fabricación de canastos y mobiliario, existen hasta la fecha construcciones que lo utilizan. Algunos de sus usos en construcción era en muros (bahareque) y techos, encima de troncos de madera a manera de vigas. Encima de el otate se ponía un entortado de lodo.

En Mezcala de la Asunción encontramos además de otate, Bambusa oldhamii y Bambusa vulgaris–Vittata que fueron introducidos en principio para uso ornamental- Ambos pueden ser utilizados en construcción.

2.4 Propiedades físico mecánicas del bambú

Las propiedades físicas y mecánicas del bambú se ven afectadas por los procesos de preservación y el manejo de la cosecha ya que es un material de origen natural. “Se presentan condiciones del ambiente como son el suelo y el clima que afectan la tasa de crecimiento, así como la estructura, la forma y las propiedades de resistencia. Se pueden mencionar otros ejemplos que son fuentes de variación en las propiedades de la guadua como la presencia o ausencia de luz y las labores silviculturales en el guadual como la poda de ramas. Se puede concluir entonces, que la guadua es un material bastante heterogéneo en su constitución interna, producto del medio ambiente donde se desarrolle” . Rodríguez, A. C. A & Díaz, E. M (2009)

2.4.1 Sistemas de preservación

Extracción

Es importante considerar que para lograr una extracción optima de Bambú se debería considerar antes un plan forestal en áreas erosionadas que permita una producción considerable para su mejor aprovechamiento.

Como recomendaciones para el corte de la guadua se tomo el estudio de Perea, R. J. J. & Villegas, R. J. P. & Cerquera, B. Y. & Cortés, M. P (2003). Y son citadas a continuación:

- El bambú deberá ser cortado entre los 4 y 5 años de edad, su corte deberá efectuarse en el periodo lunar cuarto menguante durante la madrugada.

- De acuerdo con la tradición, la guadua debe cosecharse cuando está madura; la cosecha se realiza entre el primero y el tercer día de menguante, entre las 12 de la noche y 6 de

la mañana antes de que aparezcan los primeros rayos de sol, hora en la cual las guaduas tienen menores contenidos de agua y concentración de carbohidratos; el corte debe hacerse con machete o serrucho, a ras del primer nudo que emerge de la superficie del suelo; la maduración optima se obtiene entre los 10 y 30 días, tiempo en el cual la guadua permanece dentro de la mata hasta que las hojas se desprendan de las ramas.

- Los cortes se hacen por encima del primer nudo basal, evitando la formación de depósitos de agua, en menguante y a la madrugada que es cuando las guaduas tienen menor contenido de agua y menor concentración de carbohidratos, lo que las hace más resistentes a los ataques de insectos.

- La durabilidad de la guadua en las construcciones en términos de baja probabilidad de ataque de insectos plagas, se encuentra relacionada con el corte en menguante, en horas entre las 12 de la noche y antes de que los rayos del sol se presentan sobre la superficie de la tierra, con un periodo de maduración dentro del guadual no inferior a 20 días.

2.4.2 Agentes biológicos que deterioran el bambú

"La durabilidad del bambú es muy baja y depende de la especie, época y edad del corte y el uso final que se le vaya a dar. La durabilidad varía a lo largo del culmo y del espesor de la pared. Así, la parte basal del culmo es considerada más durable, mientras que la parte interna de la pared deteriora más rápido que la parte externa". Según señala, Burgos, F. A (2003).

También cita que "como resultado de la falta de constituyentes tóxicos y su abundancia en almidón, el bambú es fuente de alimento a una gran variedad de organismos, especialmente hongos cromógenos e insectos taladradores, ejemplo de estos últimos son las especies *Dinoderus Minutes* y *Lyptus*, que causan graves daños durante sus corte, secado almacenamiento y uso".

2.4.3 Tipos de tratamiento

El tejido del bambú está constituido por cerca de 50% de parénquima, 40% de fibra y 10% de haces vasculares. Estos haces no están uniformente distribuidos en la parte interna del culmo, los más pequeños y numerosos están presentes en la parte más externa, mientras otros más largos pero muy pocos, se encuentran hacia la parte central del culmo. Además el bambú no tiene elementos radiales como la madera y la pared más externa esta cubierta por una capa delgada y dura, menos permeable que la capa interna". Cita Burgos, F. A (2003).

Cita además que "los haces vasculares constituyen el principal camino del flujo para el transporte de los persevantes durante el tratamiento del bambú, como los haces vasculares ocupan aproximadamente el 10% del volumen del culmo, su tratabilidad es de vital importancia para lograr la penetración y distribución de los perservantes haca los tejidos situados a su alrededor de no lograrse esto, se van a obtener zonas de tejido no tratadas que pueden ser fácilmente atacadas por hongos, siendo el tejido parenquimatoso, uno de los más susceptibles a este deterioro".

"Además de la estructura anatómica, la humedad tiene una gran influencia sobre la tratabilidad del bambú, especialmente en condiciones verdes, donde el movimiento del preservante ocurre vía difusión. También la tratabilidad es regulada por la edad (bambúes de 6 años contienen menos humedad que los más jóvenes 3 o 4 años). Todas estas diferencias tienen gran consecuencia en la uniformidad del tratamiento del bambú por métodos sin presión" menciona en otra cita el mismo.

Y finaliza Burgos, F. A (2003) mencionando "como durante el secado ocurren algunos cambios anatómicos los cuales reducen la tratabilidad del bambú. En contraste con la madera, el bambú comienza a contraerse desde el momento en que empieza a perder humedad. La savia en los vasos es precipitada, taponando la abertura de los tejidos adyacentes haciéndolos menos permeables al paso de los fluidos. El aire atrapado entre los tejidos contribuyes a la formación y aumento en el número de las interfaces líquido- aire y al incremento de la presión que será necesario aplicar para lograr la penetración de fluidos, restringiendo su flujo. En contraste con las capas internas, las capas externas contiene cera y material silicoso que las hacen impermeables".

Uno de los tratamientos que debe aplicarse al bambú para que sea menos propenso al ataque de insectos es el curado. Existen diferentes procedimientos, (físico y natural):

- Curado en la mata: después de cortar los culmos que se pretende utilizar. Se dejan en el lugar con ramas y hojas recostadas sobre otras plantas lo más vertical posible. Imprescindible que sean aisladas por una piedra. El periodo que deben permanecer así, es un mes. Posteriormente se retiran las ramas y se deja secar en un lugar ventilado.
- Curado por inmersión en agua: consiste en sumergir las guaduas después de cortadas en un estanque o en un río por menos de un mes. Este tratamiento no es muy recomendable pues se corre el riesgo de que las plantas cambien su color y se vuelvan quebradizas.
- Curado al calor: es un sistema muy eficiente ya que se obtienen ejemplares secos en corto tiempo. Se debe poner los culmos de forma horizontal sobre brazas, considerando una distancia suficiente para que no se quemen . Estos culmos deben ser rotados. A pesar de su eficiencia es un sistema que debe ser cuidado monitoreado en cada lugar con cada especie. Pues se corre el riego de agrietamiento de los culmos.
- Horno de secado: Este sistema es muy eficiente pero representa un gasto extra. Ya que por un lado debe adquirirse. Y por otro lado se debe secar una cantidad considerable de bambú. (Existen también hornos solares que son más eficientes en el ahorro de energía)

Otro tratamiento que es conveniente aplicar a los culmos de bambú antes de su utilización es la preservación a través de procedimientos químicos, para que el bambú sea menos propensa al ataque de insectos, humedad y el sol:

- Método de inmunización boucherie: Aplicación química a los tallos recién cortados para reemplazar la sabia de estos, quedando impregnados y protegidos contra insectos. Este sistema también sirve para proteger contra fuego si se utilizan químicos adecuados.
- Tratamiento por inmersión: Consiste en sumergir los culmos en un estanque lleno de químicos donde se deja por un día.

- Inmunización con humo: el bambú ya cortado se mete en una cámara de humo donde se dejan hasta que alcancen una humedad del 10% .
- Inmunización por cloruro de sodio, y dicromato de potasio. Recomendado para elementos estructurales.
- Preservantes oleo solubles: de fácil aplicación como desventajas, tienen un olor desagradable.
- Protección con resinas y aceites: para proteger los culmos contra el sol es muy común aplicarles pinturas de colores o barnices transparentes. Contra la humedad se recomienda la pintura de aceite. No obstante existen tratamientos naturales con base de aceite de linaza o ceras naturales.

2.4.4 Propiedades físicas del bambú adulto

"Una guadua madura presenta manchas blancas en forma de plaquetas que corresponden a hongos, se inicia la formación de líquenes en los nudos. Esta es la fase de mayor duración (entre 2 y 4 años). La sabiduría popular ha establecido que la madurez de la guadua, genera un sonido fino en el tallo cuando se golpea con una piedra o con el lomo de un machete. Perea, R. J. J. & Villegas, R. J. P. & Cerquera, B. Y. & Cortés, M. P (2003).

2.4.5 Propiedades mecánicas del bambú

"Desde un punto de vista mecánico, frente a requerimientos energéticos constructivos, de resistencia y rigidez por unidad de área, facilidad y seguridad de uso, etc. El bambú se puede comparar de manera favorable con materiales de uso común como el hormigón, el acero y la madera". Rodríguez, A. C. A. & Díaz, E. M (2009).

Según dicen Rodríguez, A. C. A. & Díaz, E. M (2009). "La gran versatilidad del bambú se debe en gran parte a su estructura anatómica y morfológica. La sección circular ahuecada presenta algunas ventajas estructurales en comparación con secciones macizas o rectangulares de otros materiales". Me gustaría finalizar con una cita de Rodríguez, A. C. A. & Díaz, E. M (2009). " El bambú requiere solo el 57% de su masa cuando es usado como viga y solo un 40% cuando es usado como columna".

2.4.6 Modelo de resistencia a compresión simple

"La resistencia del bambú a la compresión es relativamente alta, pero carece de significado si no se especifica el grado de sazonamiento y la relación entre la longitud y el diámetro de la pieza". Rodríguez, A. C. A. & Díaz, E. M (2009)

Continua diciendo que "es importante definir el grado de sazonamiento puesto que como en la madera, la humedad disminuyen la rigidez de las células fibrosas, trayendo consigo una disminución de las propiedades mecánicas, sobre todo en compresión y flexión. Si la longitud del culmo es suficientemente grande con respecto a la mínima sección transversal, la resistencia bajo carga compresiva disminuye considerablemente por efecto de flexión de columna (pandeo)".

A continuación cita un estudio de la Universidad Nacional de Colombia (1991) que recomiendan los siguientes aspectos:

- Seleccionar el material a utilizar, descartando todos aquellos elementos que presenten defectos tales como grietas, curvaturas y daños producidos por agentes exteriores.
- Utilizar como valor del módulo de elasticidad E= 90,913 Kg/cm2.
- Recomienda un factor de seguridad FS=3.0 para el esfuerzo de la compresión paralela a la fibra.

En el caso especifico de Bambusa oldhamii se pueden tomar los datos arrojados por Álvarez, C. R (2012);

- El bambú es una barra de forma cilíndrica, aproximadamente, que tiene una variación de diámetro a lo largo de su longitud total. Para los efectos de su longitud útil y práctica, ésta es de, más o menos, 6 metros, tramo donde las diferencias de diámetros y espesores se mantienen hasta en un 80%.
- De acuerdo a resultados de pruebas de laboratorio, existen variaciones diversas en relación con las resistencia dentro del mismo tallo; se pueden considerar éstas con valores cercanos a los apropiados para el diseño a flexo compresión.

- La separación de nudos en el tramo útil de un tallo a otro puede ser otra causa de variación en el índice de resistencia a pandeo.

El mismo Álvarez, C. R (2012) “señala que el módulo de elasticidad *E* podría considerarse para el caso del Bambusa Oldhamii con un valor promedio de 76,000 kg/Cm2”. Difiriendo el valor de aquel arrojado por la universidad de Colombia para otro tipo de bambú.

De los comentarios finales que hace el mismo sobre sus pruebas realizadas se extraen los siguientes aspectos:

- Se divide un tallo en tres, en su parte basal, tiene menor resistencia que la zona medial y distal, y justifica esto diciendo que el espeso es mayor en esta zona. En suma, esta cualidad o circunstancia física puede ser positiva para pensar en que la parte distal del bambú se pudiera usar para elementos de refuerzos en las conexiones entre bambúes dispuestos de diferente manera.
- La falla en general ha sido por pandeo hacia adentro y en algunos casos hacia el exterior, pero en ambos casos los resultados han dado valores relativamente bajos en resistencia.

Los alumnos Héctor Antonio Castro Hernández y Luis Edgardo Reynoso Álvarez, elaboraron en el PAP “desarrollo dela tecnología para la construcción” un trabajo acerca de la “construcción sustentable con Bambú ” Apoyados por el Dr. David Vargas del Rio, concluyendo con respecto a la compresión del bambú que;

- Lo que más va a influir en la resistencia a compresión será la geometría del bambú, pues no servirá casi de nada que tenga un buen espesor la pared del bambú si esta chueco. Después el espesor de la pared del bambú juega un papel muy importante, ya que es lo que prácticamente se lleva todo el esfuerzo, pues es allí donde se presenta la falla. (*sic)*
- Si observamos en la tabla de resultados las pruebas de compresión podemos ver que los anillos no son de gran ayuda para la compresión, pues sólo trabajan a cortante. En cuanto al bambú relleno con mezcla de mortero 2:1, podemos demostrar que si se realiza adecuadamente el

colado dentro del bambú y se deja fraguar correctamente, tanto el bambú como el mortero harán un gran equipo (ver tabla "compresión"). (*sic)*

COMPRESIÓN RELACIÓN 2:1	PARED BAMBÚ	DIÁMETRO	LONGITUD	ANILLOS	RESISTENCIA COMPRESIÓN
BAMBÚ FRESCO	**[CM]**	**[CM]**	**[CM]**	**#**	**[KG/CM^2]**
BFV1	0.3	9	20.5	1	**101.5**
BFV2	1	8	19	1	**161.9**
BFR1	0.8	8.5	19	0	**179.1**
BFR2	0.6	8	19	1	**71.1**
BFR3	1	8	19	1	**118.2**
BAMBÚ SECO					
BSV1	0.5	8	17.5	0	**88.5**
BSV2	0.9	8	17	1	**84.1**
BSV3	0.4	8	15	0	**84.4**
BSV4	0.3	8	18	0	**82.0**
BSR1	0.8	8	16	1	**119.2**
BSR2	0.4	8	18	1	**91.2**

Tabla 1. Resultados de prueba a compresión con mezcla de mortero 2:1. –Tabla compresión- Castro, H. H. A. & Reynoso, A. L. E (2014)

BFV Bambú fresco vacío/ BSV bambú fresco relleno

BFV Bambú fresco vacío/BSV bambú seco relleno.

COMPRESIÓN	PARED BAMBÚ	DIÁMETRO	LONGITUD	ANILLOS	RESISTENCIA COMPRESIÓN
BAMBÚ FRESCO	**[CM]**	**[CM]**	**[CM]**	**#**	**[KG/CM^2]**
BFR	0.7	8	61	2	**26.0**
BAMBÚ SECO					
BSR	0.9	8	60	2	**98.7**

Tabla 2. Resultados de prueba a compresión. Castro, H. H. A,. & Reynoso, A. L. E (2014)

Por su parte los alumnos del PAP de laboratorio y diseño sustentable para la vivienda, sistemas alternativos de construcción con bambú, Mayra Reynoso Ibarra, Víctor Guillermo Corona Gil, Rogelio Federico Paris Vázquez, Juan Ignacio Irastorza Icaza, Daniel Arrieta Mexia y Alfonso Francisco Martínez Díaz con asesoría de los profesores, Maestra Gabriela Nizarindani Gallegos Romero, Dr. Alejandro Mendo, Dr. David Vargas y Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo. Realizaron 2 pruebas de secado a dos lotes de culmos de bambú de la especie Phyllostachys aurea. Tuve el gusto de acompañarlos en la

primera fecha de extracción. El bambú fue cortado el día 23 de Agosto de 2014 en las instalaciones del ITESO y el segundo de la misma especie, cortado el día 14 de Septiembre de 2014 cerca de las cañadas.

					Superior (cm)		Inferior (cm)			
	Secado	Oxicloruro de C.	Cámara H.	Compresión (kg/cm²)	D. Exterior	D. Interior	D. Exterior	D. Interior	Carga (kg)	Area (cm²)
1	Horno	1	1	143.64	5.16	3.12	6.22	3.14	2579.00	17.95
2	Brazas	1	1	143.29	6.60	4.75	6.69	4.66	2478.00	17.29
3	Natural	1	1	354.10	6.51	3.94	6.56	4.37	7063.00	19.95
4	Sin Secado	1	1	483.23	6.30	3.27	6.53	3.11	11759.00	24.33
5	Horno	0	1	282.96	6.05	4.00	6.65	4.69	4759.00	16.82
6	Brazas	0	1	56.95	4.94	3.05	5.39	3.14	767.00	13.47
7	Natural	0	1	127.11	5.19	3.39	5.73	4.41	1439.00	11.32
8	Sin Secado	0	1	242.16	6.88	3.11	7.22	3.16	7589.00	31.34
9	Horno	1	0	241.45	5.95	3.73	6.05	3.32	4461.00	18.48
10	Brazas	1	0	350.58	5.92	4.46	6.01	4.57	4190.00	11.95
11	Natural	1	0	329.26	6.76	3.50	7.60	3.75	9966.00	30.27
12	Sin Secado	1	0	360.22	6.32	3.60	6.55	3.41	8241.00	22.88
13	Horno	0	0	90.00	5.24	4.11	5.69	4.34	852.00	9.47
14	Brazas	0	0	295.45	6.19	2.94	6.52	2.87	7415.00	25.10
15	Natural	0	0	530.79	5.28	3.05	5.51	3.11	8197.00	15.44
16	Sin Secado	0	0	291.61	5.12	2.98	5.40	3.05	4259.00	14.61

Tabla 3. Resultado a compresión realizado por los alumnos de PAP . Elaboración alumnos del mismo PAP.



Foto 4. Corte de bambú en el ITESO. Foto alumnos de PAP



Foto 5. Traslado de bambú al laboratorio. Fotos alumnos de PAP

Las pruebas a realizadas a los culmos que habían sido sometidos a distintos tratamientos de secado fueron realizadas en el laboratorio de ingeniería civil, en la prensa universal. A continuación se presentan los resultados obtenidos por Reynoso, I. M & Corona, G. V. G. & Federico P. V. R & Irastorza, I. J. I & Arrieta, M. D Y. & Martínez, D. A. F (2014):

- En promedio se obtuvo una carga a la compresión de 270 kg/cm2 y un módulo de elasticidad de alrededor de los 3,000kg/cm2.
- De acuerdo a los valores ingresados en el análisis de varianza y a los valores que nos arrojó el experimento en cuanto a los resultados a compresión, podemos inferir que el método de secado y la aplicación de oxicloruro de cobre afecta considerablemente su capacidad de carga; esto es por que en cuanto mayor contenido de agua contenga el culmo, mayor será su resistencia a la comprensión simple. Sin embargo el alto contenido de agua produce la formación de hongos con mayor facilidad.
- Dicho análisis arroja una formula aproximada para inferir la resistencia a compresión simple de un culmo de bambú:

  Compresión= 311.215* Secado+176.235*Oxicloruro de cobre, (para culmos de 0.50m de longitud).

Tomando en cuenta que los valores para el secado son 0 para horno, 0.1 para brasas, 0.5 para secado natural y 1 para sin secado. Así mismo los valores para el oxicloruro de cobre son 1 cuando se aplica y 0 sin aplicación.

Por otro lado el alumno Daniel Soto de la materia desarrollo de tecnología para la construcción realizó un trabajo de tratamiento a varios culmos de bambú Chusquea longifolia proveniente de Colima, según relata en su documento final realizó pruebas a varas con una longitud entre 2.8 y 4.3 metros. Clasificadas en tres grupos, con diferente fecha de corte. El primer grupo denominado A fue rociado con una solución de sulfato de cobre y agua, el grupo B se sometió a un proceso de secado y al grupo C no se le aplico ningún tratamiento.

TRATAMIENTO	CLAVE	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO INFERIOR (mm)	DIÁMETRO CENTRAL (mm)	DIÁMETRO SUPERIOR (mm)
Rociado con una soliucion de sulfato de cobre y agua	A1	303.8000	91.1000	91.2000	90.8000
	A2	304.0000	84.5000	85.5000	89.4000
	A3	304.0000	59.4500	59.5000	60.2000
	A4	299.0000	70.4000	70.6000	70.5000
	A5	280.2000	81.8000	85.6000	91.4000
	A6	304.3000	60.4000	56.0000	51.6000
	A7	273.4000	59.2500	68.1500	67.2000
	A8	304.0000	91.8000	94.6500	96.0000
	A9	293.0000	55.9000	53.4500	60.0000
	A10	304.1000	51.7000	58.5500	69.3000
secado y ahumado	B1	304.0000	88.8000	79.2000	80.5000
	B2	256.9000	63.2000	59.2000	60.1000
	B3	304.3000	60.5000	60.7500	69.4000
	B4	304.0000	73.6000	74.3000	72.3000
	B5	304.5000	49.1500	56.0000	64.4000
	B6	304.0000	82.0000	77.7000	76.4000
	B7	300.0000	80.4000	71.2500	67.2000
	B8	304.0000	67.1000	66.2000	66.0000
	B9	295.0000	78.6000	71.0500	79.3000
	B10	275.7000	70.0000	61.3000	60.5000
sin tratamiento	C1	303.8000	81.0000	73.7500	71.7000
	C2	304.5000	95.6500	95.3000	95.5000
	C3	304.0000	99.8000	93.5000	95.8000
	C4	303.5000	68.6000	70.2000	69.1000
	C5	304.5000	68.1000	61.7000	57.2500
	C6	304.3000	100.3000	98.5000	102.6000
	C7	305.0000	61.1000	53.1000	58.0000
	C8	262.0000	58.0000	56.7000	56.8000
	C9	304.5000	75.4500	73.4000	73.6000
	C10	291.5000	62.9000	63.0000	58.0000

Tabla 4. Tabla que muestra la aplicación del tratamiento a los culmos de chusquea longifolia. Elaboración Soto, D (2014)

En un estudio posterior que da seguimiento al antes mencionado, fue realizado por los alumnos del PAP de laboratorio y diseño sustentable para la vivienda, Sistemas alternativos de construcción: Enrique Romo Pérez, Yesica Peña Pérez, Vicente González Casas y M Antonieta O Farril Mtz-Cairo y quién presenta este trabajo, hicimos otro ejercicio a culmos de bambú con una longitud mayor de 3 metros y diámetros entre 5 y 11 centímetros. En el laboratorio de estructuras mayores, con la asesoría del Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo. La tabla 3 nos muestra los resultados.

	CLAVE	LONGITUD	DIAMETRO TOTAL (CM)	RADIO (CM)	AREA DE CARGA (CM2)	ESPESOR PROMEDIO (CM)	Fe (KG/CM2)	CARGA (KG)	CARGA DE L PRUEBA (KG
1	A1	303.8000	9.1033	4.5517	37.1567	1.5700	134.3724	4992.8319	2865.8
2	A6	304.3000	5.6000	2.8000	15.0912	1.0575	50.6824	764.8605	1777.87
3	A8	304.0000	9.4150	4.7075	43.1986	1.8075	143.5418	6200.8111	3540.69
4	A10	304.1000	5.9850	2.9925	18.0390	1.2000	57.9669	1045.6670	1411.3
5	B1	304.0000	8.2833	4.1417	34.0704	1.6300	111.1087	3785.5131	1774.59
6	B3	304.3000	6.3550	3.1775	22.2894	1.4450	65.2698	1454.8268	1052.62
7	B4	304.0000	7.3400	3.6700	24.5933	1.2950	87.2428	2145.5853	3216.78
8	B5	304.5000	5.6517	2.8258	16.5768	1.1800	51.5541	854.6035	1669.05
9	B6	304.0000	7.8700	3.9350	21.8128	1.0125	100.2968	2187.7510	3497.93
10	B7	300.0000	7.2950	3.6475	27.1052	1.4850	88.4897	2398.5315	2221.2
11	B8	304.0000	6.6433	3.3217	18.9463	1.0850	71.4677	1354.0478	2353.05
12	B9	295.0000	7.6317	3.8158	25.8590	1.3000	100.1566	2589.9472	2509
13	C1	303.8000	7.5483	3.7742	24.7335	1.2500	92.3871	2285.0568	1505.88
14	C2	304.5000	9.5483	4.7742	45.1085	1.8700	147.1517	6637.7955	1665.97
15	C3	304.0000	9.6367	4.8183	33.1583	1.2600	150.3805	4986.3532	1592.84
16	C4	303.5000	6.9300	3.4650	19.2441	1.0400	78.0250	1501.5246	2399.7
17	C5	304.5000	6.2350	3.1175	16.9081	1.0350	62.7456	1060.9057	1723.9
18	C6	304.3000	10.0467	5.0233	57.6545	2.4000	163.1267	9404.9878	3095.3
19	C7	305.0000	5.7400	2.8700	15.8110	1.0800	53.0040	838.0473	925.02
20	C9	304.5000	7.4150	3.7075	27.2433	1.4550	88.7427	2417.6405	2126.83

Tabla 5. Resultados arrojados por las pruebas en el laboratorio. Alumnos de PAP



Foto 6. Pruebas de culmos de bambú. Alumnos de PAP

La tabla 5 nos muestra que el culmo C6 incremento su resistencia gracias a la colocación de cinchos de plástico. Lo cual nos sugiere que una conexión que abrace el bambú va a mejorar sus resistencia. Cabe resaltar que el culmo no había recibido tratamiento alguno.

2.4.7 Resistencia al cortante

"El esfuerzo cortante es una medida de la capacidad del bambú a resistir fuerzas que tienden a producir deslizamiento de una porción del material con material con relación a otra porción adyacente". Rodríguez, A. C. A. & Díaz, E. M. (2009).

Ellos mismos mencionan en su estudio que "ensayos realizados en Colombia con Guadua angustifolia presentaron un valor máximo de 144kg/cm2 y el mínimo de 45/cm2 con promedio de 93kg/cm2". Hacen énfasis en lo siguiente, "el esfuerzo de corte deberá ser tomado muy en cuenta especialmente en el diseño de uniones o juntas. La mayoría de estos componentes constructivos están sujetos a corte paralelo a la fibra".

Por su cuenta Álvarez, C. R (2012) hablando de Bambusa Oldhamii, concluye que "la resistencia al esfuerzo cortante del bambú es más pequeña en el sentido de las fibras que en el sentido perpendicular a las mismas, sin embargo el resultado es el mismo: rajadura de las fibras en sentido longitudinal. Esto es muy importante para el diseño de conexiones, ya que la perforación del bambú y el uso de pernos, propicia condiciones ideales para la falla al esfuerzo cortante. Se tendrá que pensar en restringir las deformaciones tangenciales debido al efecto de poisson, con cintas adheribles, enrollando el bambú para proteger al mismo de las grietas longitudinales".

2.4.8 Resistencia a la tracción

"Siendo el ensayo a tracción uno delos más importantes al momento de dimensionar estructuras con guadua, se observan notables diferencias en los valores encontrados, que aunque siguiendo las mismas normas varían hasta en un 82% de diferencia" citan Rodríguez, A. C. A. & Díaz, E. M (2009). Mencionando después que esto puede ser originado por la anisotropía del material a los parámetros de operación del ensayo y a condiciones ambientales de humedad relativa y temperatura, por muestra la

necesidad de estandarizar los procedimientos en las pruebas principalmente en los puntos de agarre de las probetas en donde se presentan inconvenientes por desplazamiento.

“Con relación a la madera y aún el concreto el bambú tiene muy altas propiedades mecánicas”. Según dice Álvarez, C. R (2012) Y continua, “esto le da un potencial estructural excelente que poco se explota en el mundo excepto por algunos países que tienen una larga tradición en su uso como son India, Malasia y China; Y apenas hace pocos años en el continente Americano en Colombia y Costa Rica se han iniciado estudios de gran alcance para utilizar sus recursos de bambú para satisfacer necesidades de vivienda así como de estructuras para otros fines”.

2.4.9 Flexión del bambú

“La flexión estática se analiza principalmente en tres propiedades ellas son (MOE) Módulo de Elasticidad, (MOR) Módulo de Rotura y (ELP) Esfuerzo al Límite Proporcional”. Rodríguez, A. C. A. & Díaz, E. M. (2009). En el mismo estudio señalan “que la variable Módulo de Elasticidad presenta diferencias significativas en su promedios según la edad de la guadua, las guaduas verdes se diferencian significativamente de las sobre maduras, siendo menor el promedio en las verdes, pero no hay diferencias significativas entre los promedios de verdes y maduras, ni entre maduras y sobre maduras”.

Con respecto a al esfuerzo de rotura mencionan que, “la edad de la guadua muestra promedios significativamente diferentes (en las tres edades), mostrando un aumento del promedio de esfuerzo de rotura a medida que aumenta la edad de la guadua. También hay diferencias significativas de acuerdo al ambiente, siendo mayor el promedio en el ambiente normal (65%HR), es decir entre menos humedad relativa del ambiente mayor son las propiedades mecánicas de la guadua”.

Refiriéndose al esfuerzo de rotura entre los dos ambientes nos dicen, “tuvo un incremento del 40% del valor de clima húmedo (85%HR/20ºC) de 87.98 N/nm2 a 122.917 N/nm2”.

Por otro lado con respecto a la especie Bambusa oldhamii, Álvarez, C. R (2012) dice, “para las prácticas de construcción, la fluencia y la recuperación, podrían no tomarse en cuenta, cuando el arquitecto

diseñe los elementos estructurales con bambú bajo principios de deformación de los elementos a flexión. Sin embargo, en algunos casos se puede lograr arquitectura de cubiertas deformadas construidas con base de bambú y aprovechando su gran flexibilidad, siempre y cuando tengamos previstas las deformaciones dentro de rangos de seguridad aceptables".

Con respecto a la Flexión Castro, H. H. A & Reynoso, A. L. E. & Vargas, R. D.(2014) comentan "cuando se somete a flexión el bambú, los anillos son los que juegan el mejor papel, pues le ayudan a resistir mucho más. En esta prueba también entra otro factor de importancia, el diámetro y nuevamente el espesor de la pared del bambú (ver tabla de flexión). Concluyen diciendo que, el bambú seco llega a presentar una falla frágil mientras que el bambú fresco presenta una falla dúctil". *(sic)*

FLEXIÓN	PARED BAMBÚ	DIÁMETRO	LONGITUD	ANILLOS	MAXIMA CARGA	V (max) [kg]	M (max) [kgcm]	Flecha (max)
BAMBÚ FRESCO	[CM]	[CM]	[CM]	#	[KGf]	*x=30.5*	*x=30.5*	*x=30.5*
BFV1	0.9	8.5	61	2	**660.8**	**330.40**	**7434.00**	**1254487.50**
BFV2	1	8.5	60	2	**892.2**	**446.10**	**10037.25**	**1693785.93**
BAMBÚ SECO						*x=35.5*	*x=35.5*	*x=35.5*
BSV1	1	8	71	3	**1381.5**	**690.75**	**15541.88**	**2622691.4**
						x=30.5	*x=30.5*	*x=30.5*
BSV2	0.8	7	60	2	**386.8**	**193.4**	**4351.5**	**734315.62**

Tabla 6. Resultados de prueba a flexión. –Tabla de flexión- Castro, H. H. A. & Reynoso, A. L. E (2014)

2.5 Las conexiones en las estructuras de bambú

2.5.1 La importancia de las uniones estructurales.

Es igual de importante el conocer las propiedades físicas y mecánicas del bambú que las conexiones. Al trabajar la guadua podemos encontrar una gama muy amplia de conexiones, las encontramos desde las muy sencillas hasta más elaboradas. Algo que se debe tomar en cuenta es que herramientas y conocimientos técnicos tiene quien se espera que ejecuten estas conexiones.

“Todos los miembros y elementos estructurales deberán estar anclados, arriostrados, empalmados e instalados de tal forma que garantice la resistencia y fluidez necesarias para resistir las cargas y transmitirlas con seguridad Prieto, R. S.D. & Mogollón, S. J. & Fabiarz, F. J. & Hurtado, G. J. E (2001)

Como recomendaciones para el uso de bambú en la construcción Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M (2002) nos dicen de utilizar:

- Bambúes mayores de tres años, previamente curados, secados al aire y trataos con preservadores.
- Con cortes y uniones apropiadamente hechos
- Con diámetros y espesor de pared apropiados
- Amarres de alambre, nylon cuerdas vegetales o de cuero
- Amarres de alambres de alambre dobles o triples (2 ó 3 alambres de igual longitud).
- Cuerdas de nylon o cuerdas vegetales suficientemente resistentes y en buen estado
- Pies derechos o puntales de longitud apropiada con un nudo en su extremo inferior lo cual permita golpes sin astillarse o rajarse.

2.5.2 Revisión de conexiones

Uniones con amarres

“El amarre se hace con cuerdas de material orgánico de esta manera existe una compatibilidad entre los elementos por unir y el material de fijación. Pueden ser de tiras de bambú, fibras de palma, ratán, lianas y cualquier otro material orgánico flexible y resistente. En la actualidad también se emplean cintas de plástico o materiales sintéticos”. Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M (2002)

“Un inconveniente de los materiales de origen orgánico es su susceptibilidad a ser atacados por agentes biológicos. También se pueden usar amarres con alambre, con el que se logra una unión más fuete pero es recomendable usar alambre (galvanizado) para evitar la corrosión Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M (2002)

“Algunos amarres como el ratán necesitan mano de obra artesanal especializada, que en nuestro país no existe porque sólo se usa para muebles y artesanías- Cuando se unen tiras de bambú o ratán, se recomienda que estén verdes sin secarse, o que se remojen para que se encojan cuando sequen logrando una unión más firme”. Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M. (2002)

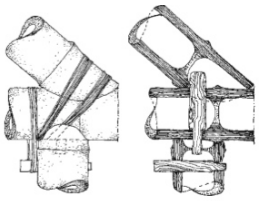


Figura 1. Unión con amarre. Tomada del libro Buiding with bamboo Minke G (2012)

Ventajas: es un sistema económico.

Desventajas: para su ejecución hace falta mano de obra especializada.

Uniones con pasadores

“Son uniones como las usadas en carpintería, de caja y espiga. Se utilizan principalmente pasadores de maderas duras, bambú y acero. Por lo general, los pasadores se sujetan en forma paralela al eje de los culmos y se aseguran con otros pasadores más pequeños. Para afianzar este tipo de unión se utilizan amarres adicionales” Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M. (2002)

“Una desventaja de estas conexiones es que no aprovechan todo el diámetro del culmo para trasmitir la carga. También se debe tener cuidado de la ubicación de los huecos para los pasadores, si se hacen muy cerca del extremo, los esfuerzos pueden romper el bambú, es mejor perforar a poca distancia de los nodos”. Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M. (2002)

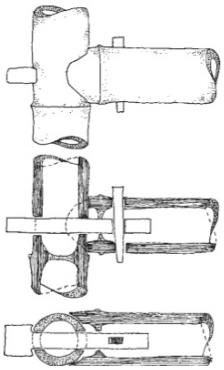


Figura 2. Unión con pasadores. Tomada del libro Buiding with bamboo Minke G (2012)

Ventajas: Es de fácil ejecución.

Desventajas: no se aprovecha todo el diámetro del culmo para trasmitir la carga, se debe tener especial atención a la ubicación de los pasadores lo cual dificulta la estandarización en el tamaño de los culmos.

Uniones pernadas

"Uniones pernadas, cuando sea necesario perforar la guadua para introducirle pernos, debe usarse talador de alta velocidad y evitar impactos. Unión con tornillo de acero a presión, es una tecnología sencilla, con elementos de acero que permiten un sinnúmero de uniones. Se debe evitar su uso en uniones en las que sea necesario resistir fuerzas considerables perpendiculares al eje del culmo, ya que estas pueden aplastarlo". Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M. (2002)

"El mortero debe ser lo suficientemente fluido para penetrar completamente dentro del culmo. Puede prepararse el mortero de relleno, por volumen, utilizando una relación a 1 a 0.5 entre el cemento y el agua y sin exceder la relación 4 a 1 entre el agregado fino y el cemento. Para vaciar el mortero se perfora el bambú con taladro y se coloca con un embudo o con una pequeña bomba casera. Los pernos pueden fabricarse con barras de refuerzo roscadas en obra o con barras comerciales de rosca continua". Álvarez, C. R. (2012)

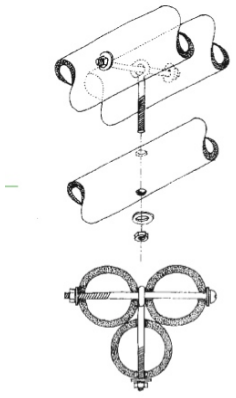


Figura 3. Unión pernada. Tomada del libro Buiding with bamboo Minke G (2012)

Ventajas: Es muy fácil de ejecutar.

Desventajas: Es necesario comprar el material en una tienda especializada. Son pocas ferreterías las que venden armellas roscadas de diferentes dimensiones. En poblaciones pequeñas es difícil encontrarlas.

Uniones con centro de madera

En este tipo de uniones se rellena el extremo hueco del culmo con un cilindro fijado con pegamento o resina, de manera que se incrementa considerablemente la capacidad de carga del bambú en su dirección transversal. Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M. (2002)

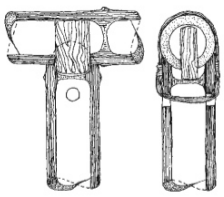


Figura 4. Unión con centro de madera. Tomada del libro Buiding with bamboo Minke G (2012)

Ventajas: Es muy fácil de ejecutar.

Desventajas: Se puede incrementar el costo por el uso de resina.

Uniones reforzadas con mortero o uniones metálicas

"En estas uniones se utiliza mortero, para rellenar el hueco del bambú y se refuerzan con varillas de acero, esta técnica facilita hacer uniones más complejas. Con este tipo de uniones se aprovecha el diámetro total del culmo, aunque también tiene desventajas que se deben tomar en cuenta; como la diferencia de contracciones, que puede provocar que el bambú se raje, los valores de contracción del bambú son entre 15 y 20 veces mayores que los del mortero; si la humedad relativa del ambiente disminuye, el bambú se contrae y se raja. Para esta conexión se taladra el bambú, colocando varilla dentro de este y se fija en los internodos rellenándola con mortero. Con los extremos de las varillas se pueden crear diferentes tipos de uniones". Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M. (2002)

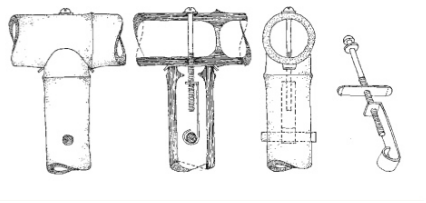


Figura 5. Unión reforzadas. Tomada del libro Buiding with bamboo Minke G (2012)

Ventajas: se aprovecha el diámetro total del culmo

Desventajas: las diferentes contracciones de los materiales.

2.5.3 Elementos compuestos

Uniones combinadas

"Otra forma de usar bambú en construcciones robustas es fabricando elementos y uniendo varios culmos para formar vigas o postes de dimensiones mayores que las que pueden tener un solo culmo. La ventaja adicional de este sistema es que se incrementa la capacidad de soportar las perforaciones que se realizan para hacer las uniones, aunque en el caso de los postes o columnas, su base no se refuerza. Este sistema constructivo también facilita la sustitución de elementos individuales, cuando, por alguna causa se deterioran, por ejemplo el caso de una columna. En el caso de los postes dobles también proporcionan mayor apoyo a los elementos horizontales o vigas". Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M (2002)

Vigas

"Usar un solo culmo como viga no sería adecuado, por su debilidad a la flexión y admite sólo una línea y no un área si no hay apoyo especial. Es por esta razón que culmos solos se utilizan como vigas solo en breve período o cargas reducidas. Una solución simple para aumentar la resistencia a la flexión es poner dos o tres culmos uno encima del otro. Conectados interiormente con pasadores de madera". Minke, G (2012).

“Para prevenir que un culmo se abra o se quebré, estos soportes deberían tener una conexión, preferentemente llena con concreto. Otra posibilidad para transferir fuerzas de el extremo de la caña consiste en hacer una terminación cónica con una varilla roscada”. Minke, G (2012).

“Para aumentar la rigidez en contra de la flexión se puede pre-tensar las vigas, donde la caña actúa como un cable en tensión”. Minke, G (2012).

Cerchas

“Para cargas pesadas, es adecuado utilizar en lugar de vigas, vigas de apoyo. Una variante sería a su vez el uso de armaduras, donde el elemento central inferior, que sólo funciona en tensión, se sustituye por una varilla de acero. Simón Vélez en Normadic Museum en la ciudad de México lo utilizo. En el llamado pórtico, donde hay una unión rígida entre columna y viga o elementos de cerchas, la unión entre ellos puede transmitir el momento de las fuerzas”. Minke, G (2012).

2.5.4 Resistencia al fuego

“El bambú por ser hueco, arde rápidamente. Muros de bambú tienen una alta concentración de ácido silícico. Razón por la cual los culmos de bambú son designados de acuerdo con la norma alemana DIN 4102 como inflamables pero resistentes a las llamas”. Minke, G (2012).

3. Planteamiento Metodológico

3.1 Tema de investigación

Viabilidad de construcción en bambú en Mezcala

Elemento Ordenador; Viabilidad en construcciónn

Referentes empíricos; Bambú

3.1.1 Variables y unidades de investigación

Bambú (especies, características físicas)

Construcción (resistencia de materiales, autoconstrucción, estructuras, conexiones,)

3.2 Preguntas de Investigación

Las cuestiones de investigación son las guías que orientan el proceso de investigación, que dan el carácter instrumental al método, partiendo de las necesidades y concepciones del investigador. A través de una disciplina concreta, mediante la utilización de los métodos concretos y las posibles cuestiones a tratar.

Por tanto la pregunta central de investigación, sería:

¿Es factible utilizar el bambú en la construcción en Mezcala de la Asunción?

Teniendo como preguntas particulares las siguientes;

¿Qué especies lo permitirían?

¿Qué percepción se tiene en la comunidad del bambú?

¿Es posible que la comunidad adopte un sistema constructivo en bambú?

¿Es posible su ejecución a través de la autoconstrucción?

¿Qué características debe tener la estructura diseñada en bambú?

¿Qué conexiones estructurales en bambú se podrían adoptar por parte de la comunidad?

¿Qué tipo de estructuras pueden diseñarse que correspondan con la zona sísmica, climática, etc. A la qué pertenece Mezcala, con respecto a la resistencia del Bambú?

3.3 Caracterización del estudio

A través de la metodología de triangulación se pretende abordar el presente estudio: en la primera y tercera etapa hacer uso del método cuantitativo, en la segunda etapa la metodología apropiada es la cualitativa. El método inductivo permitirá hacer el trabajo de investigación, así como las pruebas en laboratorio, mientras que el método dialectico buscará demostrar las ventajas del diseño en bambú sobre los sistemas tradicionales.

Delimitando la investigación encontramos que este estudio podría ser; sincrónico, meso. Espacialidad; Mezcala de la Asunción, Poncitlán, Jalisco (antes se debe hacer un estudio exhaustivo de las diferentes especies, en diferentes países) La temporalidad, 2014 a 2015. Con una unidad de análisis concreta; diferentes especies y sus características biológicas, físicas, estudio de material, producción y tratamiento con un grado de profundidad aplicativo.

3.3.1 Objetivos de investigación

1. Identificar las diferentes especies de Bambú
   1.1. identificar las características biológicas y físicas
   1.2. identificar los sistemas constructivos con bambú
2. identificar el uso y costumbres de los habitantes de la Rivera de Chapala (Mezcala de la Asunción) con respecto a sus actividades alrededor de la vivienda
3. Describir los sistemas constructivos utilizados en Mezcala

4. Vincular el sistema constructivo estructural en bambú con los usos y costumbres de la zona donde busca ser aplicada esta investigación
5. Diseñar un sistema constructivo estructural que corresponda al material y a la zona
6. Comparar el sistema constructivo en bambú con sistemas tradicionales (costos e impacto ambiental)
7. Aplicar el sistema constructivo.

3.3.2 Hipótesis de investigación

Es viable utilizar el bambú en la autoconstrucción en Mezcala de la Asunción, considerando los siguientes aspectos.

- Esta construcción deberá resultar más económica que otros sistemas constructivos ofreciendo calidad y confort (clima agradable, ventilación, durabilidad) a quien la habite. Deberá ofrecer la posibilidad de ser ejecutado mediante la autoconstrucción.
- La aplicación en construcción del bambú deberá ser fácil de ejecutar y no necesitar herramienta especializada, para asegurar la adopción de la técnica por parte de la comunidad.
- El diseño de esta estructura deberá ser modular con la finalidad de ser replicable.

3.3.3 Metodología de investigación

Habiendo identificado el problema, se hace necesario definir la línea metodológica que permita a través de una serie de pasos llegar a comprobar las hipótesis de investigación. Una estrategia metodológica de triangulación permite hacer un estudio completo ya que "pretende paliar la limitación de cada método, contrarrestándolas con las potencialidades de los otros métodos." Martínez, L. J. S (2004)

Martínez, L. J. S (2004) citando a N. Denzin y Lincoln 1998 refiriéndose al método de triangulación dice "....se ha considerado como la utilización de múltiples métodos, materiales empíricos, perspectivas y observadores para agregar rigor, amplitud y profundidad a cualquier investigación."

Por lo tanto, el estudio adecuado para mi investigación es la estrategia metodológica de triangulación

ya que mi proyecto requiere la parte cuantitativa entendida según la definición que hace Martínez, L. J. S (2004) “La estrategia metodológica cuantitativa, muy vinculada al enfoque positivista y empirista de la ciencia, es un tipo de estrategia que se sirve principalmente de los números y los métodos estadísticos”. Use ese método en la primera etapa para hacer el estudio de especies de bambú, así como la localización de la zona de aplicación. La finalidad será seleccionar el tipo de especie. En la última fase también, donde lo use para probar el modelo a escala de la estructura en el laboratorio de materiales.

Mientras que la metodología cualitativa partiendo de la referencia epistemológica que hace Martínez L, J. S (2004) “que lo que busca “conocer” es lo real, más que lo abstracto; lo global y concreto, más que lo disgregado y cuantificado; y que por su puesto está directamente vinculada con el paradigma cualitativo desarrollado dentro de las Ciencias Sociales”. Esta metodología me permitió hacer un acercamiento a la localidad donde se desea integrar este modelo estructural, buscando que holísticamente el bambú sea pertinente. Es decir: que se logre reactivar la economía a través de la cosecha de bosques de bambú, sin afectar la producción de alimentos, para después poder aplicar la construcción en su localidad y de ser posible ir poco a poco expandiendo el mercado. Se buscará que en todo momento la localidad se pueda apropiar de estos sistemas constructivos al ser una alternativa factible.

Sabemos de antemano que esta investigación busca su aplicación en Mezcala de la Asunción, Jalisco, así que será necesario, primeramente hacer un estudio minucioso en programas de manejo de información territorial, de las zonas donde encontramos especies similares al bambú, como el otate, caña o carrizo. Además se tendrá que conocer cuales son las que, por sus características climatológicas, permitan el cultivo del bambú. Lo siguiente será la delimitación temporal de la investigación, que abarca desde el momento presente hasta el verano del año 2015

Enlistado de momentos metodológicos:

- Investigación documental:(libros, revistas científicas, sitios confiables de internet)
    - De las especies de bambú -características físicas, bilógicas- que clima le favorece, etc.
    - De sistemas constructivos que involucren el uso del bambú.

- De propiedades mecánicas del bambú.

- Investigación de campo: que permita conocer los sistemas constructivos de la zona de estudio haciendo uso de video y fotografía para documentar esta información, al tiempo que se genere una encuesta abierta a los pobladores, y notas de campo, que nos permita conocer los usos y costumbres de agricultores como de posibles usuarios de la vivienda. Para esto será necesario construir un instrumento metodológico que permita a través de variables medibles una codificación de datos, para el posterior diseño de la estructura.
- Investigación documental en laboratorio a la especie de bambú seleccionada, de preferencia muestras de estas especies encontradas cerca de la zona donde se desea desarrollar el proyecto, si no es posible de otra localidad.
- Diseño de un prototipo estructural de un sistema constructivo.

3.3.4 Método y técnicas de investigación

Toda metodología requiere de un método que permita plantearse una serie de pasos concretos a seguir para llegar a un resultado esperado. Con la finalidad de validar esta investigación.

El método que pretende seguir este estudio, por un lado debe ser inductivo "Consiste en observar, estudiar y conocer las características generales o regulares que se aprecian en una diversidad de hechos o realidades para formular, a partir de ellas, una proposición o ley científica de carácter general" Caladuch, C. R (2008)

El método inductivo me permitirá hacer una clasificación de especies de bambú y la localización del proyecto, esto con la finalidad de encontrar la pertinencia al mismo. La meta es encontrar un lugar que por sus características físicas y climatológicas permitan la producción de una especie de bambú. Misma que debe permitir su introducción a la localidad.

Para el diseño estructural, también se debe seguir un método inductivo, que permita caracterizar el bambú desde el punto de vista de resistencia de materiales.

Por otro lado puedo utilizar el método dialéctico que en palabras de Caladuch, C. R (2008) "Consiste

en descubrir las contradicciones o antagonismos que existen entre los diversos elementos que forman parte de la realidad investigada para conocer las proposiciones o leyes que explican la dinámica de esa realidad y poder deducir las posibilidades y formas en que producirá el cambio a otra realidad superadora". Este método me permitirá acercarme a la comunidad, conocer sus aspiraciones, sueños deseos y necesidades.

El método de inferencia de contradictorio-sintetizadora será utilizado con la intención de plantear el uso del bambú en construcción de vivienda en lugar de cualquier otro material. Tomando la primer condición meta científica: "la realidad además de dinámica también es evolutiva" Caladuch, C. R (2008)

El seguir un método permitirá a mi investigación llevar a cabo una serie de pasos que tracen el camino para poder comprobar la hipótesis de mi investigación.

3.3.5 Metas

Comprobar la factibilidad del uso en autoconstrucción del bambú en Mezcala. A través de la construcción de un modelo en bambú corroborar si es posible construir con bambú. Considerando desde la recolección del bambú, fabricación del mismo y adopción del sistema por parte de la comunidad.

3.3.6 Alcances

En primera instancia este proyecto pretende determinar la posibilidad del uso del bambú en construcción en una zona geográfica específica, por lo tanto en primera instancia se buscara su aplicación en la zona buscando apoyo de la comunidad como recursos humanos. Para facilitar posteriormente la adopción del uso del material.

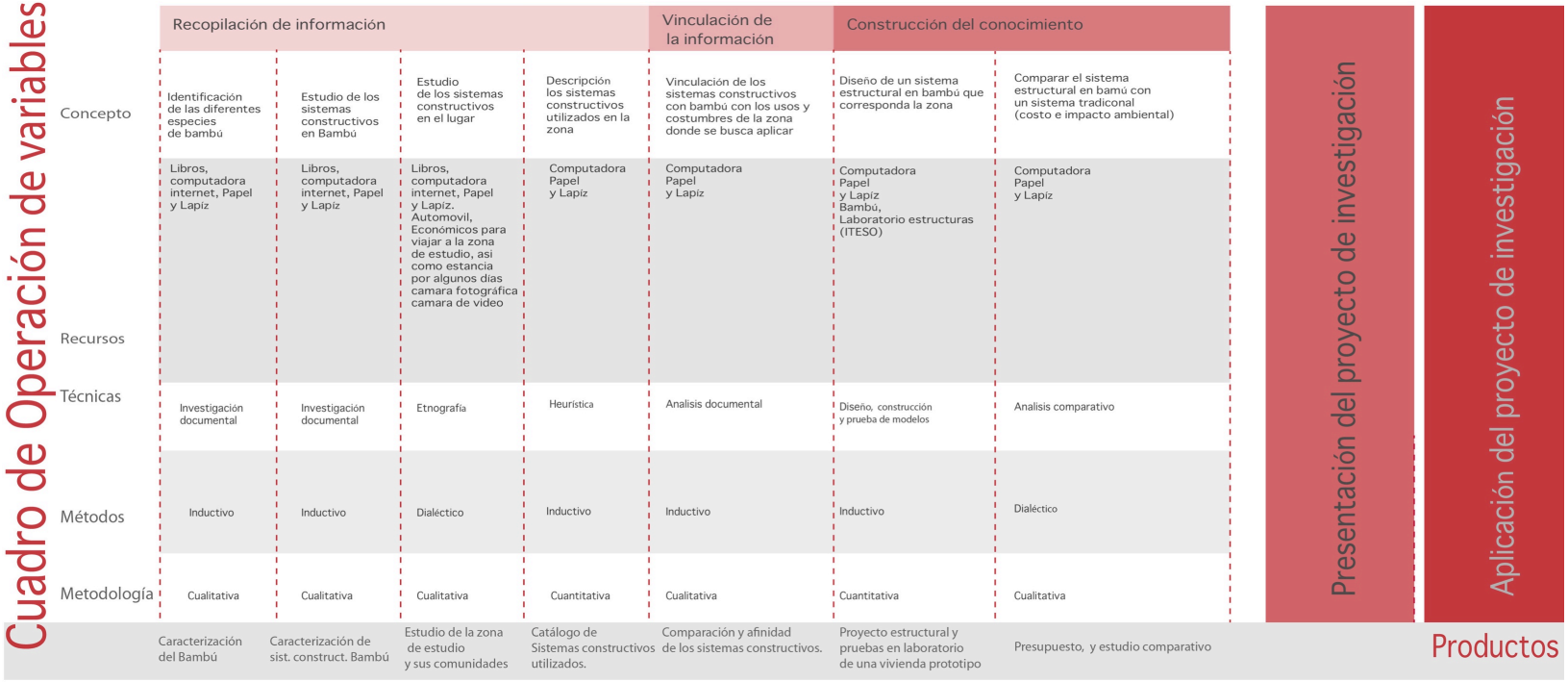


Tabla 7. Cuadro de operación de variables. Elaboración propia.

3.5 Modelo Heurístico

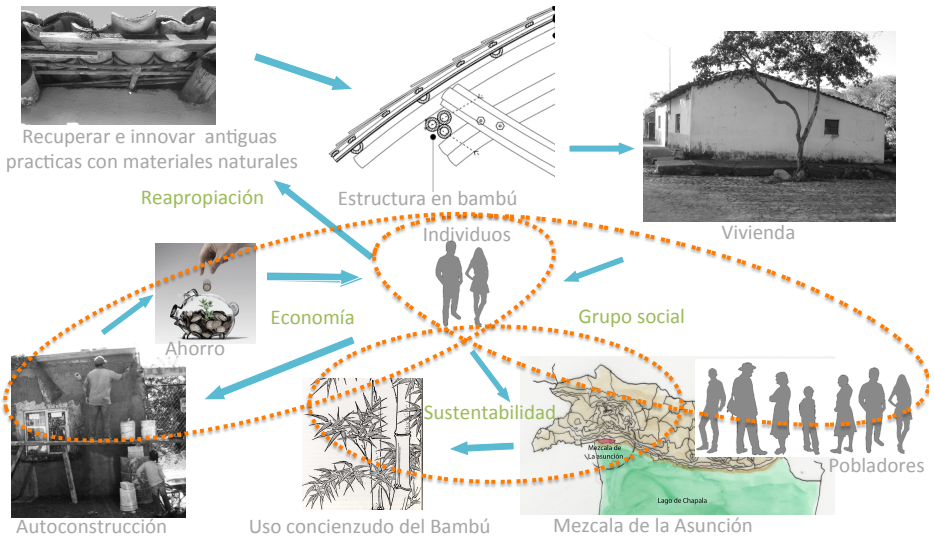


Diagrama 1. Elaboración propia

4. Resultados

4.1 Encuestas percepción, conocimiento y usos del bambú

4.1.1 Encuestas

La encuesta fue aplicada en la comunidad de Mezcala de la Asunción, que según el censo poblacional de INEGI en 2010, contaba con 5005 habitantes, el muestreo se realizó en un rango de edades entre los 15 y 49 años. El corte de edad se hizo pensando que estas personas pueden estar interesadas y tengan la capacidad económica y física de autoconstruir su vivienda. Datos del INEGI del mismo censo nos dicen que había un total de 2,346 hombres y mujeres en este rango. El tamaño de la muestra es el 10% de 2,346 es decir 234. Para obtener una muestra probabilística estratificada.



Diagrama 2. Elaboración propia.

Los encuestados son seleccionados al azar, ya que no se cuenta con un registro como pudiera ser una guía telefónica. Se tomo la plaza principal como centro de un radio en el cual se fueron aplicando las encuestas. Ya sea a habitantes de la zona, trabajadores de los negocios. O alguno que otro transeúnte.

El objetivo principal de la encuesta es: conocer que tanto se practica la autoconstrucción, de que materiales construyen sus viviendas y que percepción se tiene sobre el bambú. La encuesta aplicada contiene preguntas abiertas y cerradas cuyos datos recibirán diferente tratamiento, a continuación una imagen de la encuesta.

Edad_____
Sexo_____

1. ¿Alquila o es propietario de su casa?

☐ Alquilo

☐ Soy propietario

Otro (especifique)

2. ¿Esta interesado en adquirir una vivienda?

☐ si

☐ no

3. Si contesto afirmativamente la pregunta pasada ¿Estaría dispuesto a participar en su construcción?

☐ si

☐ no

¿Por qué?

4. ¿Sabe de que materiales se conforma el sistema estructural de la vivienda qué habita?

◯ si

◯ no

Si contesto si, describirlo a continuación

5. ¿Es la autoconstrucción una practica qué se lleva a cabo en su comunidad?

☐ si

☐ no

¿A qué cree que se debe esto?

6. ¿Usted o alguno de sus familiares ha practicado la autoconstrucción?

☐ si

☐ no

7. ¿Conoce alguna vivienda qué utilice el bambú en su estructura?

☐ si

☐ no

Ilustración 1. Hoja 1 encuestas.

Puede describirla

8. ¿Usaría el bambú en el sistema estructural de la casa qué le gustaría habitar?

☐ si

☐ no

¿Por qué?

9. Si el construir un sistema estructural en Bambú le permitiera ahorrar dinero ¿lo usaría?

☐ si

☐ no

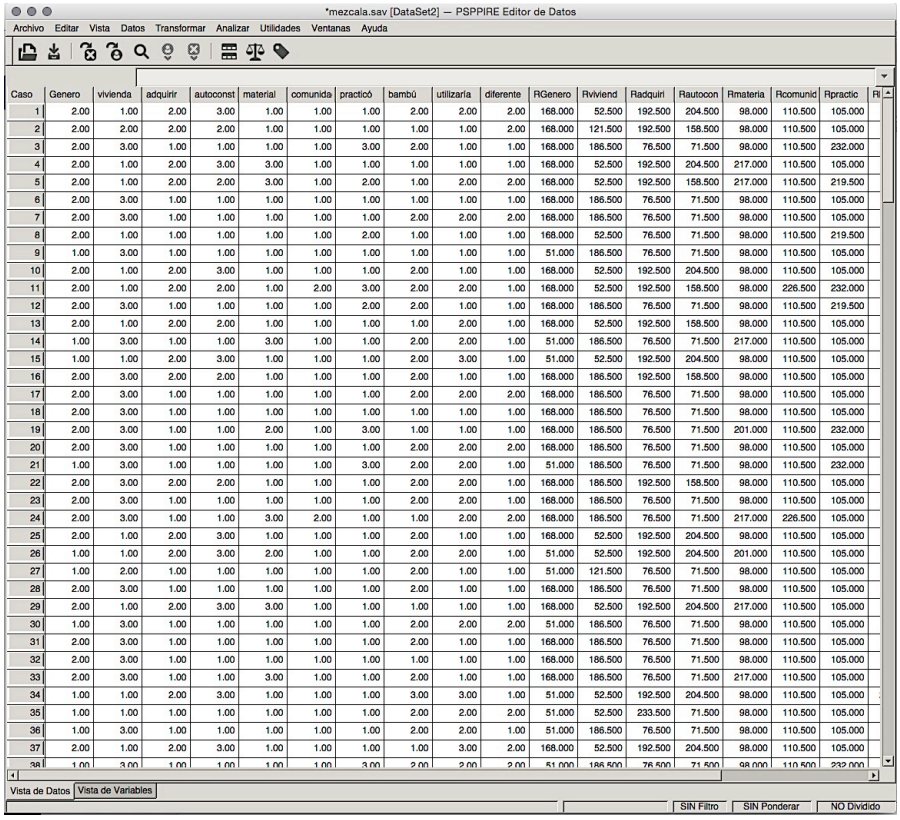
¿Qué tanto debería ser el ahorro?

10. ¿Existe alguna razón por la cuál no le gustaría vivir en una vivienda con un sistema estructural en Bambú? Describirla a continuación

Ilustración 2. Hoja 2 encuesta.

4.1.2 Análisis cuantitativo

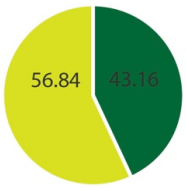
Los datos **cuantitativos** son capturados en el Paquete Estadístico de para las ciencias sociales (IBM PSPP). Con la finalidad de generar tablas estadísticas.



Caso	Genero	vivienda	adquirir	autoconst	material	comunida	practicó	bambú	utilizaría	diferente	RGenero	Rviviend	Radquiri	Rautocon	Rmateria	Rcomunid	Rpractic
1	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	168.000	52.500	192.500	204.500	98.000	110.500	105.000
2	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	168.000	121.500	192.500	158.500	98.000	110.500	105.000
3	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	1.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	232.000
4	2.00	1.00	2.00	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	168.000	52.500	192.500	204.500	217.000	110.500	105.000
5	2.00	1.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	168.000	52.500	192.500	158.500	217.000	110.500	219.500
6	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
7	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
8	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	168.000	52.500	76.500	71.500	98.000	110.500	219.500
9	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	51.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
10	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	168.000	52.500	192.500	204.500	98.000	110.500	105.000
11	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	168.000	52.500	192.500	158.500	98.000	226.500	232.000
12	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	219.500
13	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	168.000	52.500	192.500	158.500	98.000	110.500	105.000
14	1.00	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	51.000	186.500	76.500	71.500	217.000	110.500	105.000
15	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	51.000	52.500	192.500	204.500	98.000	110.500	105.000
16	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	168.000	186.500	192.500	158.500	98.000	110.500	105.000
17	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
18	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
19	2.00	3.00	1.00	1.00	2.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	201.000	110.500	232.000
20	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
21	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	2.00	1.00	51.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	232.000
22	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	168.000	186.500	192.500	158.500	98.000	110.500	105.000
23	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
24	2.00	3.00	1.00	1.00	3.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	168.000	186.500	76.500	71.500	217.000	226.500	105.000
25	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	168.000	52.500	192.500	204.500	98.000	110.500	105.000
26	1.00	1.00	2.00	3.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	51.000	52.500	192.500	204.500	201.000	110.500	105.000
27	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	51.000	121.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
28	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
29	2.00	1.00	2.00	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	168.000	52.500	192.500	204.500	217.000	110.500	105.000
30	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	51.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
31	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
32	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
33	2.00	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	168.000	186.500	76.500	71.500	217.000	110.500	105.000
34	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.00	51.000	52.500	192.500	204.500	98.000	110.500	105.000
35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	51.000	52.500	233.500	71.500	98.000	110.500	105.000
36	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	51.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	105.000
37	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	168.000	52.500	192.500	204.500	98.000	110.500	105.000
38	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	2.00	2.00	51.000	186.500	76.500	71.500	98.000	110.500	232.000

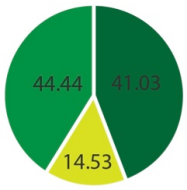
Ilustración 3. Impresión de panta del programa PSPP .

A continuación las gráficas generadas con los datos obtenidos en las tablas generadas en el programa PSPP.



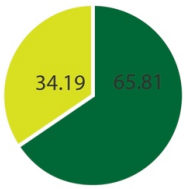
Gráfica 1. Porcentaje por genero. Elaboración propia

Porcentaje por genero, el 43.16% de los entrevistados son mujeres y el 56.84% hombres.



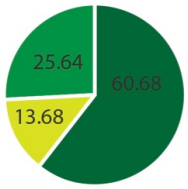
Gráfica 2. Vivienda propia. Elaboración propia

El 44.44% de los entrevistados viven una vivienda propia, el 41.03% viven con algún familiar y el 14.53% rentan una casa.



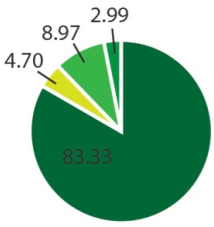
Gráfica 3.¿Le gustaría adquirir una vivienda?. Elaboración propia

A la pregunta ¿les gustaría tener una vivienda propia? el 65.81% respondió si y el 34.19% respondió no, algunos de ellos ya cuenta con una vivienda, según las respuesta de las preguntas abiertas.



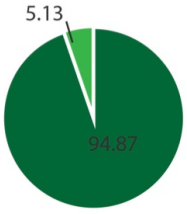
Gráfica 4. ¿Estaría dispuesto a construir usted mismo su vivienda?. Elaboración propia

A la pregunta ¿si estarían dispuestos a construir su vivienda? el 60.68% respondió con un si, el 25.64% respondió que ya lo había hecho y el 13.68% respondió no.



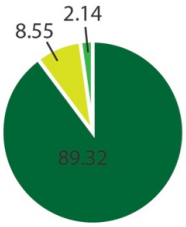
Gráfica 5. ¿De qué material esta construida su vivienda?. Elaboración propia.

El 83.33% de las viviendas son construidas con el sistema tradicional (Entendiendo por sistema tradicional, tabique rojo y bóveda catalana). El 4.70% son construidas con adobe, el 8.97% de los materiales de la vivienda son una mezcla de adobe y sistema tradicional, o sistema tradicional y lamina. –se debe tener en cuenta que la mayoría de los habitantes de Mezcala construye de manera progresiva-. El 2.99% no supo describir el material del que se construye su vivienda.



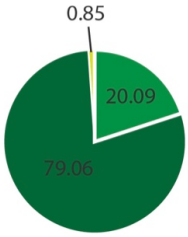
Gráfica 6. ¿Es la autoconstrucción una práctica común en Mezcala?. Elaboración propia.

El 94.87% de los encuestados consideran que la autoconstrucción es una práctica regular mientras que el 5.13% consideran que no es una práctica común.



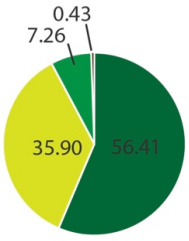
Gráfica 7. ¿Autoconstruyo su vivienda?. Elaboración propia

El 89.32% de los encuestados construyo su casa, mientras que el 2.14% señalan que algún familiar suyo lo ha hecho, solo el 2.14% dice no haber construido su vivienda ellos mismos ni un familiar.



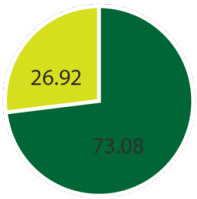
Gráfica 8. ¿Sabe de alguna vivienda que tenga su estructura en bambú?. Elaboración propia

El 79.60% no saben de alguna vivienda con estructura en bambú, el 20.90% dicen conocer viviendas que contienen bambú ya sea en techo o en muro. El 0.85% dice conocer viviendas que utilizaron un tejaban en bambú.



Gráfica 9.¿Utilizaría bambú en la estructura de su vivienda?

El 56,41% dice que utilizaría el bambú en la estructura de su vivienda, mientras que el 35.90% dice que no lo utilizaría, el 7.26% dice que lo utilizaría en una tejaban y el 0.43% dice que lo utilizaría solo como mobiliario o decoración.



Gráfica 10. ¿Utilizaría el bambú si la seguridad y el ahorro estuvieran garantizados?

El 73.08% dice que utilizaría el bambú en la estructura de su vivienda si la misma ofreciera la seguridad de una vivienda con una estructura en sistema tradicional, mientras que el 26,92% dice que de ninguna manera utilizaría el bambú en la estructura de su vivienda.

4.1.3 Análisis cualitativo

Los datos **cualitativos** fueron capturados en Excel , tomando como categorías opinión de los materiales utilizados, la autoconstucción y el bambú. Después se le asigna un color a comentarios recurrentes para así conocer las doxas que se tienen en el poblado acerca de ellos. Ver Anexo 1 para visualizar correctamente toda la información.

Estos datos cualitativos son muy importantes por que nos dan a conocer de manera más certera la percepción del bambú, las razones por las que se practica la autoconstrucción y sus preocupaciones con respecto a una vivienda en bambú, entre otras cosas.

Cabe señalar que fue a través del acercamiento con las personas que logramos localizar las especies de bambú que crecen en la zona y los usos que les han dado con el paso del tiempo. Otro punto importante que logramos conocer a través de ella fue, la regularidad con la que construyen una vivienda al casarse o vivir en amasiato. Muchas de estas preguntas abiertas dieron pie a que los pobladores se expresaran acerca de diferentes temas. Siempre relacionados con el bambú y la construcción, que algunas veces se convirtió en una entrevista. De las cuales me gustaría mencionar algunos datos interesantes:

- Existe una plantación de bambú en la isla, esta fue inducida y esta sobreexplotada.

- El otate fue un recurso importante para la construcción de muebles y canastos pero debido a su floración, que lo hace un recurso de temporadas se va de poco en poco olvidando y dejando de lado su uso.
- Personas mayores relacionan el corte del bambú con la luna menguante.
- Existe interés en la existencia de un modelo construido en bambú para tomar como ejemplo en futuras construcciones.

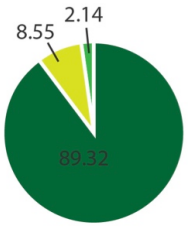
	tiene una visión positiva del bambú asocia el bambú con insectos el bambú es flamable el bambú no aguanta las inclemcias del tiempo conoce viviendas que involucran otate en su construcción		adobe bloque de jalcreto bambú resistencia	tiene una casa hecha con adobe tiene una casa hecha con bloque de jalcreto utilizó el bambú en su vivienda cree que el bambú no es resistente
otate				
núm.	materiales	autoconstrucción	bambú	otros
1		es más barato autoconstruir	se puede quemar o deteriorar	
2		los que saben, la mano de obra sale más barata	es flamable, le llegan insectos	
3			se pudre, se quiebra solo	
4	vivienda de adobe, ladrillo, lamina			conoce la técnica de muros con otate , como juntito y con laso lo van tejiendo
5		solo aquellos que trabajan en fabricas tienen el recurso económico para mandar a hacer su casa	el bambú después de cierto tiempo hay que reconstruirlo	el techo de carrizo se utilizaba anteriormente. Utilizaría bambú en segunda planta, no le parece muy seguro
6		tiene el conocimiento de construir por su papa	el ladrillo es más resistente, el bambú se seca y se quiebra	antes era común usar bambú y lámina encima
7		las personas prefieren trabajar ellos mismos su casa	el viento fuerte te quita la vivienda de bambú	no hay como tenerla de ladrillo
8		por necesidad	por cuestión de su durabilidad que se deteriora con el frío, la lluvia	le tocó ver paredes de Otate
9		por economía se autoconstruye, no hay para pagar	para apoyar laminas	
10		te permite pagar mejores materiales	el bambú solo para un patio, con lamina	habría que estarlo cambiando
11	vivienda de adobe, techo de ladrillo, vigas de cemento		no lo usaría por temor a que se caiga	prefiere la viga de acero algo que se sienta seguro, de que le va a durar toda la vida.
12		para tener, ahorrar más dinero	el tiempo de frio , se puede pasar el frio para adentro	
13			el bambú se pudre	
14		autoconstruiría por que es donde viviría	con el bambú se meten animales, quedan frágiles las casas	
15		para terminar pronto y hacerse de una casa	el bambú es débil	
16		mas barato	el bambú solo para detalles o adornos	
17		uno mismo sabe, para hacer las cosas bien	se echa a perder más rápido, pega el aire o el agua y las afecta	
18		para ahorrar, aunque no le sepa uno, así se aprende y se puede trabajar en eso.	el bambú se toma como de lujo	Otate en pared, unidos unos con otros. En el tiempo de lluvia se pone muy feo. Y en eso uno piensa, que no hay como el material
19	vivienda de adobe	me gustaría hacerlo por mi propia cuenta. Para no gastar en quien lo haga.	lo he visto en restaurantes para adornar. Quizá lo usaría para un tejaban.	
20		para ahorrar un dinerito. Para independizarse	no lo conozco	
21	vivienda de adobe lo primero, después lo hicieron de ladrillo.	por los hijos, hacer un esfuerzo para tener algo propio. No hay apoyo de infonavit, las personas aquí son muy territoriales. NO dejan entrar apoyos extraños		no hay como construir con ladrillo y cemento.
22		se realiza por costumbre, trabajar lo propio. Hacer su casa cada persona.	aquí no hay viviendas con ese material. Nunca lo he trabajado (es albañil).	
23		lo hacen para hacer su propia casa.	las construcciones con bambú se pueden destruir en las lluvias.	
24		para hacerlo a mi manera y a mi gusto. Me gustaría diseñarlo. Yo le ayude a mi papá a construir donde vivimos.	antes si había, eran casas de adobe y las bases de bambú. Yo no lo utilizaría por la resistencia y seguridad.	
25		la mayoría lo hacen para saber y se ahorran un dinero.	es muy resistente. Si lo utilizaría y más por la economía.	
26		por la falta de dinero.	el bambú es muy frágil, habría que estarlo cambiando a cada rato. Es mas probable que se incendie.	
27		lo haría porque ya me interesa tener algo propio. La gente lo hace por la falta de dinero.	no lo utilizaría por el frío y las lluvias.	si tuviera un terreno propio, aunque sea lo iría empezando con eso, (bambú) pero preferiría con ladrillo.
28		para ahorrar lo de un peón y maestro.	lo he visto en terrazas y palapas. Yo lo usaría dependiendo de cómo acomodarlo, hay que saberlo usar, para techar. No tiene mucho tiempo de vida y se caería.	
29		la gente lo hace porque saben de eso, sacan todos sus ahorros y trabajan en ello.	es resistente. Yo en la cocina tengo palos de bambú. Si no me quedara de otra, en esa viviría. Lo usaría de principio, uno empieza desde abajo.	
30		lo hacen por la necesidad de tener uno su propia casa, hacerle su lucha.	no es seguro, se pueden meter a robar o las lluvias. Para un tejaban sí lo usaría. Se tendría que estar cambiando a cada rato.	
31		lo haría para que quede como yo quiero	lo utilizaría para darle un efecto rustico, para darle personalidad a la casa. Para toda la casa no, porque es un material muy débil	
32		para ahorrar dinero. Se van por pedacitos.	es muy bueno, pero en aguas o tempestades no hay como ladrillos, porque se pudre y vuela. Sí estaría bien usarlo para ahorrar dinero, no por la laguna, pegan aguas muy fuertes.	en este poblado no sería bueno usarlo porque el suelo es muy caliente, se dan los alacranes, se suben por el bambú y pican a la familia.
33	vivienda de bloque y adobe	por progresar, vivir en otro lado mejor.	es bonito y macizo, pero llegan los animales	
34	Adobe	por la falta de recursos	quisiera hacer una casa de bambú, es una planta muy resistente, fresca y económica "dura muchos años" quisiera plantarlo	

Ilustración 4. Matriz de compilación de datos cualitativos. Para su correcta visualización ver anexo 1.Elaboración propia.

Se hicieron dos levantamientos fotográficos, uno del poblado de Mezcala -Anexo 2- y otro de pueblos cercanos -Anexo 3-, con la finalidad de caracterizar las viviendas que se construyen. Estas fotos fueron insertadas en dos archivos de Power Point, en este archivo se acompaña cada foto de una explicación escrita. Uno es exclusivo para las fotos de Mezcala, el otro contiene las fotos de los poblados aledaños. Ambos archivos se anexan a este documento de manera independiente para su revisión.

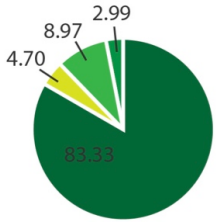
4.1.4 Interpretación de los resultados

De las gráficas estadísticas provenientes de los 243 encuestados, podemos extraer que en el poblado de Mezcala el 89.32% han practicado la autoconstrucción, el 2.14% dice tener un familiar que lo ha hecho, y solo un 8.55% dice no haberlo hecho. Por lo tanto asumimos que le autoconstrucción es una práctica común en la población.



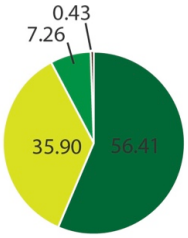
Gráfica 7. ¿Autoconstruyo su vivienda?. Elaboración propia

Otro dato importante que arrojan las encuestas es, que el 83.33% de nuestros encuestados dice tener una casa de material, el 8.97% tiene una vivienda mixta, que puede ser bloque y lamina, adobe y bloque (en algunas viviendas se construye un segundo nivel de tabique) el 4.7% tiene una vivienda de adobe y el 2.99% no supo responder de que material esta construida su casa.



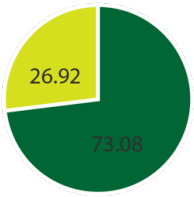
Gráfica 5. ¿De qué material esta construida su vivienda?. Elaboración propia.

La siguente gráfica nos arroja que el 56.41% de la población utilizaría bambú, mientras que el 35.90% no lo utilizaría. El 7.26% lo usaría solamente en un tejaban y el 0.43% lo usarían como mobiliario o decoración.



Gráfica 9 .¿Utilizaría bambú en la estructura de su vivienda?

Por otro lado se les pregunto si estarían dispuestos a utilizar una estructura en bambú si esta les ofreciera la misma seguridad que una de material tradicional y además el uso de esta les permitiera hacer un ahorro considerable. (por ahorro considerable ellos coniderán que sea de por lo menos el 50% del gasto de material de una losa de material tradicional)



Gráfica 10. ¿Utilizaría el bambú si la seguridad y el ahorro estuvieran garantizados?

A continuación se hace una recopilación de datos relevantes extraídos de las preguntas abiertas – Anexo 1- y notas de campo:

- Se conoce el uso del otate en construcción
- Se tienen algunas doxas acerca del uso del bambú;

1. Se teme que no soporte las inclemencias del tiempo
2. Se cree que es un material que almacena insectos
3. Se cree que es un material débil
4. Aquellos que han trabajado en Estados Unidos en Construcción, lo ven como un lujo

5. Es un material utilizado para hacer techos temporales. Estos techos llevan como cubierta final una lámina asfáltica.
6. Existen plantaciones de bambú. Mismas que son mal explotadas. No se corta en luna menguante. Se corta sin regulación. No se le aplica ningún tratamiento preventivo, que pudiera disminuir la presencia de insectos, mejorar sus cualidades mecánicas o prolongar su vida útil.

Del levantamiento fotográfico –Anexo 2 y 3- podemos extraer algunas imágenes que nos muestran la vivienda como era construida hasta hace algunos años y la nueva forma en que se esta construyendo.



Foto 7. Casa que construida con adobe. Carrillo, M.(2014)



Foto 8. Casa construida con adobe. Carrillo, M.(2014)



Foto 9. Casa construida con adobe. Carrillo, M.(2014)

En estas imágenes podemos observar que la altura es determinada por la pendiente del techo, los vanos son pequeños a causa del adobe. Es notable como la cubierta no tiene aleros que protejan los muros.

Las siguientes imágenes muestran como al introducir materiales nuevos, la construcción de las viviendas se ve limitadas a los ingresos económicos. Por esta razón las viviendas se construyen progresivamente. Cosa que se ve reflejada en las imágenes.



Foto 10. Casa construida progresivamente. Carrillo, M.(2014)



Foto 11. Casas construidas progresivamente. Carrillo, M.(2014)



Foto 12. Casas elaboradas en fechas recientes. Carrillo, M.(2014)

4.1.5 Conclusiones

Tomando como referencia las encuestas a pobladores de Mezcala podemos decir que la viabilidad de la construcción del bambú esta sujeta a la percepción que se tiene del material, tomando como los factores más importantes a considerar:

- Comprobar su resistencia
- Lograr una perfecta inmunización
- Preservar el material de la lluvia y los rayos solares a través de preservantes y un adecuado diseño constructivo. Aquí debemos considerar que la construcción como cualquier construcción que utilice materiales de origen natural debe estar perfectamente aislada del piso. Y los aleros en techo deben ser mayores o iguales a 0.60cms.

- Otro factor importante con respecto al uso del bambú es el conocimiento de quienes tienen plantaciones de bambú de la edad ideal de corte del bambú, así como de la importancia de cortar en luna menguante. Sobre todo considerando que en la actualidad se utiliza el bambú en la construcción de techos temporales.

4.2 Modelo estructural en bambú en Mezcala

La idea de construir un Modelo construido en bambú que nos ayude a cambiar la percepción que se tiene del bambú así como, mejorar las prácticas y uso del bambú en la comunidad, surge a partir de la aplicación de las encuestas. Es a través de ellas que nos damos cuenta que en la actualidad se usa el bambú pero de manera irracional.

"La comunidad de Mezcala para el año 2010 se planteaba la construcción de comedores-restaurantes comunitarios para los turistas" Moreno, R (2010). Uno de ellos es el Paraje Insurgente que tienen su domicilio en camino hacia San Pedro número 20, en el barrio de la cuesta, Mezcala, Jalisco. Quienes desde el restaurante con el mismo nombre venden productos agrícolas al natural o semi-procesados, como pueden ser: Chayotes, miel, pulque, agua miel, etc. Además de utilizarlos en las comidas preparadas en el restaurante.

En acuerdo con ellos se vio la posibilidad de construir un modelo –aula de usos múltiples- en bambú que de servicio a los integrantes de este grupo, entre las múltiples actividades que se busca desarrollar ahí encontramos: clases, juntas comunitarias e integrar un grupo de masaje que recupere el uso de herbolaria.

4.2.1 Caracterización de las especies encontradas.

A continuación se hace una caracterización de la especie bambusa oldhamii, encontrada en la región y utilizada para la construcción del modelo en el paraje insurgente. Se eligió hacer la caracterización

de esta especie por ser la más apta para la construcción, de entre las especies inducidas y especies nativas.



Foto 13. Bambusa oldhamii. Fuente http://www.bambooweb.info/images/bamboo/B.oldhamii55.jpg

Descripción

“Nombre común en México: Bambúsa oldhamii- Bambú africano-
Sus ramas superiores péndulas y los culmos rectos y arqueados solo en la punta.

Características generales

Tomamos para describir sus características el Bambúsa oldhamii, Morfología: "Bambú con los rizomas paquimorfos, difuso, culmos ligeramente separados. Culmos erectos, cubiertos por cera blanca, paredes gruesas en la parte basal: nudos prominentes: entre nudos hasta 30 cm. De longitud. Se ramifica en la parte superior, del culmo, la mayoría de las ramas fasciculadas y la rama principal es

prominente. Hoja caulinar triangular, cubierta por pelos cafés en la parte dorsal". Bambúes de México. (2013)

“Es una de las especies más ampliamente cultivadas en México como ornamental. El color verde intenso de sus hojas combinado con el gris-verdoso de sus culmos o tallos, lo hacen ser una planta estética, más si éstos últimos se mantienen verticalmente elevados hasta casi las puntas que muchas veces son péndulas. Es considerado como el bambú que alcanza la mayor altura en México y se cultiva ampliamente en el centro del estado de Veracruz, y en menor escala en otros estados del país. Su propagación por estacas es relativamente fácil de realizar, y gusta mucho del agua para tener un mayor crecimiento. Plantas cuyos culmos crecen orientadas al sol y principalmente en regiones a nivel del mar, presentan sus culmos más delgados y en colores amarillentos con respecto a plantas que han sido sembradas a altitudes mayores y con sombras aledañas. Crece característicamente en forma amacollada incluso teniendo hasta más de 100 culmos en una sola planta”. Bambúes de México. (2013)

“Este bambú es originario de China, y es ampliamente cultivado en varios países, fue recolectado por primera vez por el colector de plantas de apellido Oldham. El autor del nombre científico fue el militar y botánico inglés William Munro, y publicado en su Monografía sobre Bambúes en 1868”. Bambúes de México. (2013)

“El nombre común en China es - *lu zhu* - , en México es conocido más bien como - *oldahmii* - y en Estados Unidos recibe el nombre de - *Giant Timber Bamboo* –“. Bambúes de México (2013)

“El -*oldhamii*- es uno de los primeros bambúes que fueron introducidos en México posiblemente en los 1940s o 50s. Por muchos años las plantas de esta especie sembradas en parques y jardines permanecieron sin identificar con un nombre científico, y fue en 1999 cuando dos expertos bambuseros procedentes de los Estados Unidos, Mr. Gib Cooper (Oregón) y Mr. Jesús Mora (California) visitaron Veracruz y recorrieron varias localidades con bambúes, pudiendo reconocer a las plantas de esta especie con su nombre correcto: *Bambusa oldhamii* . Es importante mencionar que la palabra - *oldhamii* - es el latinizado del apellido Oldham, y no se refiere a la combinación de palabras inglesas que significarían al -viejo Ham”-. Bambúes de México (2013)

Morfología

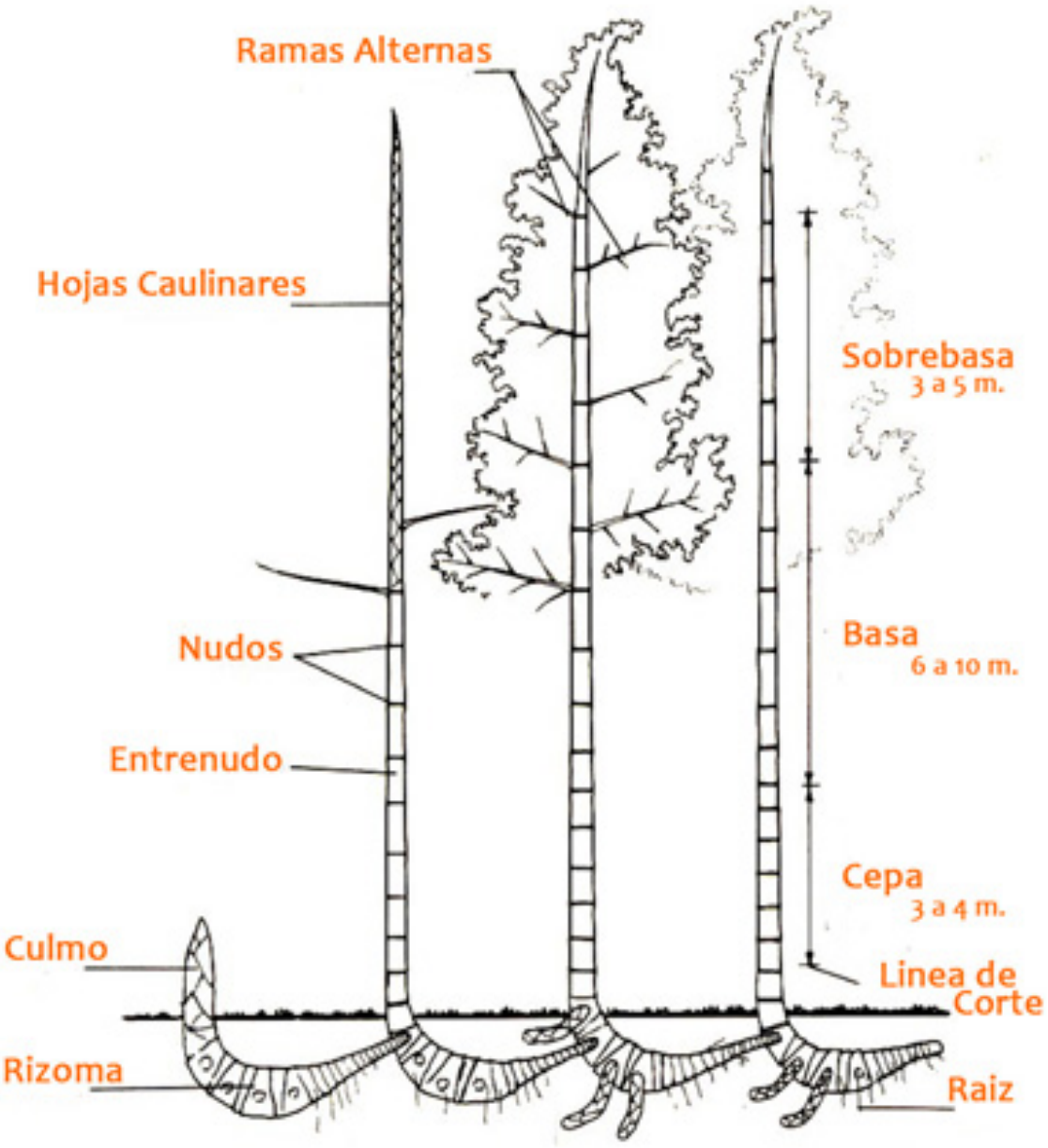


Ilustración 2. Morfología del bambú http://bambusa.es/bambu_caracteristicas/bambu-guadua

Adelante encontramos según Cortés, R. G.R (2000) el estado de Jalisco, cuenta con cuatro especies locales;

1 Chusquea circinata



Foto 14. http://www.bambooweb.info/images/bamboo/Chusquea-circinata.jpg

2 Guadua paniculata



Foto 15. http://www.bambooweb.info/images/bamboo/Guadua_paniculata.gif

3 Otatea fimbriata



Foto 16. http://www.bambooweb.info/images/bamboo/Otatea-fimbriata.jpg

4 Rhipidocladum racemiflorum



Foto 17. http://www.bambooweb.info/images/bamboo/Rhipidocladum-racemiflorum.jpg

A decir de los pobladores en Mezcala se ha utilizado el otate en la fabricación de muebles y canastos. Así como complemento en techos. Al ser el otate planta gregaria o de floración de largos periodos se han visto afectada su producción.

En años recientes se han introducido algunas especies de bambú en la localidad como planta de ornato. En municipios aledaños a Mezcala y ahí mismo se pueden encontrar plantaciones de especies como;

- bambusa oldhamii
- bambusa vulgaris

a) Bambusa oldhamii



Foto 18. **http://www.bambooweb.info/images/bamboo/B.oldhamii55.jpg**

b) Bambusa vulgaris



Foto 19 **http://www.bambooweb.info/images/bamboo/Bambusa_vulgaris.jpg**

En las fotos 11y 12 podemos ver plantaciones de bambú en la zona



Foto 20. Mata de Bambú en Mezcala. Carrillo, M.(2014)

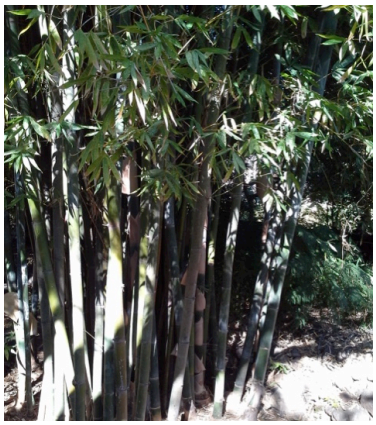


Foto 21. Mata de Bambú en Mezcala. Carrillo, M.(2014)

Si bien es cierto el bamú introducido en el poblado no se esperaba fuera utilizado más que como planta de ornato. Los pobladores han encontrado en la resistencia del bambú, un material propicio para la construcción de techumbres temporales. Aunque por falta de conocimiento, el bambú se usa sin tratamiento previo, lo que ocasiona fallas mecánicas y mala percepción del material.



Foto 22. Techo elaborado con bambú. Carrillo, M.(2014)



Foto 23. Techo elaborado con bambú para una cocina. Carrillo, M.(2014)

En Chapala el Bambú se usa en la venta de bebidas refrescantes. Representando competencia por la ley de la oferta y la demanda para el uso en construcción. El bambú que utilizan es traído la mayoría de las veces de Tepic y/o Colima. Los comerciantes compran el bambú a artesanos de Tonalá, quienes se lo llevan a domicilio. El costo de estos bambúes oscila entre los $50.00 y $60.00pesos el culmo de 2.00m y entre 7 y 10cms de diámetro. En una visita al vivero de Chapala pudimos constatar que la plantación de bambú de el mismo esta sobreexplotada, el bambú es cortado muchas veces sin llegar a su edad de madurez.

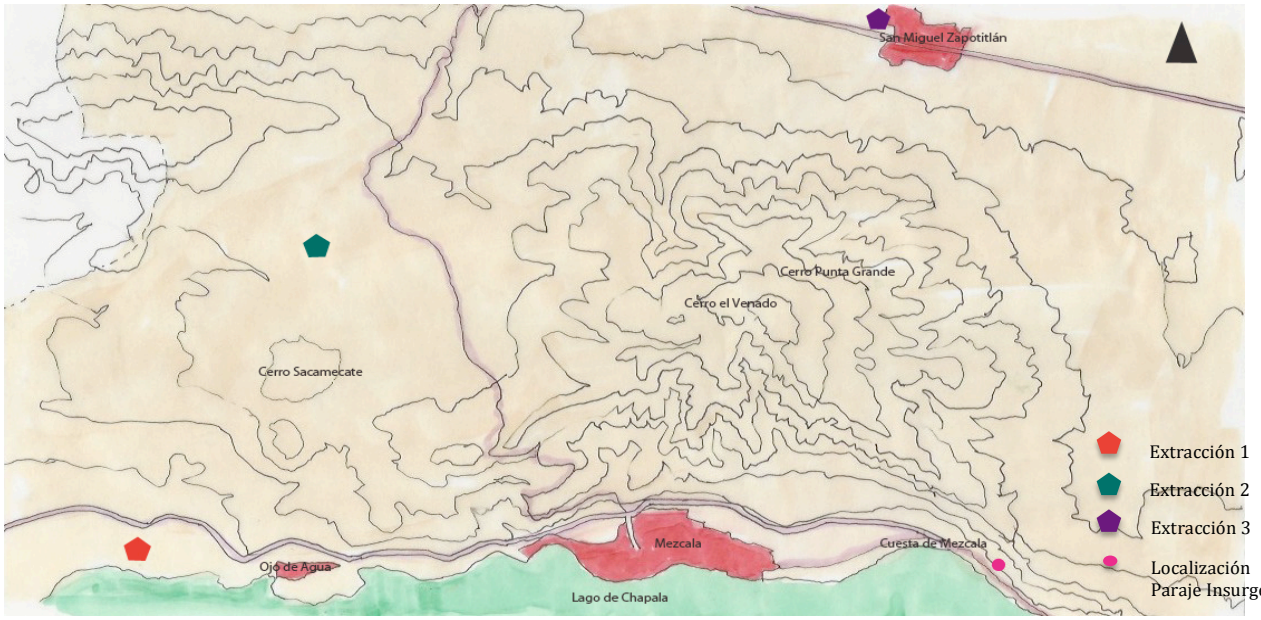


Foto 24. Bambú utilizado para la fabricación de vasos. Carrillo, M.(2014)

4.2.2 Recolección del bambú

Localización de las especies encontradas

El bambú extraído para la construcción del módulo en Mezcala proviene en su totalidad de Poncitlán, Jalisco. El mapa 4 nos muestra la localización de tres puntos de dónde se extrajo el bambú.



Mapa 4. Localización de las especies extraídas para la construcción del Módulo en Mezcala. Elaboración Propia.

La recolección del bambú se hizo en zonas próximas a la comunidad para facilitar el transporte y aminorar el costo del mismo. Se encontraron dentro de la región dos especies de bambú utilizadas como ornamento; Bambusa oldhamii y Bambusa vulgaris.

Primera extracción

Fecha: 9 de abril del presente año.

Número de personas que realizaron el trabajo: 3

Material con el que se cortó: motosierra a gasolina

Transporte de material: pick up de 4 cilindros

Tiempo de Corte, traslado y descarga de material: aproximadamente 5 horas.

Especies encontradas: Bambusa Oldhamii y Bambusa vulgaris. –se eligió cortar únicamente Bambusa Oldhamii por su morfología y propiedades físicas-.

Estado de las especies encontradas: El bambú encontrado estaba en un perfecto estado.

La altitud de este sitio es menor a los 1,600msnm.

Particularidades: Es fácil localizar y llegar al sitio, se encuentra a unos 600 m de la carretera 104 Jal. El camino es de terracería pero esta en buen estado. Si no es época de lluvia no hay ningún problema

para llegar. El bambú esta dentro de un predio privado por lo que hay que solicitar permiso para cortar, de preferencia con tiempo para que las personas organicen sus actividades.

Recurso económico: $500.00 -Se contempla el gasto de gasolina mas una suma otorgada a las personas que participaron en el corte y carga del bambú-.

Del sitio se extrajeron 5 varas cortadas el mismo día, y trasladadas al paraje para su secado al natural en el sitio. Más 3 que habían sido curadas al natural en el sitio.

Segunda extracción

Fecha: 12 de abril del presente año.

Número de personas que realizaron el trabajo: 4

Material con el que se cortó: Cortarramas y machete

Transporte de material: pick up de 4 cilindros

Tiempo de Corte, traslado y descarga de material: aproximadamente 6 horas.

Especies encontradas: Bambusa Oldhamii

Estado de las especies encontradas: El bambú encontrado estaba en un perfecto estado.

La altitud de este sitio es mayor a los 1,900 msnm.

Particularidades: A pesar de que el tronco tenía la edad para el corte su diámetro fue menor de aquel encontrado en los tejabanes. Se deduce puede ser por la falta de riego pues la mata de bambú esta localizada en un terreno poco accesible, que los dueños visitan una vez por semana.

Recurso económico: $300.00 pesos. gasolina

Del sitio se extrajeron 4 tramos cortados el mismo día para dejar curar al natural en el paraje insurgente. –Estas varas fueron cortadas en luna menguante como es recomendado.-

Tercer extracción

Fecha: 9 de abril del presente año.

Número de personas que realizaron el trabajo: 6 Colaboración por parte de los Alumnos de PAP Enrique Romo, Yesica Peña, Vicente González, M Antonieta O Farrill y Dr. Nayar Cuitláhuac

Material con el que se cortó: Cortarramas y machete

Transporte de material: pick up de 4 cilindros

Tiempo de Corte, traslado y descarga de material: aproximadamente 2 horas.

Especies encontradas: Bambusa Oldhamii

Estado de las especies encontradas: El bambú encontrado estaba en un perfecto estado.

La altitud de este sitio es menor a los 1,600msnm.

Particularidades: Es fácil localizar y llegar al sitio, el

Recurso económico: $250.00 gasolina. Transporte al lugar de corte y posterior transporte al paraje insurgente.

Del sitio se extrajeron 3 varas cortadas el mismo día, y trasladadas al paraje para su secado al natural en el sitio.

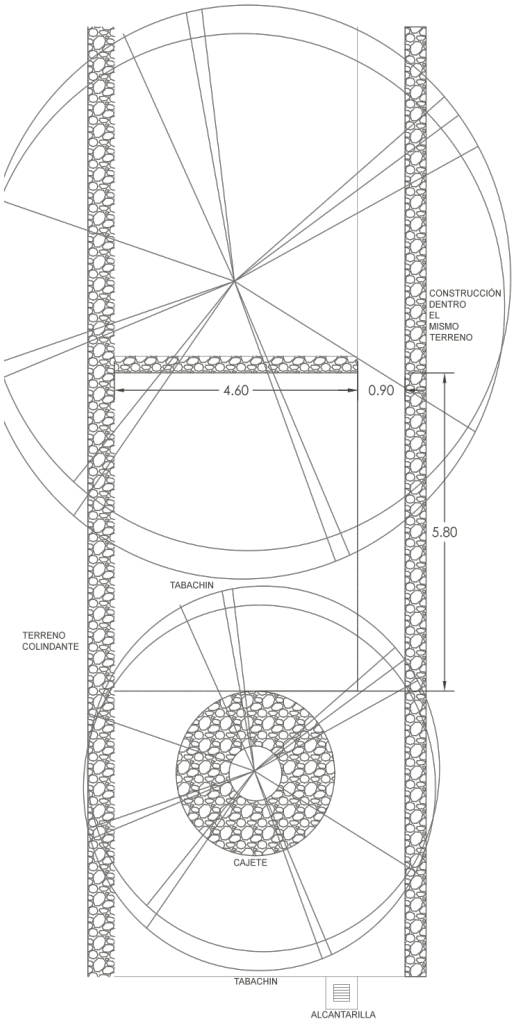
Se eligió el curado al natural en el paraje por que permitía tener todo el material reunido para la construcción, además encontramos con base a la experiencia por parte de los alumnos del semestre pasado que el secado a las brasas puede ser muy delicado ya que es difícil controlar la temperatura. Y los bambúes corren el riesgo de rajarse. Por otro lado conseguir un horno permitiera el largo de las varas cortadas era muy complicado, al comunicarnos con madereras que cuentan con horno, decían que no era opción secar el bambú. Pues desconocen el material así que sería muy difícil un secado optimo. Esto considerando que para el secado en horno los principales factores que determinan el tiempo y temperatura de secado son: la cantidad de material y la humedad relativa del mismo.

Estos bambúes posteriormente se les aplicó xyloprot plus como preservante e inmunizante. Cabe señalar que la aplicación de este aceite es recomendada una vez por año.

Aparte de la extracción del bambú se compraron 5 tramos de 3.50metros y 3 tramos de 2.00 metros, al Señor Javier, quien es artesano de Tonalá, de origen Nayarita. El mismo se ha dedicado a la venta de artesanía con bambú, en su tienda se pueden encontrar macetones con bambú, palos de lluvia entre otras cosas. Este bambú que vende es tratado con bromuro de etileno.

4.2.3 El terreno y las necesidades

Después de valorar la posibilidad de construir un módulo, se considero que este puede dar servicio a las juntas comunitarias, clase y hacer las veces de salón de masaje en fines de semana. Se cuenta dentro del terreno donde esta localizado con áreas libres de construcción.



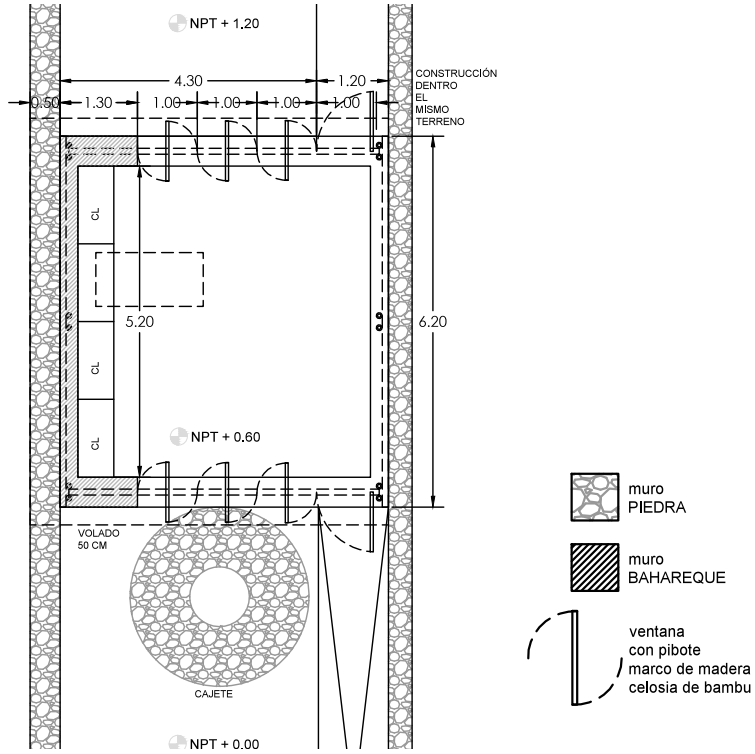
Plano 1. Levantamiento del terreno para la construcción de el Modelo. Elaboración propia.



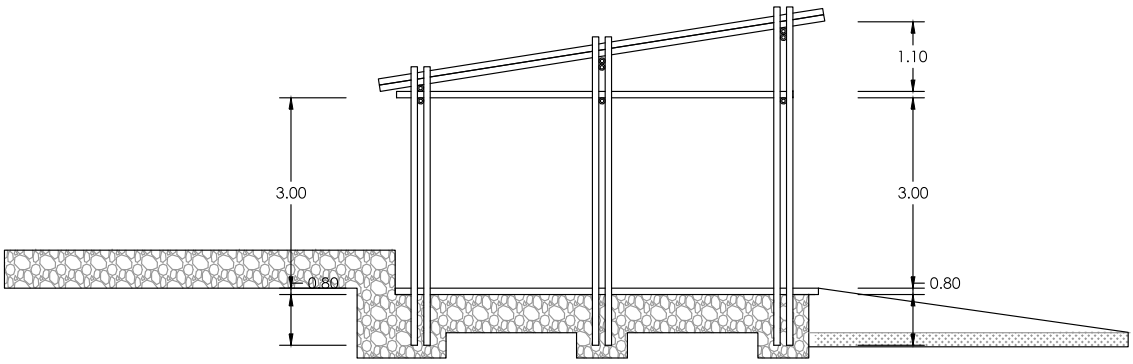
Foto 25. Levantamiento fotográfico del terreno. Alumnos de PAP (2015)

4.2.4 Proyecto

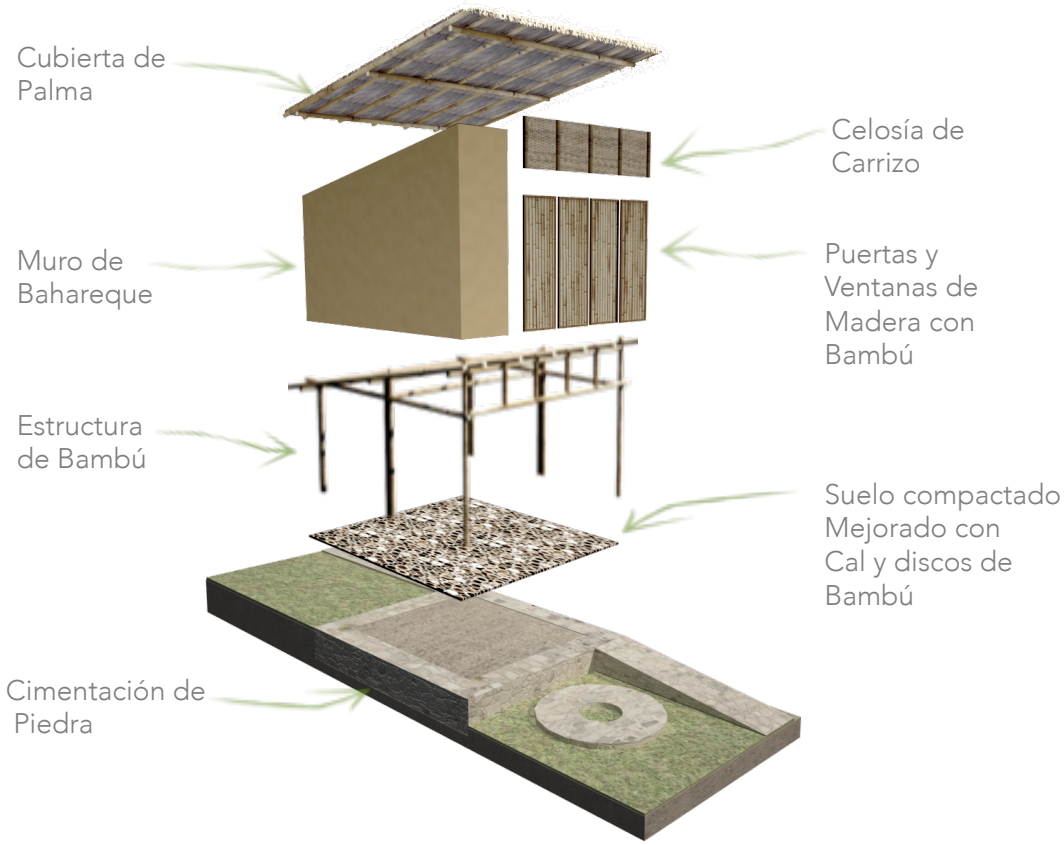
Los alumnos de PAP Enrique Romo, Yesica Peña, Vicente González, M Antonieta O Farrill, presentaron una propuesta la cual se tomo como base del proyecto.



Plano 2. Planta proyecto. Elaboración alumnos de PAP



Plano 3. Sección del módulo. Elaboración alumnos de PAP



Isométrico 1. Despiece del modelo. Elaboración por alumnos de PAP



Fotomontaje 1. Elevación posterior modelo. Elaboración por alumnos de PAP

El diseño del módulo parte de tres pórticos localizados a lo largo del modelo. Como base del aula tenemos una cimentación de piedra que sale 0.45 centímetros de la superficie con la finalidad de proteger los bambúes de humedad proveniente del suelo.

El proyecto inicial indicaba bambúes enterrados en la cimentación, cosa que no es favorable por el origen natural del bambú, por lo menos Minke, G (2012), Ordoñez, C. V. R (2002) y Prieto, R. S. D. & Mogollón, S. J. & Fabiarz, F. J. & Hurtado, G. J. E (2001) señalan no es conveniente enterrar los bambúes. Por lo tanto los bambúes fueron unidos a la cimentación mediante una varilla de 3/8" doblada que fue colada en el sitio. Este sistema es fácil, económico y abraza perfectamente el bambú. Se colocó como aislante una lamina galvanizada entre el bambú y la cementación. Es importante que la varilla este perfectamente doblada para facilitar ser sujetada por con las roldanas y varilla roscada.

Las conexiones diseñadas consistían en una lamina galvanizada fijada por tres pijas. Este sistema resultó muy poco practico y difícil de adoptar. Por lo que se opto por utilizar un sistema tradicional como lo es la varilla roscada en combinación con armellas, tuerca y roldana. Este sistema a su vez tuvo una mayor aceptación por parte de la comunidad.

Por último en cuanto respecta al techo optamos por poner lamina galvanizada R-101 por ser más impermeable y de fácil colocación, en el lugar de la palapa para techar el modelo. Por un lado no

encontramos mano de obra especializada para su construcción y no teníamos un fácil acceso a la hoja del palma para el techo. Otro cambio que alcanzamos a ver entre el proyecto y la construcción es la inclinación del techo. Decidimos cambiar la inclinación con la inclinación natural del terreno para evitar encharcamiento de agua al mandar las aguas pluviales antes del módulo.

Como parte del aprendizaje y recomendaciones acerca de trabajar con alumnos de PAP sería que los alumnos vean en el maestrante al cliente. Por que esto permitiría buscar satisfacer los requerimientos solicitados, además de atender a los cambios señalados en los planos y el calendario del maestrante.

En la primera reunión con los alumnos de PAP se les mostró un calendario que ha decir de los alumnos no empalmaba con las actividades señaladas por los asesores del PAP. Por lo tanto se pospusieron las dos primeras fechas de corte de Bambú. En fecha podemos decir que entregaron un ante proyecto que fue muy cercano al que entregaron al final del PAP. Entre las cosas que se solicitaron en la primera reunión estaba una salida para corte de material en febrero. No asistieron. La entrega de un anteproyecto, un proyecto ejecutivo –para revisión de detalles-. No entregado. Y una cuantificación de materiales. No entregada.

A pesar de no seguir el calendario propuesto los alumnos de PAP decidieron atender dos domingos a la construcción del modelo. Esto se puede tomar como un acierto.

4.2.5 Levantamiento fotográfico



Foto 26. Armado de los dos primeros pórtico. Foto Alumnos de PAP



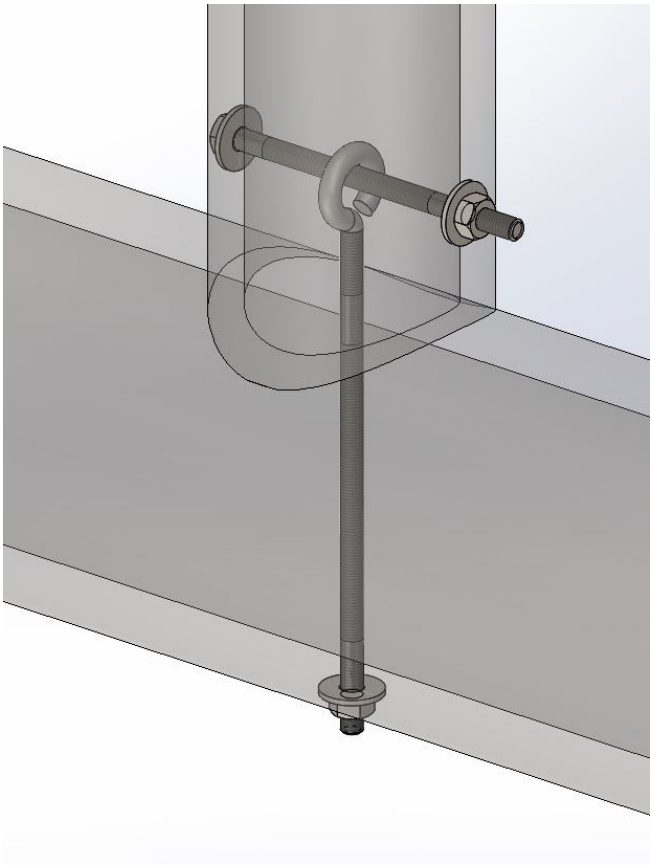
Foto 27. Cimentación. Carrillo, M (2015)



Foto 28. Armado de pórticos. Carrillo, M (2015)



Foto 29. Formación de pórticos. Carrillo, M (2015)



Isométrico 2 . Tipo de conexión. Le Gallic, R (2015)



Foto 30. Colado con varillas para bambúes. Carrillo, M (2015)



Foto 31. Presentación de pórticos para colar cimentación. Carrillo, M (2015)



Foto 32. Reforzamiento de pórticos con elementos horizontales. Carrillo, M (2015)



Foto 33. Vista sur de la estructura. Carrillo, M (2015)



Foto 34. Terminando la instalación del techo. Carrillo, M (2015)



Foto 35. Techo terminado del modulo. Carrillo, M (2015)



Foto 36. Desplante de muros. Carrillo, M (2015)



Foto 37. Muro de bahareque con otate. Carrillo, M (2015)



Foto 38. Limpieza del carrizo para los muros de bahareque. Carrillo, M (2015)



Foto 39. Muro bahareque con carrizo. Carrillo, M (2015)

El Trabajo realizado se llevó a cabo los fines de semana, debido a su localización –hora y media de la ciudad de Guadalajara-. Se contó con la colaboración de alumnos PAP, varias personas de la comunidad, además de otros ciudadanos de Guadalajara interesados en conocer el uso del bambú en la construcción. La construcción desde el principio hasta el comienzo del primer muro de bahareque tomó aproximadamente 360 horas.

El proceso de construcción del modelo resultó ser muy provechoso. El estar en contacto con el material permitió conocerlo mejor y tomar mejores decisiones para la elaboración del modelo de vivienda propuesto posteriormente. Logramos constatar que tecnologías son fácil de adoptar por parte de los locales y que sea económico. Hasta dónde hemos construido del módulo los pobladores involucrados están satisfechos y han cambiado la percepción que tenían del bambú. Como se ha mencionado en capítulos anteriores el bambú es utilizado por los pobladores de Mezcala pero su mal uso ha ayudado a tener una mala percepción del mismo material.

Entre los puntos a considerar para el diseño de la vivienda en Mezcala están los siguientes:

- Es recomendable que todos los bambúes necesarios para la construcción sean cortados el mismo día . Facilitando así el curado y el tratamiento.
- Los bambúes deberían tener el mismo diámetro y ser de la misma especie, de las especies encontradas en la zona el bambusa oldhamii es el mas adecuado por ser recto hasta la sobrebasa.
- Acerca de las conexiones aprendimos que es muy importante que sean fácil de ejecutar, que en la medida de lo posible no se necesite utilizar herramienta especializada.

- El uso de varilla en cimentación resulta fácil y practico.
- El uso de la lamina galvanizada R-101 es práctico, de fácil colocación y se puede acompañar de otate o carrizo en la parte baja por estética y para aminorar la alta temperatura. Y por encima se puede colocar teja de barro, o paja amarrada con alambrón, para mejorar su termicidad, estética y acústica. Otras ventajas de su uso es la impermeabilización.

5. DISEÑO DE UN MODULO EN BAMBÚ

El diseño en bambú ha sido explorado como una alternativa para satisfacer las necesidades de vivienda. En Colombia podemos encontrar manuales enfocados en el diseño estructural de vivienda tal es el caso de el Manual de construcción de viviendas en bahareque encementado y el manual de construcción con bambú de Oscar Hidalgo, que de manera gráfica y muy explicita muestran paso a paso el uso del bambú en estructuras de vivienda.

Por otro lado en México el manual para la construcción sustentable con bambú es un primer acercamiento a la promoción del uso del bambú en estructuras en México. Si bien es verdad que en muchas partes de México el uso del bambú no es una novedad, desafortunadamente estas prácticas y conocimiento se han ido perdiendo. La desvalorización de antiguas prácticas como el bahareque, han provocado que viviendas construidas de esta manera sean descuidadas hasta caerse. Además de que el conocimiento no se ha transmitido de generación en generación.

Es por esta razón que es importante generar diseños en bambú que devuelvan la confianza y seguridad a quienes podrían verse beneficiados con el uso del bambú en su vivienda.

5.1 Necesidades de los habitantes de Mezcala

En Mezcala podemos observar un fenómeno particular. Existe una necesidad de vivienda que es satisfecha por cada particular. Extrapolando datos del INEGI, con respecto a la demanda de vivienda respecto a los pobladores, podemos sacar un aproximado de demanda de vivienda, en el caso de

Mezcala estamos hablando de 35 viviendas por año. Como podemos observar en la tabla 2. Al hacer una extrapolación de datos entre la demanda de vivienda de Jalisco y Mezcala podemos deducir que al año aproximadamente 26 viviendas son requeridas. Los pobladores no dudan en construirlas ellos mismos. Después de la elaboración de la encuesta observamos como los matrimonios jóvenes por lo regular buscan independencia, así la pareja se dispone a construir una vivienda. Por lo regular se lleva a cabo en el terreno familiar, se comienza por una habitación que hace las veces de dormitorio, comedor y estancia. Conforme la familia va creciendo y las necesidades de espacio con ella. La familia se dispone a construir espacios alrededor de esta primera habitación. En Mezcala es muy común encontrar estufas de leña que muchas veces son localizadas al exterior de la vivienda. Cuando el matrimonio joven se instala en un terreno familiar por lo regular empiezan compartiendo la estufa de leña existente –cocina- y baño.

Población	Habitantes	Demanda de vivienda por año	Emigrantes	Matrimonios
Jalisco	7350682.00	50660	2.40%	39,350
Mezcala	5005	34.49384697	5130	26.79299009

Tabla 8. Demanda de vivienda por año. Elaboración propia con datos del conteo INEGI 2010

5.2 Prototipo de vivienda

El sistema constructivo con bambú que se busca implementar en Mezcala toma conocimiento del resultado de las encuestas y de la construcción del modelo construido en el paraje insurgente, descrito en el capitulo anterior. Se busca implementar las técnicas que resultaron económicas y de mayor aceptación.

Como parte del aprendizaje obtenido en la construcción del aula de usos múltiples en el paraje, se logro hacer el diseño de una pieza en acero que permite facilitar la colocación de las columnas, y vigas principales. Su función principal es crear un marco que de rigidez a la vivienda.

A continuación se hace una descripción detallada del proceso constructivo sugerido para la fabricación del modelo de vivienda:

- La cimentación, hecha a base de piedra braza aventada y mortero de cal.

- Los Muros de bahareque, consolidados por marcos de bambú con una trama de otate o carrizo –el material disponible que se localice lo más cercano a donde se desea construir-. Mismos que serán posteriormente enjarrados con un lodo compuesto de arcilla y paja.

- Columnas unidas ya sea al entrepiso o techo por la conexión -el prototipo diseñado-. Estas columnas están compuestas por 4 culmos de bambú y serán ligadas a la cimentación mediante unas abrazaderas fabricadas en obra de varilla de 3/8". La unión con el bambú se logra con varilla roscada, tuerca y roldana. Se recomienda el uso de un aislante entre el bambú y la cimentación.

- La conexión hecha según las especificaciones del plano 15 de este mismo documento. La fabricación del prototipo fue de $500.00. Los bambús son unidos a la conexión mediante tornillos y tuercas estructurales. El anexo 4 nos permite ver un análisis de la resistencia a compresión del prototipo.

- El entrepiso descansa sobre un par de bambúes que están ligados a la conexión, sobre el se coloca la cercha de bambués –detalle 3- ver el plano 5 y 7. Sobre estas cerchas se propone una cama de carrizo, para posteriormente poner un entortado de cemento aligerado. Para la posterior colocación de un piso.

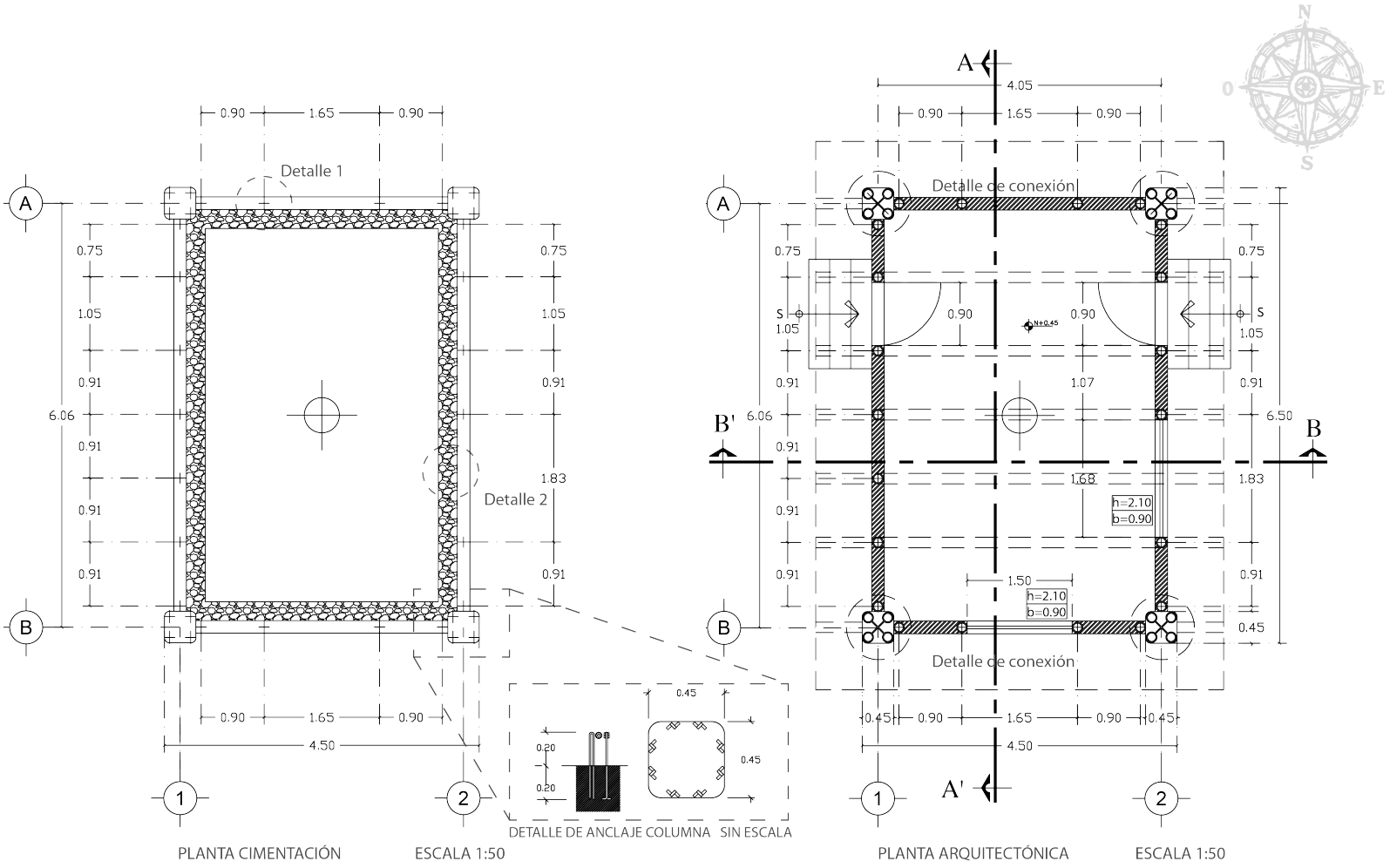
- El techo esta compuesto por una cercha de bambúes –detalle 4- planos 5 y 6, sobre ella descansa una lamina galvanizada R-101 calibre 26 unida mediante pijas hexagonales para exterior punta de broca. Se recomienda poner una cama de otate o carrizo antes de la lamina, por estética y confort. Así como la colocación de algún material aislante encima. Ya

sea teja de barro o zacatón o paja amarrada a las laminas mediante alambrón galvanizado para evitar la corrosión.

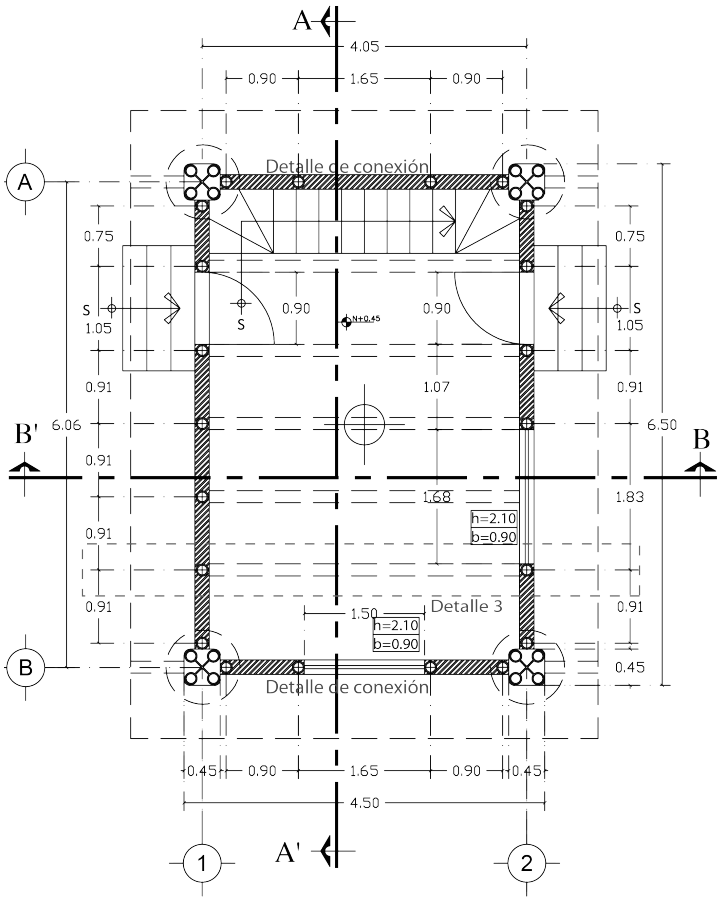
La propuesta planteada para el caso específico de Mezcala de la Asunción, contemplando la forma en que se construye –se comienza construyendo un cuarto de dimensiones aproximadas- además de aquello que ponderan: seguridad, se pueda construir un segundo piso y que este protegida ante los vientos y lluvias. El diseño propuesto cuenta con dos posibles puertas, así como unos vanos que buscan la orientación sur y oriente.

Ventajas que ofrece la construcción con la conexión propuesta:

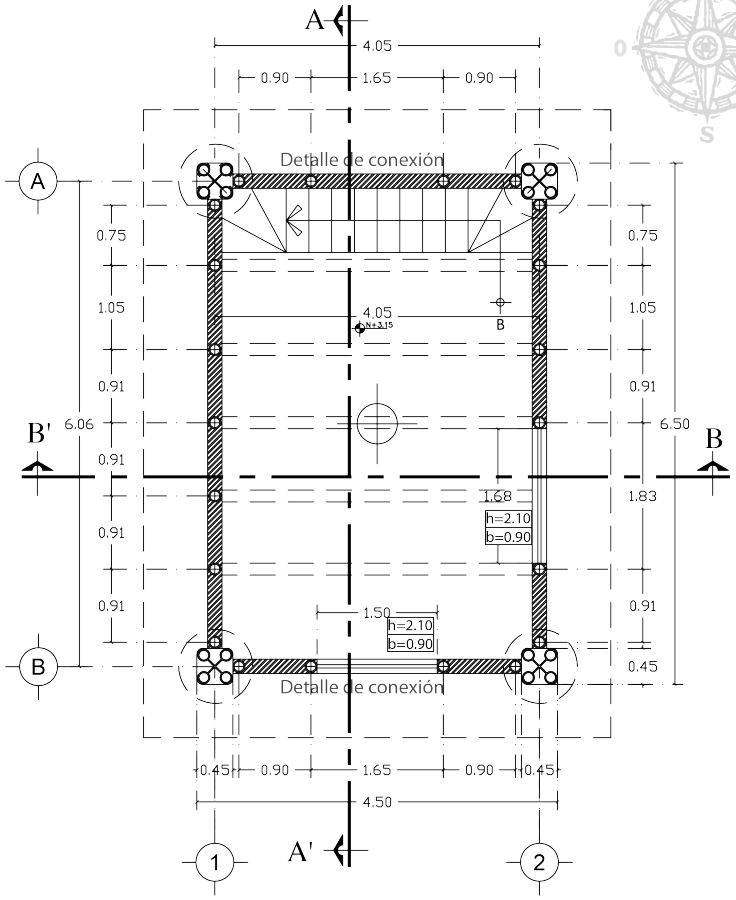
- Permite por un lado construir de entrada una habitación, que como se hace usualmente en Mezcala hace las veces de recamara y estancia. Los planos que vemos adelante se plantearon para un modulo de 4.5 x 6.5.
- Esta habitación se puede incluso construir encima de un cuarto ya hecho con materiales tradicionales soldando la mitad de la conexión al excedente de varillas de un castillo de la planta baja.
- La conexión nos permite remplazar fácilmente un culmo en el caso de que alguno se dañe.
- La conexión permite a su vez construir un segundo nivel utilizando la techumbre que fuera techo del primer nivel y agregando culmos para formar la planta baja y el entrepiso.
- La conexión permite además construir un modulo anexo ya que cuenta con perforaciones para agregar bambús en el sentido horizontal.



Plano 4. Planos arquitectónicos. Elaboración Carrillo, M (2015)

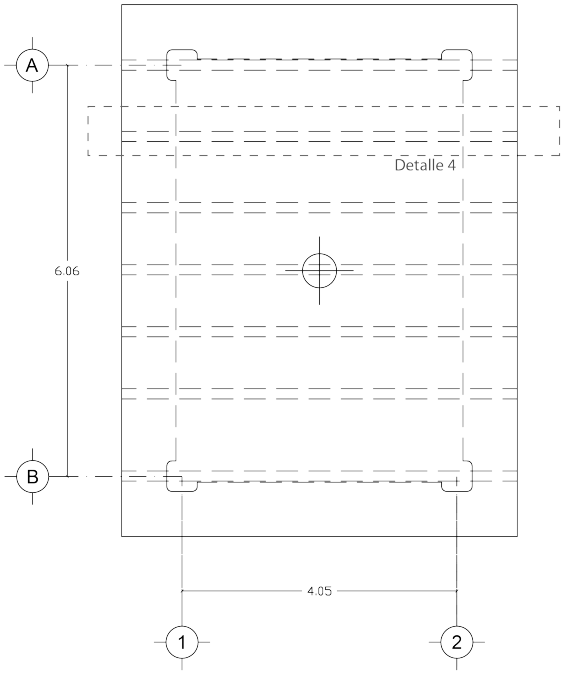


PLANTA ARQUITECTÓNICA BAJA OPCIÓN "B" ESCALA 1:50

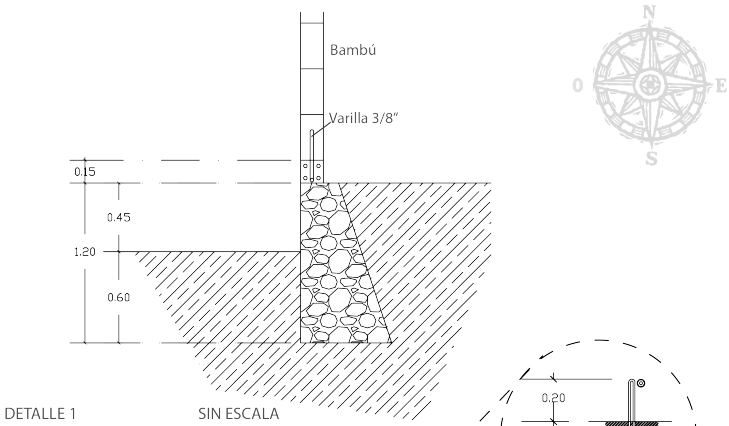


PLANTA ARQUITECTÓNICA ALTA OPCIÓN "B ESCALA 1:50

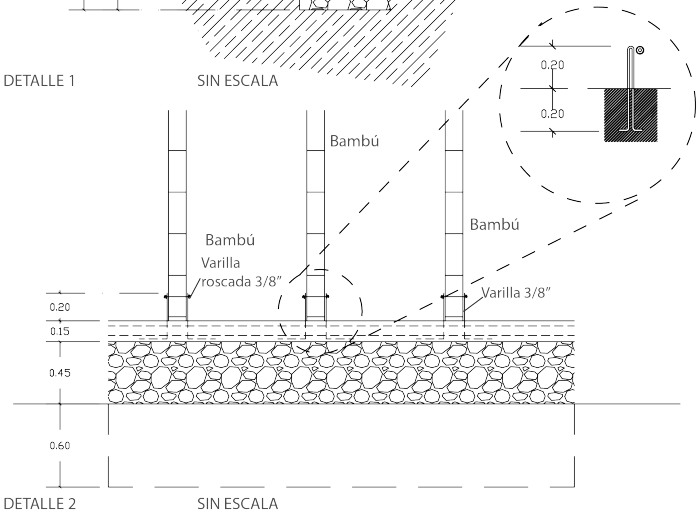
Plano 5. Planos arquitectónicos . Elaboración Carrillo, M (2015)



PLANTA ARQUITECTÓNICA TECHO ESCALA 1:50

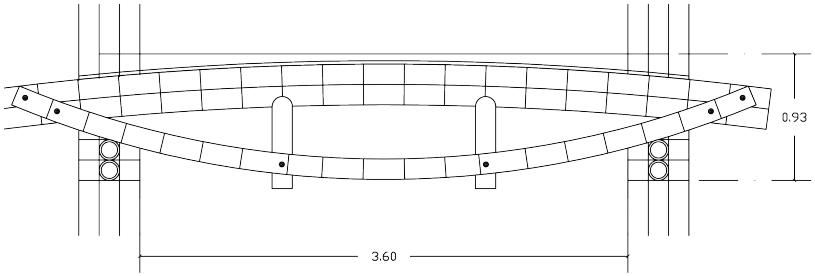


DETALLE 1 SIN ESCALA

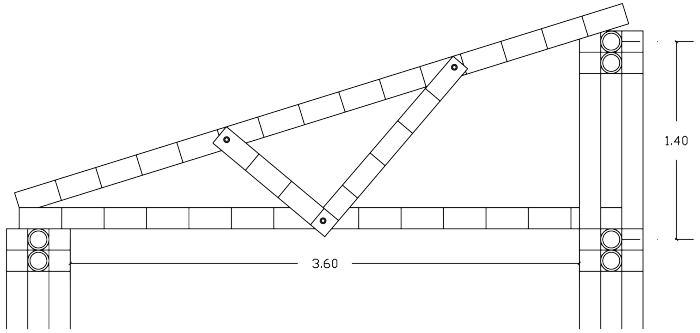


DETALLE 2 SIN ESCALA

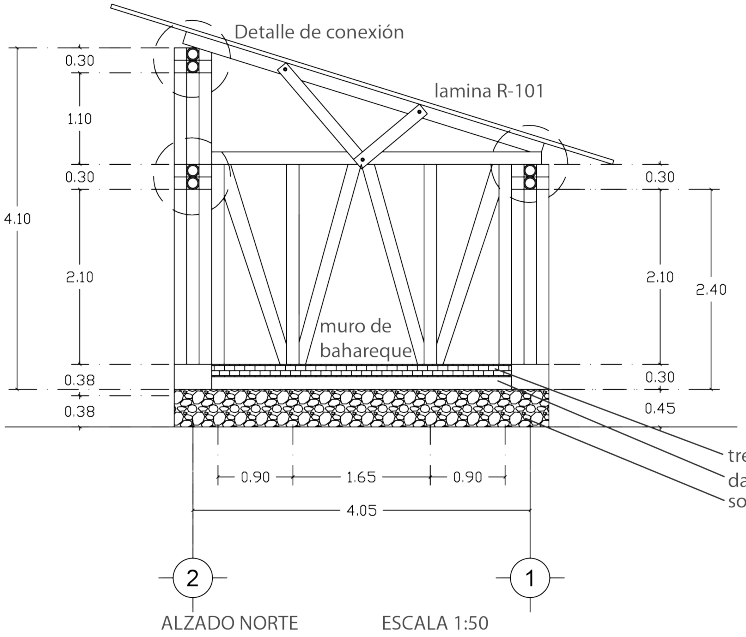
Plano 6. Planos arquitectónicos. Elaboración Carrillo, M (2015)



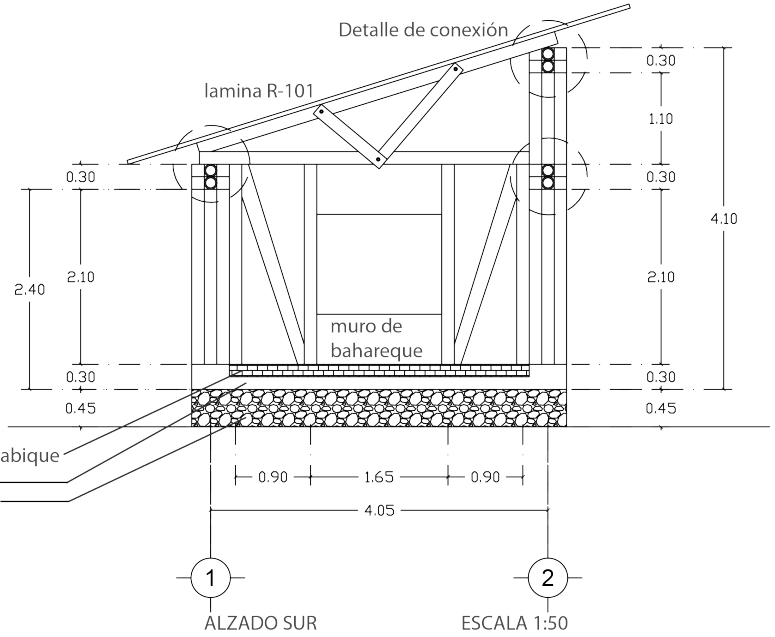
DETALLE 3 SIN ESCALA



DETALLE 4 SIN ESCALA

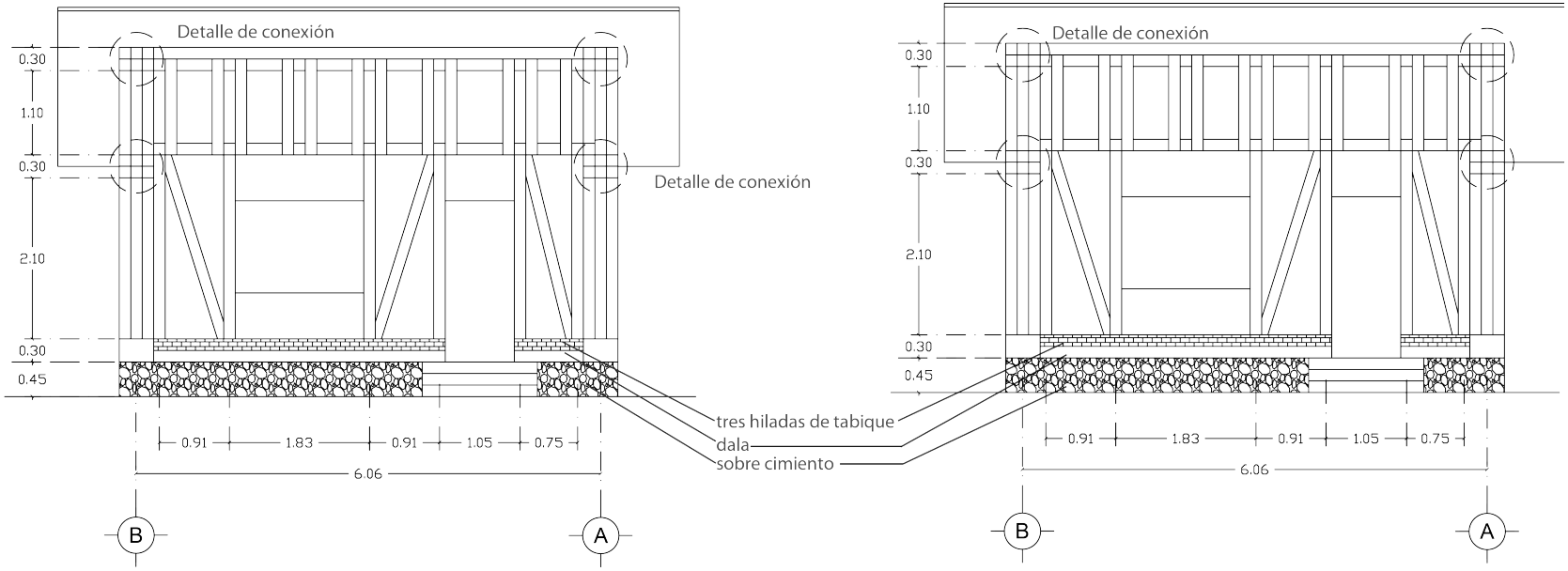


ALZADO NORTE ESCALA 1:50



ALZADO SUR ESCALA 1:50

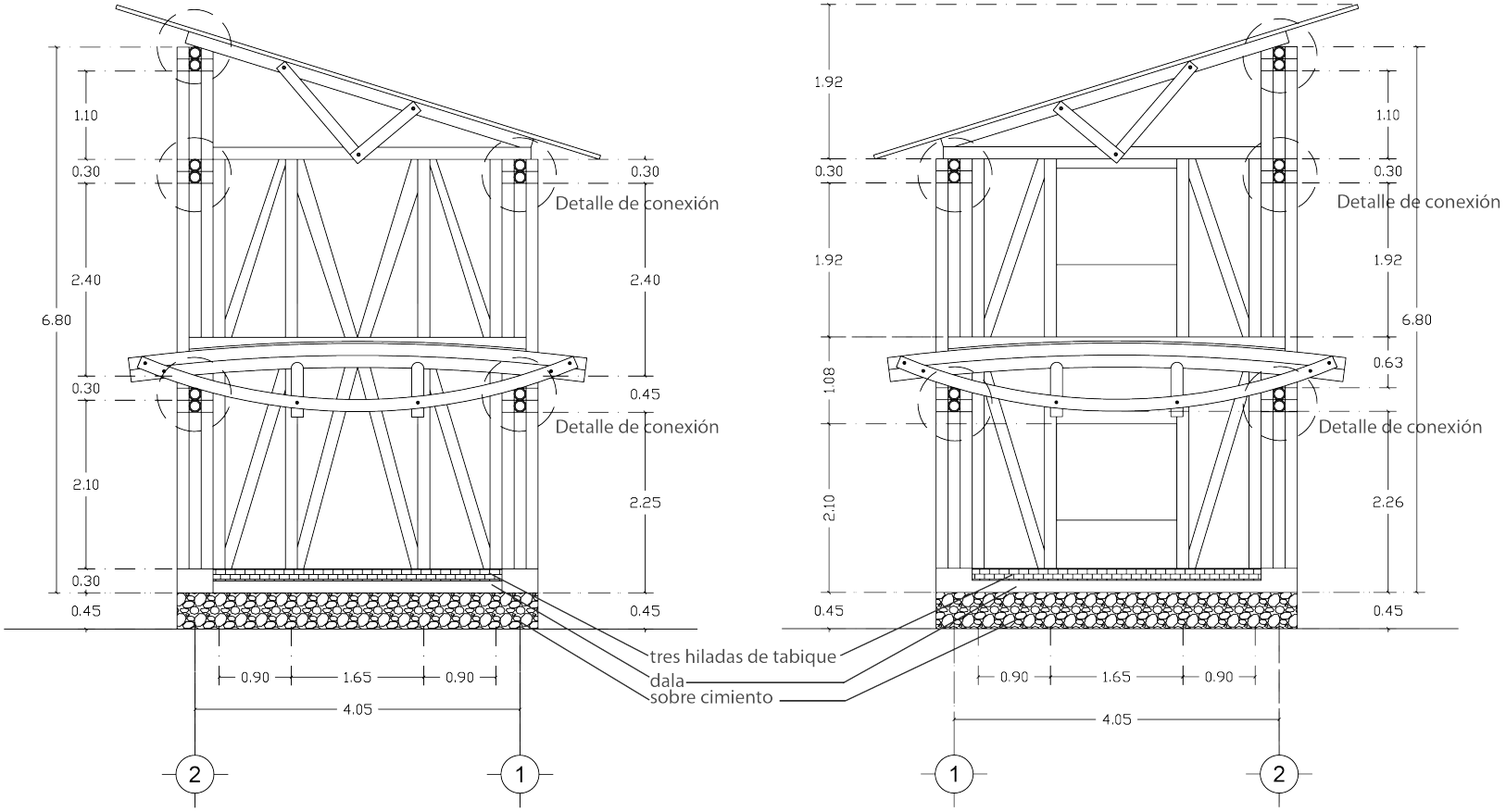
Plano 7. Planos arquitectónicos. Elaboración Carrillo, M (2015)



ALZADO ESTE ESCALA 1:50

ALZADO OESTE ESCALA 1:50

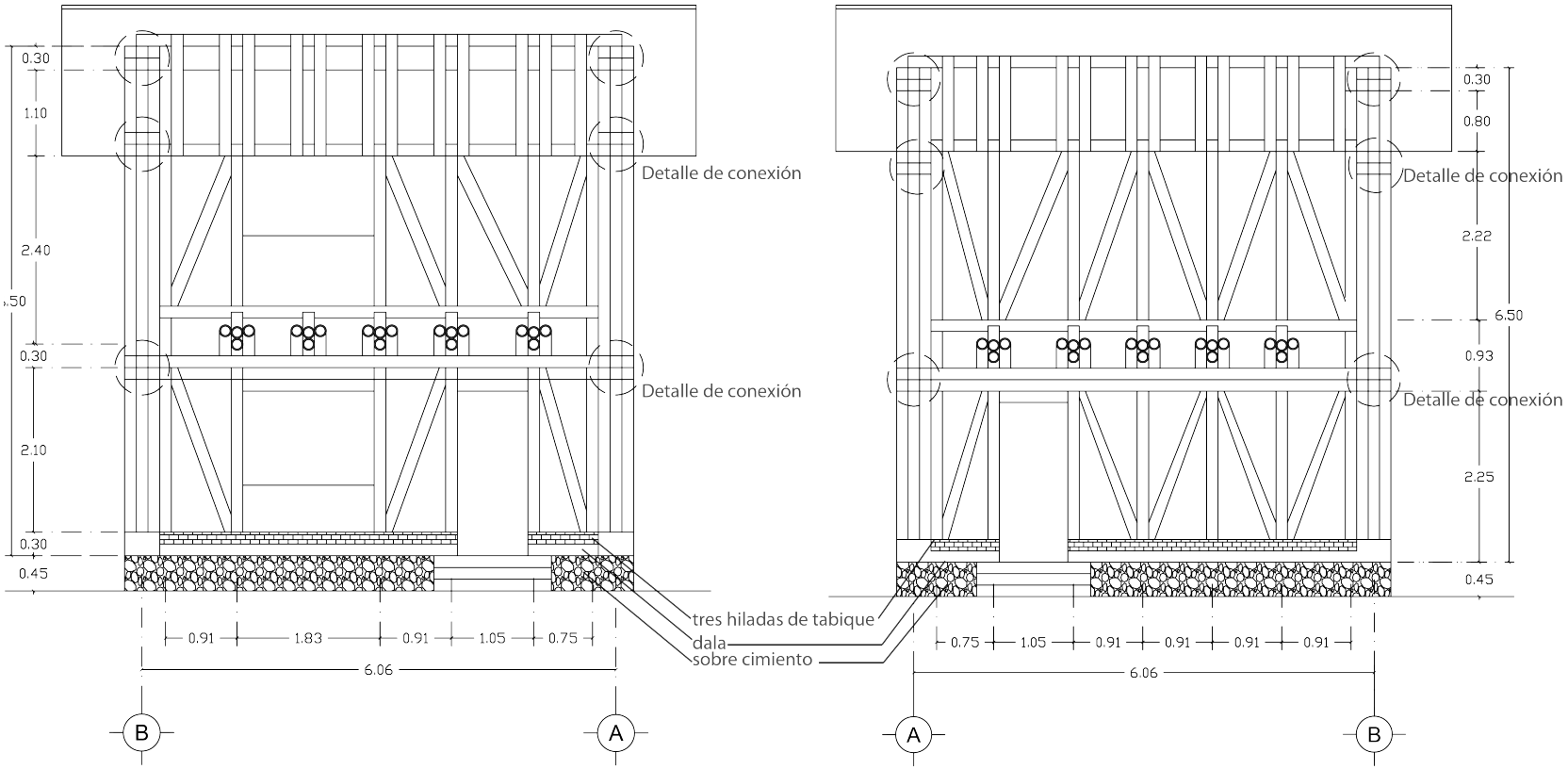
Plano 8. Planos arquitectónicos. Elaboración Carrillo, M (2015)



ALZADO NORTE OPCIÓN "B" ESCALA 1:50

ALZADO SUR OPCIÓN "B" SIN ESCALA

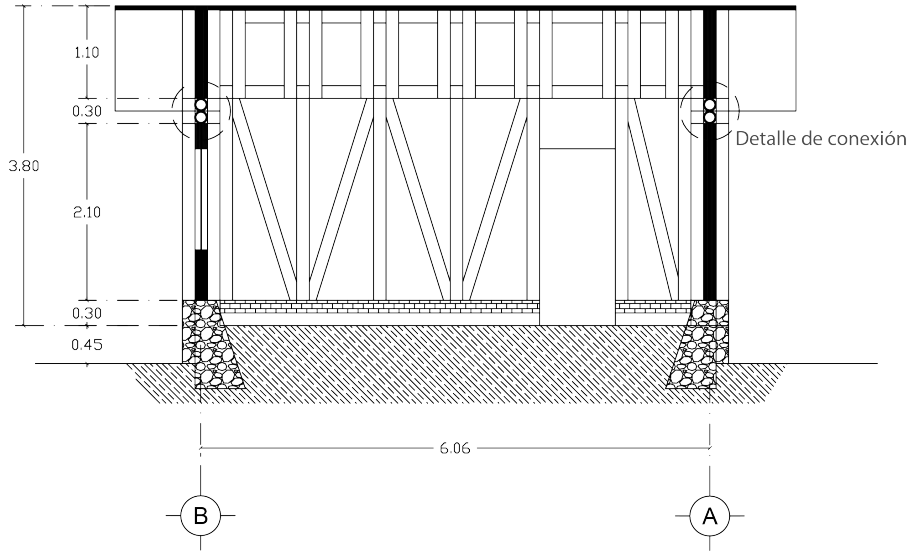
Plano 9. Planos arquitectónicos. Elaboración Carrillo, M (2015)



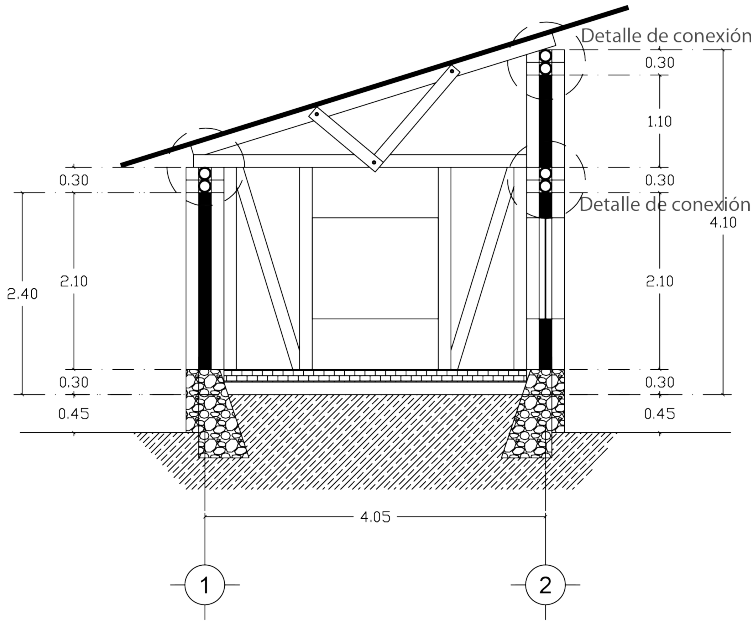
ALZADO ESTE OPCIÓN "B" ESCALA 1:50

ALZADO OESTE OPCIÓN "B" ESCALA 1:50

lano 10. Planos arquitectónicos. Elaboración Carrillo, M (2015)

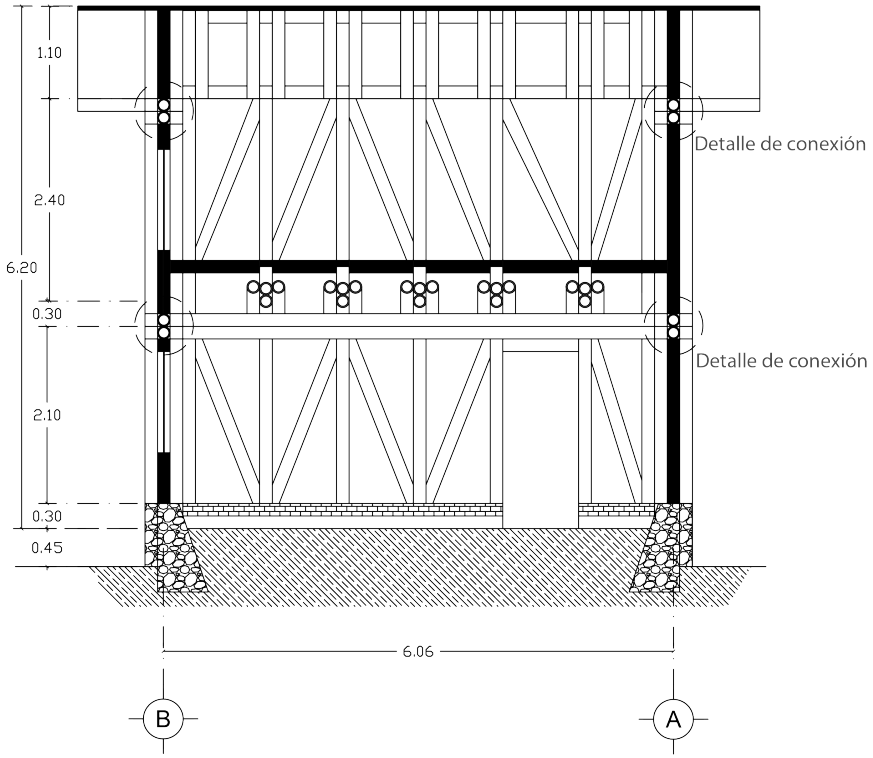


SECCIÓN A ESCALA 1:50

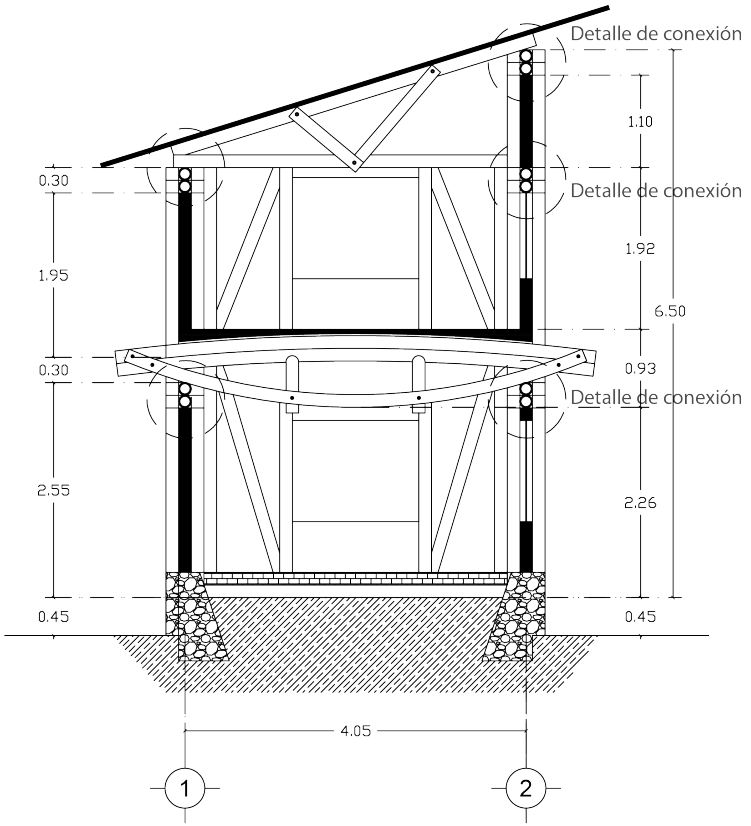


SECCIÓN B ESCALA 1:50

Plano 11. Planos arquitectónicos. Elaboración Carrillo, M (2015)

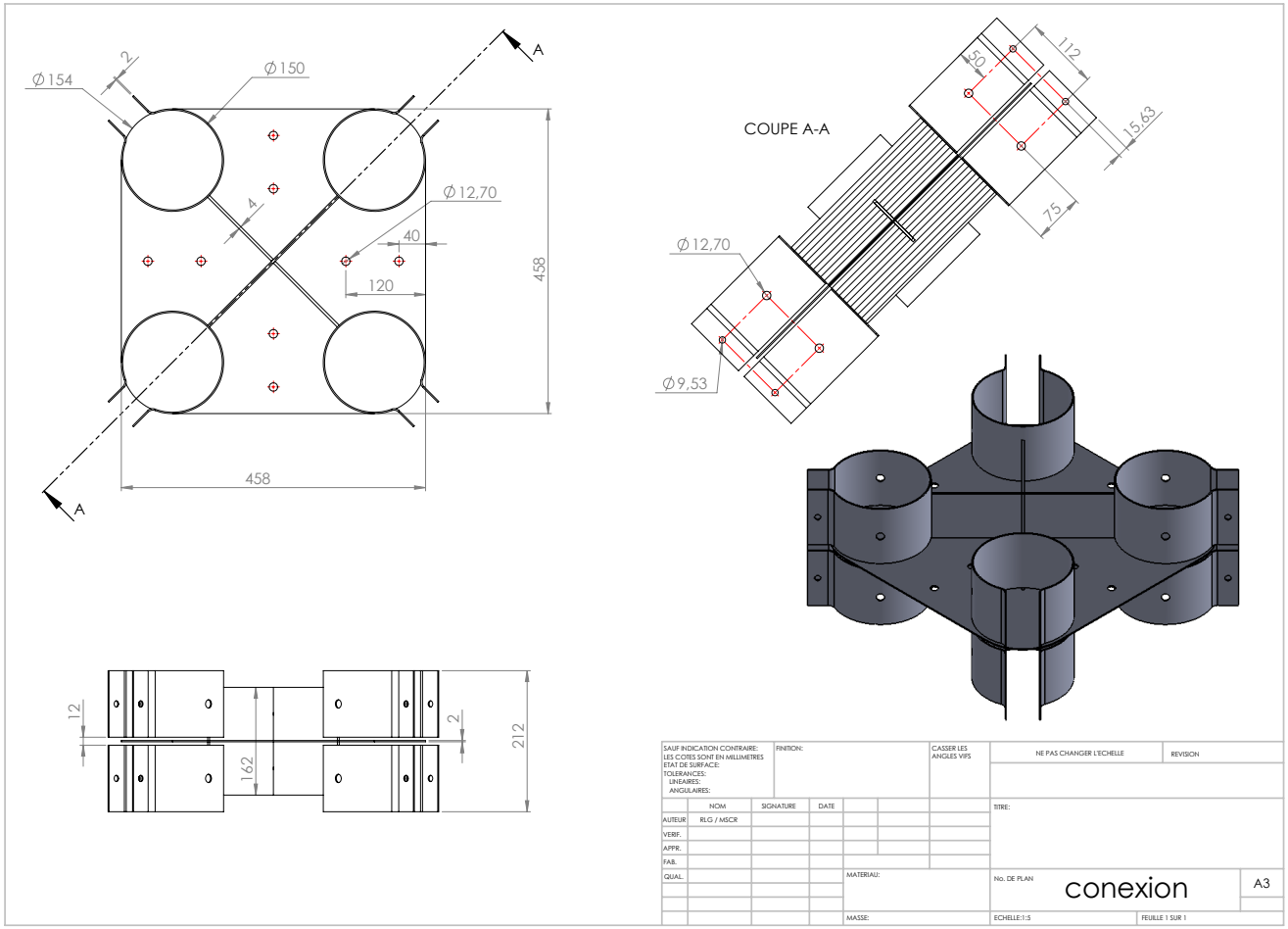


SECCIÓN A OPCIÓN "B" ESCALA 1:50

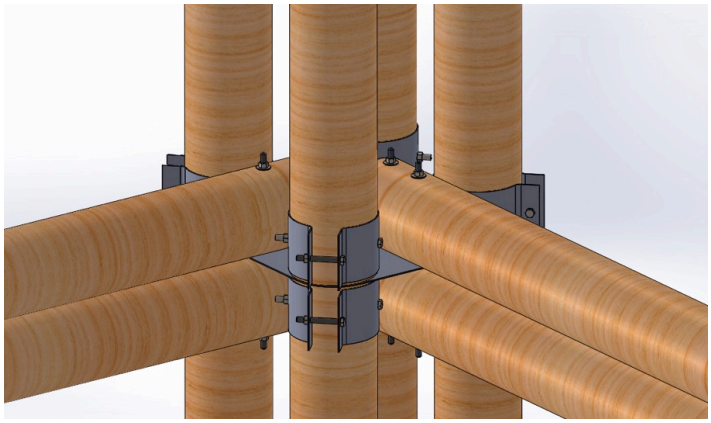


SECCIÓN B OPCIÓN "B" ESCALA 1:50

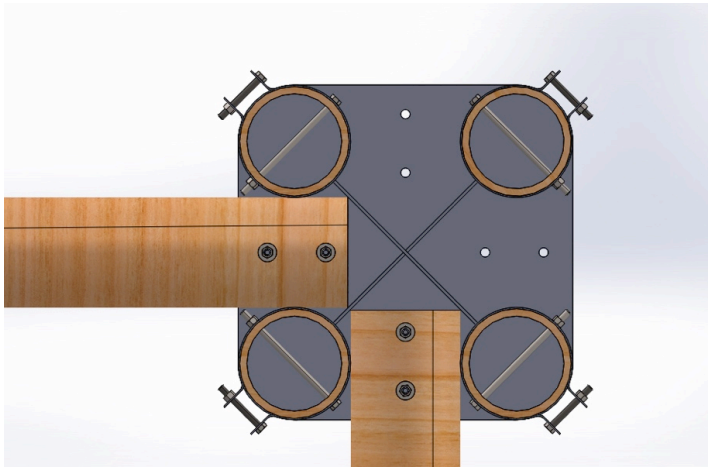
Plano 12. Planos arquitectónicos. Elaboración Carrillo, M (2015)



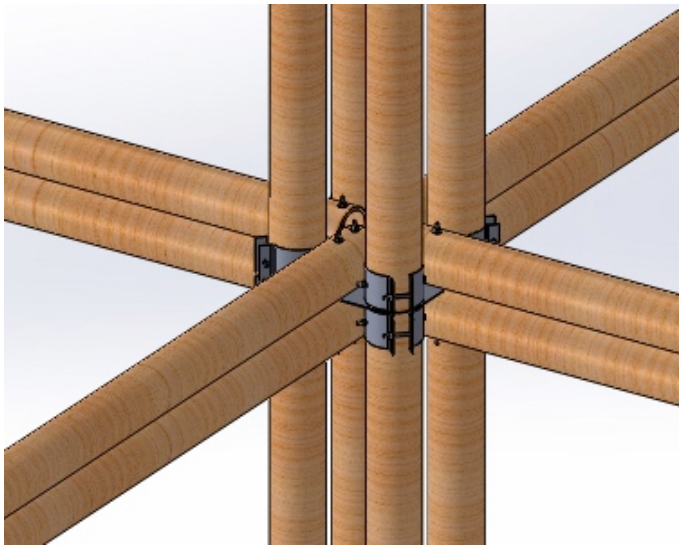
Plano 13. Diseño de conexión Carrillo, R & Le Gallic, R (2015) Elaboración del plano Le Gallic, R



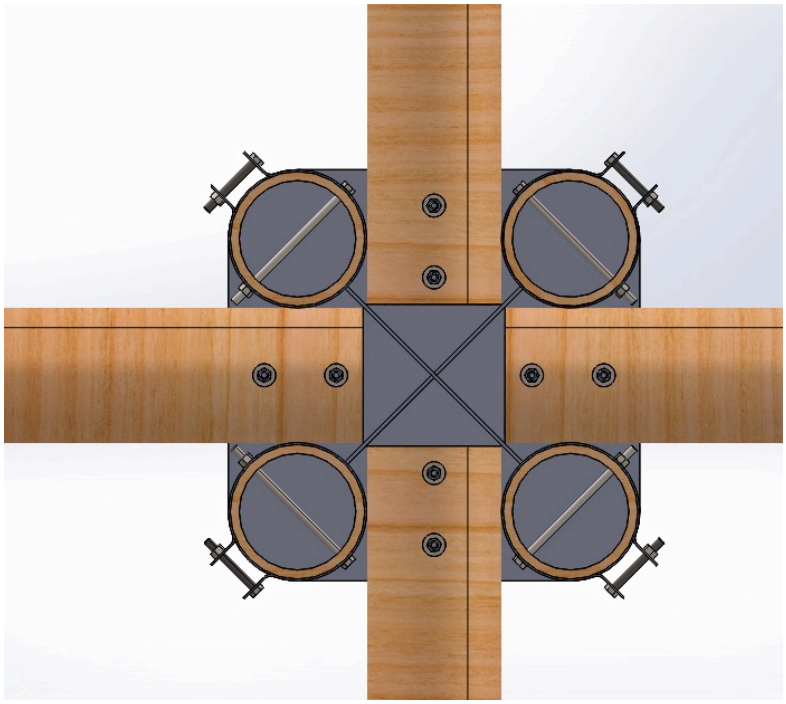
Isométrico 3. Diseño de conexión. Carrillo, M & Le Gallic, R (2015) Elaboración del plano Le Gallic, R



plano 14. Diseño de conexión. Carrillo, M & Le Gallic, R (2015) Elaboración del plano Le Gallic, R



Isométrico 4. Diseño de conexión. Carrillo, M & Le Gallic, R (2015) Elaboración del plano Le Gallic, R



plano 15. Isométrico 4. Carrillo, M & Le Gallic, R (2015) Elaboración del plano Le Gallic, R



Foto 40. Foto prototipo de conexión. Carrillo, M (2015)

6. ANÁLISIS DEL PROYECTO

6.1 Análisis costo beneficio

Se hicieron dos presupuestos que engloban solamente el costo de materiales para la construcción de el sistema estructural. Se tomaron en cuenta las dimensiones de los planos del módulo propuesto en el capitulo anterior. Para el sistema estructural tradicional se contempló una cimentación de piedra brasa, el uso de concreto y varilla en dala de desplante, castillos y dala de corona, para el techo se pensó viga IPR con ladrillo de azotea. Para el presupuesto con materiales naturales se tomaron los rendimientos de Rodríguez, R. C (2005) mientras que para el presupuesto en bambú se tomó en cuenta la experiencia de la construcción del módulo en Mezcala de la Asunción. Lo cual fue de utilidad para la cuantificación de materiales.

Las tablas 6 y 7 nos muestran ambos presupuestos.

Presupuesto de conceptos módulo en bambú

Núm.	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Importe
Cimentación y dala					
1	Cal hidra (para cimentación con piedra brasa)	costal	8.00	$43.00	$344.00
2	Varilla de 3/8 fijar Bambúes	pieza	5.00	$91.00	$455.00
3	Varilla 3/8 para dala	pieza	9.00	$91.00	$819.00
4	Bultos de cemento	costal	6.00	$130.00	$780.00
5	Clavos	caja	1.00	$574.00	$574.00
6	Grava	m3	1.00	$240.00	$240.00
				Suma partida	$3,212.00
Conexión elementos verticales y techo					
1	Conexión	pieza	4	$500.000	$2,000.00
2	Varilla roscada esparrago 3/8	pieza	8	$15.970	$127.76
3	Tuerca hex. 3/8 galvanizada	pieza	48	$0.498	$23.90
4	Lamina R-101 C/26 a 7.32	pieza	5	$742.330	$3,711.65
5	pija Hex. 1/4xx1" punta de broca	pieza	460	$0.710	$326.60
				Suma partida	$6,189.91
				Gran total	$9,401.91

Tabla 9. Presupuesto de conceptos módulo estructural en bambú. Elaboración propia.

Valor presente neto de modelo estructural en bambú

Años	inversió inicial	costo de mantenimiento	valor presente	valor presente neto
0	$9,401.91	$0.00	$0.00	$9,401.91
1		$313.50	$300.00	$9,701.91
2		$327.61	$300.00	$10,001.91
3		$342.35	$300.00	$10,301.91
4		$357.76	$300.00	$10,601.91
5		$373.85	$300.00	$10,901.91
6		$390.68	$300.00	$11,201.91
7		$408.26	$300.00	$11,501.91
8		$426.63	$300.00	$11,801.91
9		$445.83	$300.00	$12,101.91
10		$465.89	$300.00	$12,401.91
11		$486.86	$300.00	$12,701.91
12		$508.76	$300.00	$13,001.91
13		$531.66	$300.00	$13,301.91
14		$555.58	$300.00	$13,601.91
15		$580.58	$300.00	$13,901.91
16		$606.71	$300.00	$14,201.91
17		$634.01	$300.00	$14,501.91
18		$662.54	$300.00	$14,801.91
19		$692.36	$300.00	$15,101.91
20		$723.51	$300.00	$15,401.91
21		$756.07	$300.00	$15,701.91
22		$790.10	$300.00	$16,001.91
23		$825.65	$300.00	$16,301.91
24		$862.80	$300.00	$16,601.91
25		$901.63	$300.00	$16,901.91
26		$942.20	$300.00	$17,201.91
27		$984.60	$300.00	$17,501.91
28		$1,028.91	$300.00	$17,801.91
29		$1,075.21	$300.00	$18,101.91
30		$0.00	$0.00	$18,101.91

Tabla 10.Calculo de valor presente neto de estructura en bambú contemplando mantenimiento. Elaboración propia

La tabla 10 nos muestra un ejercicio de valor presente neto de el sistema estructural en bambú a 30 años considerado como el valor inmobiliario útil posible. –Considerando el mismo para el sistema tradicional-. Como costo total en valor presente neto a 30 año tenemos $18,101.91 pesos.

Presupuesto de conceptos módulo material tradicional

Núm.	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Importe
Cimentación y dala					
1	Cal hidra para cimentación con piedra brasa	costal	8.00	$43.00	$344.00
2	Varilla 3/8 para dala	pieza	12.00	$91.00	$1,092.00
3	Bultos de cemento	costal	6.00	$130.00	$780.00
4	Clavos	caja	1.00	$574.00	$574.00
5	Grava	m3	1.00	$240.00	$240.00
				Suma partida	$3,030.00
Castillos					
1	Varilla 3/8	pieza	12	$91.00	$1,092.00
2	Cemento	costal	6	$130.00	$780.00
3	Clavos	caja	2	574	$1,148.00
4	Grava	m3	1	$240.00	$240.00
				Suma partida	$3,260.00
Dala de coronación					
1	Varilla 3/8 para dala	pieza	9.00	$91.00	$819.00
2	Cemento	costal	6.00	$130.00	$780.00
3	Clavos	caja	1.00	$574.00	$574.00
4	Grava	m3	1.00	$240.00	$240.00
				Suma partida	$2,413.00
Techo, terrado , enladrillado y escobillado					
1	Viga Ipr 6x4 de 17 o 23 kg/ml	pieza	6	$1,652.40	$9,914.40
2	Ladrillo de azotea	millar	2	$1,650.00	$3,300.00
3	Ladrillo recocido	millar	1	$1,300.00	$1,300.00
4	Cemento	costal	3	$130.00	$390.00
5	Cal hidra	costal	20	$43.00	$860.00
				Suma partida	$15,764.40
				Gran total	$24,467.40

Tabla 11 . Presupuesto de conceptos módulo estructural en un sistema tradicional. Elaboración propia.

La tabla 12 nos muestra un ejercicio de valor presente neto de un sistema estructural en materiales tradicionales a 30 años considerado como el valor inmobiliario útil posible. Como costo total en valor presente neto a 30 año tenemos $ 35,267.40 pesos.

Valor presente neto de modelo estructural tradicional

Años	inversión inicial	costo de mantenimiento	valor presente	valor presente neto
0	$24,467.40	$0.00	$0.00	$24,467.40
1		$0.00	$0.00	$24,467.40
2		$0.00	$0.00	$24,467.40
3		$1,369.40	$1,200.00	$25,667.40
4		$0.00	$0.00	$25,667.40
5		$0.00	$0.00	$25,667.40
6		$1,562.71	$1,200.00	$26,867.40
7		$0.00	$0.00	$26,867.40
8		$0.00	$0.00	$26,867.40
9		$1,783.31	$1,200.00	$28,067.40
10		$0.00	$0.00	$28,067.40
11		$0.00	$0.00	$28,067.40
12		$2,035.06	$1,200.00	$29,267.40
13		$0.00	$0.00	$29,267.40
14		$0.00	$0.00	$29,267.40
15		$2,322.34	$1,200.00	$30,467.40
16		$0.00	$0.00	$30,467.40
17		$0.00	$0.00	$30,467.40
18		$2,650.17	$1,200.00	$31,667.40
19		$0.00	$0.00	$31,667.40
20		$0.00	$0.00	$31,667.40
21		$3,024.29	$1,200.00	$32,867.40
22		$0.00	$0.00	$32,867.40
23		$0.00	$0.00	$32,867.40
24		$3,451.22	$1,200.00	$34,067.40
25		$0.00	$0.00	$34,067.40
26		$0.00	$0.00	$34,067.40
27		$3,938.41	$1,200.00	$35,267.40
28		$0.00	$0.00	$35,267.40
29		$0.00	$0.00	$35,267.40
30		$0.00	$0.00	$35,267.40

Tabla 12. Valor presente neto estructura con material tradicional contemplando gasto por impermeabilización. Elaboración propia.

Como podemos observar hacer un módulo similar en Bambú utilizando las conexiones diseñadas en el presente estudio resulta menor a la mitad del costo del mismo en material tradicional. Sin embargo podemos considerar como desventajas que el módulo en bambú requiere un mayor mantenimiento a los culmos de bambú.

Aquí es importante recalcar que el uso de la conexión aquí diseñada permite un fácil remplazo de piezas dañadas, ventaja que no encontramos en otras conexiones. Este reemplazo considerando las condiciones climáticas y la exposición de un bambú tratado podría ser en un tiempo limite de hasta 15 años según la tabla 13. Como otro punto favorable de esta conexión es que no se hace otro gasto económico en el remplazo solo es de la pieza de bambú.

CONDICIÓN	AÑOS
A la intemperie	1 - 3
Bajo cubierta	4 - 7
En circunstancias favorables	10 - 15
En el mar	Menos de 1

Tabla 13. Durabilidad natural del bambú en diferentes condiciones. Tabla extraída de Ordoñez C, V R (2002)

6.2 Análisis ecológico

La tabla 9 nos muestra una tabla de decisión multicriterio que considera varios aspectos importantes englobados en tres ramas, económico, social y ambiental. En ella se ponderan estos aspectos considerando el bambú y el concreto. Podemos observar como el bambú obtiene una mejor calificación en cuanto a las tres ramas y por ende en la calificación final.

			ponderación						
			absoluta	relativa	relaitva sustentable	concreto	bambú	concreto ponderado	bambú ponderado
parametros para la selección de sistemas de edificación o tecnologías sustentables	ambiental	Disponibilidad de los materiales	10	12.05%	4.02%	5	10	0.2008012	0.40160241
		Disminución del consumo energético	10	12.05%	4.02%	2	10	0.08032048	0.40160241
		Disminución del consumo de agua	8	9.64%	3.21%	5	5	0.2008012	0.160640964
		Fuente de energía naturales	10	12.05%	4.02%	5	10	0.2008012	0.40160241
		Disminución de residuos	9	10.84%	3.61%	3	8	0.12048072	0.289153735
		Mitigar riesgos ambientales	10	12.05%	4.02%	4	10	0.16064096	0.40160241
		Cuidado de la biodiversidad	9	10.84%	3.61%	2	5	0.08032048	0.180721084
		Desempeño atmosférico	9	10.84%	3.61%	4	10	0.16064096	0.361442169
		Desempeño hídrico	8	9.64%	3.21%	5	8	0.2008012	0.257025542
		Subtotal	83	100.00%	33.33%	35	76		
	social	Emporderamiento	9	8.49%	2.83%	6	10	0.16981115	0.283018585
		Inclusión	10	9.43%	3.14%	6	10	0.18867906	0.314465094
		Adaptable	10	9.43%	3.14%	10	8	0.31446509	0.251572075
		Saludable	10	9.43%	3.14%	6	10	0.18867906	0.314465094
		Seguridad	10	9.43%	3.14%	10	10	0.31446509	0.314465094
		Usabilidad	9	8.49%	2.83%	10	6	0.28301858	0.169811151
		Calidad estética	9	8.49%	2.83%	8	10	0.22641487	0.283018585
		Patrimonio cultural	10	9.43%	3.14%	7	8	0.22012557	0.251572075
		Educación	10	9.43%	3.14%	5	8	0.15723255	0.251572075
		Identidad	9	8.49%	2.83%	2	7	0.05660372	0.198113009
		Aumento de la calidad de vida de los ocupantes	10	9.43%	3.14%	8	8	0.25157208	0.251572075
		Subtotal	106	100.00%	33.33%	78	95		
	económica	Costo	10	14.49%	4.83%	5	10	0.24154348	0.483086957
		Patrimonio	10	14.49%	4.83%	10	8	0.48308696	0.386469565
		Patrones de consumo y producción	10	14.49%	4.83%	6	8	0.28985217	0.386469565
		Equidad/asequibilidad	10	14.49%	4.83%	6	10	0.28985217	0.483086957
		Eficiencia y eficacia	9	13.04%	4.35%	10	8	0.43477826	0.347822609
		Conocimiento y tecnologías	10	14.49%	4.83%	9	7	0.43477826	0.33816087
		Valoración de lo ambiental	10	14.49%	4.83%	4	10	0.19323478	0.483086957
		Subtotal	69	100.00%	33.33%	50	61		
		Total	258			163	232	6.14380133	8.647221526

Tabla 14. Tabla de toma de decisión multicriterio. Elaboración propia.

6.2.1 Análisis del ciclo de vida del bambú

El análisis de ciclo de vida de los materiales es un punto importante a considerar ya que esto puede darnos una pauta en el corto y largo plazo del daño ecológico provocado por los materiales.

"Debido a su rápido crecimiento y facilidad de procesamiento el bambú se ha convertido en un potencial recurso renovable que puede substituir a las maderas duras por su lento proceso de crecimiento. Además el bambú tiene excelentes propiedades mecánicas, es un material de bajo costo, abundante y accesible en países en vías de desarrollo. Su rápido crecimiento como su extensa red de raíces lo convierten en un buen fijador de carbono. Otro punto a favor del bambú es su capacidad de controlar la erosión y preservarlos mantos freáticos". Van der Lugt, P. & Vogtländer, J. & Brezet, H (2009).

"La planta de bambú es ideal para reforestar, a menudo tiene un efecto positivo en el nivel de aguas subterráneas y puede mejorar el suelo a través de la materia orgánica que cae de la planta". Van der Lugt, P. & Vogtländer, J. & Brezet, H (2009). Debido a la rapidez de crecimiento, las plantaciones de bambú se espera secuestren grandes cantidades de dióxido de carbono. Durante su crecimiento las plantas convierte el CO2 mediante la fotosíntesis en hidratos de carbono y emite oxigeno en el proceso. Según comentan Van der Lugt, P. & Vogtländer, J. & Brezet, H (2009).



Ilustración 5. El ciclo de CO2 en un nivel de producto. Elaboración propia.

De la ilustración 10, podemos extraer que del cultivo y cosecha del bambú representa solo el 1.5 % del 100% de un tablero de bambú laminado. Este dato es importante en la medida que el uso que pretendo hacer del bambú es natural. Otro dato importante en esta tabla es la huella de carbono que

proviene del transporte de la plantación del bambú a el lugar donde va a ser procesada 1.4% del 100%. Se considera en este estudio que el bambú debe ser tomado de la zona donde se desea construir. Para que el gasto económico y energético sea mínimo.

Process step	amount	unit	Carbon fp $kgCO_2e$/unit	Carbon fp $kgCO_2e$/FU	Carbon fp $kgCO_2ekg$	Carbon fp %
1. Cultivation and harvesting from plantation						
Gasoline consumption	0.224	litre / FU	3.895/ litre	0.873	0.0209	1.5%
2. Transport from plantation to strip manufacturing facility; a 5 ton truck (transport of 23.1 FUs)	30	km / truck	0.63/ km	0.818	0.0196	1.4%
3. Strip making	1.38	kWh/ FU	0.805/kWh	1.111	0.0266	1.9%
4. Transport from strip manufacturing facility to factory; a 10 ton truck (transport of 77.6 FUs).	600	km / truck	0.825/km	6.379	0.1530	10.8%
5. Rough planing	8.62	kWh/ FU	0.805/kWh	6.939	0.1664	11.8%
6. Strip selection						
7. Carbonization	4.73	kWh/FU	0.805/kWh	3.808	0.0913	6.5%
8. Drying carbonized strips	9.66	kWh/FU	0.805/kWh	7.776	0.1865	13.2%
9. Fine planing	5.8	kWh/FU	0.805/kWh	4.669	0.1120	7.9%
10. Strip selection						
11. Glue application (1-layer boards)	0.894	kg / FU	2.24 /kg	2.003	0.0480	3.4%
12. Pressing strips to 1-layer board	1.89	kWh/FU	0.805/kWh	1.521	0.0365	2.6%
13. Sanding 1-layer board	1.62	kWh/FU	0.805/kWh	1.304	0.0313	2.2%
14. Glue application (3-layer board)	0.983	kg / FU	2.24 /kg	2.202	0.0528	3.7%
15. Pressing three layers to one board	1.65	kWh/FU	0.805/kWh	1.328	0.0319	2.3%
16. Sawing	0.29	kWh/FU	0.805/kWh	0.233	0.0056	0.4%
17. Sanding 3-layer board	0.86	kWh/FU	0.805/kWh	0.692	0.0166	1.2%
18. Dust absorption (during all steps)	8.67	kWh/FU	0.805/kWh	6.979	0.1674	11.8%
19. Transport from factory to harbour	12.51	ton.km/FU	0.086/ton.km	1.076	0.0258	1.8%
20. Transport from harbour to harbour	800.9736	ton.km/FU	0.011/ton.km	8.811	0.2113	14.9%
21. Transport from harbour to warehouse	4.7955	ton.km/FU	0.086/ton.km	0.412	0.0099	0.7%
TOTAL carbon footprint				58.93	1.413	100.0%

Ilustración 6. Tabla de huella de carbono de un análisis de ciclo de vida de un tablero de bambú laminado. Tomada de P. Van der Lugth, J.G. Vogtländer, J.H. Van der Vegte, J.C. Brezet. (2012).

"El bambú es percibido como amigable con el medio ambiente. Hay muchos argumentos cuantitativos, muchos alrededor de la producción de biomasa del bambú que justifican esta positiva percepción". Van der Lugt, P. & Vogtländer, J. & Brezet, H (2009).

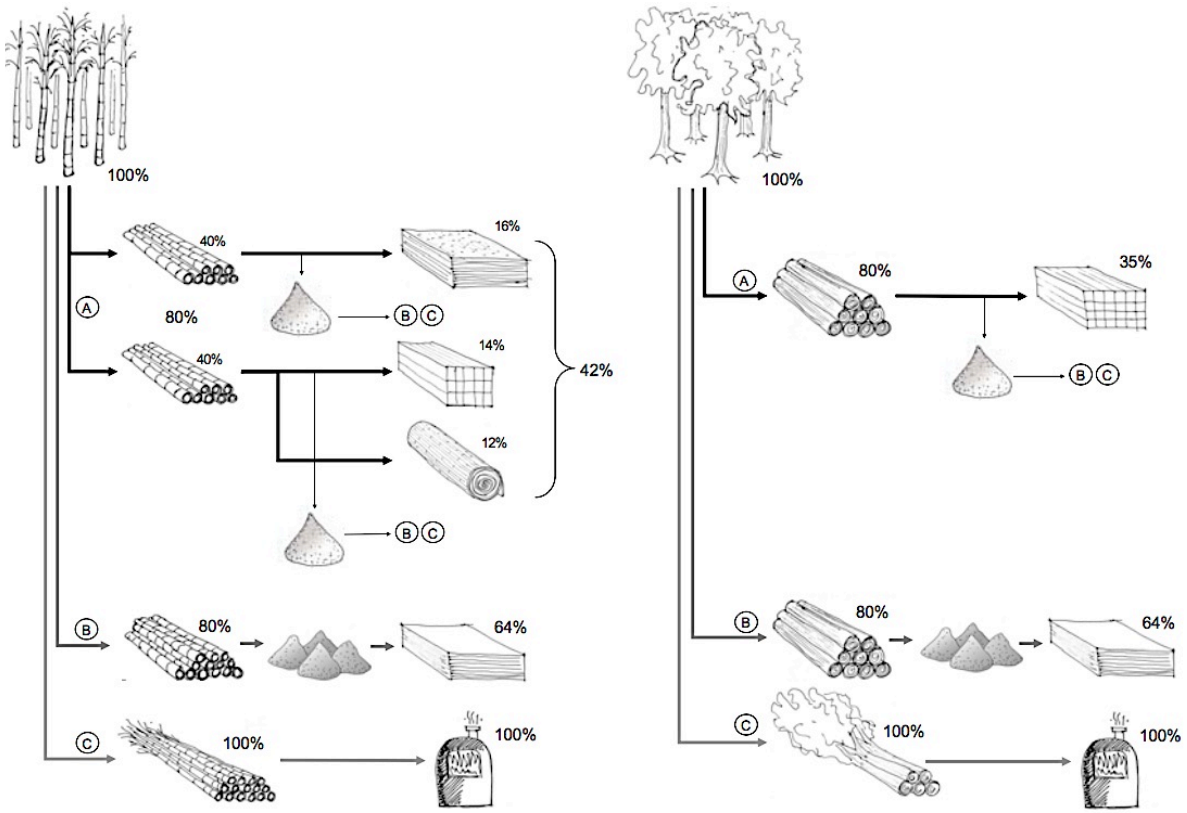


Ilustración 11. Eficiencia durante la conversión de bambú (Izq.) y madera(derecha) recursos a materiales terminados. Tomada de Van der Lugt P, Vogtländer J, Brezet H. (2009).

En la ilustración 11 podemos observar como en "C" cuando se usa la plantalua de bambú sin industrialización se tiene una eficiencia del 100%, como es el caso del bambú que se pretende usar.

"Otra ventaja que presenta el bambú en cuanto al medio ambiente es: El bambú no necesita fertilizantes ni pesticidas para su crecimiento". Van der Lugt, P. & Vogtländer, J. & Brezet, H (2009).

Un estudio hecho por el Dr. Richard Murphy demuestra que el uso específico de bambú en la producción de muros de bajareque con culmos de guadua, arena y cemento, comparado con una vivienda hecha en concreto. El impacto ambiental de la casa hecha en bambú era aproximadamente la mitad del impacto de la casa de concreto. Aparte del uso del bambú, el estudio excluye otros usos industriales del bambú , y estaba basado en un consumo local del bambú. Se lee en Van der Lugt, P. & Vogtländer, J. & Brezet, H (2009). Demostrando como el uso del bambú debe ser local.

7. CONCLUSIONES GENERALES

En la actualidad en el poblado de Mezcala de la Asunción, no es viable construir una vivienda que utilice el bambú cómo parte fundamental de su estructura. Su viabilidad depende en gran medida de la disposición del bambú en el sito. Que su producción además sea hecha ex profeso. Esto permitiría tener características mecánicas y dimensiones estandarizadas.

No es viable por los siguientes aspectos:

- Es difícil conseguir suficiente bambú para toda la vivienda. Esto debido a que el bambú debería ser comprado, aunque hay especies ornamental como el bambúsa oldhamii o Bambusa vulgaris que son apropiadas para el uso en construcción en todo el estado de Jalisco, se vuelve muy complicada y costosa la recolección. Además de que es casi imposible que los bambúes sean uniformes en su diámetro, propiedades físicas y mecánicas.

- La percepción general que se tiene del bambú y las practica relacionadas con su uso. Sería importante en primer lugar romper los paradigmas que se tienen acerca del bambú. Para esto hace falta un trabajo de fondo en cuanto a las buenas prácticas del curado y tratamiento del bambú. Gracias a las encuestas nos dimos cuenta que algunos pobladores de Mezcala han venido utilizando el bambú al reconocerlo como un material de alta resistencia. Pero su uso ha sido espontaneo y sin planeación. Lo cual ha ayudado a la mala percepción que se tiene del material. Otro punto importante es que también debería el bambú ser un material que ellos puedan asociar con seguridad.

- A pesar que los involucrados en la construcción del bambú comentaron que la construcción del modulo cambió la percepción que tenían acerca el bambú. El conocer el material y las posibilidades que puede ofrecer, les hace contemplar su uso en construcción. También es cierto que el camino a recorrer es más largo. Pensando que en algunos países de Latinoamérica el bambú se ha logrado consolidar como un material útil en la vivienda social y

de autoconstrucción. En México en general y particularmente en Mezcala de la Asunción los pobladores están casados con el uso de ladrillo de lama para muros y bóvedas.

Es viable en los siguientes aspectos:

- El uso del bambú en construcción es viable por que es un material para construcción amigable, es posible ejecutar la construcción fácilmente ya que se puede lograr sin necesidad de herramienta y conocimiento especializado.
- Las personas involucradas en la construcción del modelo, mostraron interés en aprender las técnicas que permiten su uso. No obstante es un grupo pequeño. Lo cual no se puede tomar como un pensamiento general.

Tomando en cuenta el resultado del proyecto de un módulo de vivienda para Mezcala, podríamos considerar que este facilitaría el uso del bambú en construcción. El proyecto permite seguir una serie de pasos que mientras se hagan sistemáticamente podrían optimizar su uso. Además de ofrecer seguridad en la construcción ya que al estar conformada la estructura por varios elementos de bambú permite su reemplazo en caso de falla de alguno de estos.

De esperarse que el bambú fuera utilizado como un recurso en la construcción del la vivienda debería crecer en la zona para el propósito. En Mezcala como en la mayoría del estado de Jalisco, el otate y el carrizo han sido las especies con plantaciones más abundantes. Muchas de estas crecen al pie de arroyos o escurrimientos. Mi sugerencia sería entonces inducir especies de Bambusa oldhamii en áreas erosionadas o con agua contaminada. Ya que el bambú tiene las cualidades de restaurar la tierra y limpiar el agua.

Pero hacer esta inducción es más complicado que esto por que entonces se puede poner en juego la biodiversidad de la zona. Más contemplando que el bambú es potencialmente una plaga.

Estas plantaciones deberían entonces ser programadas, contemplando todo un estudio que va desde la silvicultura hasta un modelo de negocio que permitiera encontrar en el bambú no solo un recurso para la construcción de estructuras en bambú. Este modelo podría aprovechar también que el tallo de la bambusa oldhamii es comestible y la sobrebasa, como las ramas pueden ser utilizadas en la fabricación de muebles y canastos. Exprimiendo así el potencial de la plantación.

Recomendaciones

Se sugiere hacer unas encuestas posterior a la terminación del módulo en Mezcala para conocer si cambió la percepción que se tenía anteriormente del Bambú.

Se sugiere hacer pruebas en el simulador del ITESO de un módulo a escala de un marco que contenga 2 conexiones o 4 para conocer la rigidez de la conexiones.

Se sugiere hacer un estudio silvicultural de la introducción de bambú de la especie Bambusa oldhamii en la región para conocer la plantación, producción, manejo y posibles externalidades positivas y negativas.

8. FUENTES DE CONSULTA

Alfaro, M. S (2007). Teleformación y autoconstrucción de vivienda. Bases para un modelo de ayuda informatizada. *Revista INVI,* mayo, 115-131.

Ander-Egg, E (2001). Métodos y técnicas de la investigación social. Lumen. Buenos Aires.

Alvarez, C. R (2012). Comportamiento mecánico de las conexiones en los elementos de bambú para estructuras ligeras. El caso de las especies del trópico de Veracruz. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela superior de arquitectura.

Bambúes de México (2013). Catálogo de los bambúes cultivados y exóticos de México. 04-12-2014, de bambumex Sitio web: http://www.bambumex.org/paginas/introducidos.htm.

Burgos, F. A (2003) Revisión de las técnicas de preservación del bambú.

Calduch, C. R (2008) Métodos y técnicas de investigación en relaciones internacionales. Universidad Complutense de Madrid.

Castro, H. H. A. & Reynoso, A. L. E. & Vargas, R. D (2014) Construcción sustentable con bambú. Desarrollo de la tecnología para la construcción. ITESO, Tlaquepaque, Jalisco.

Centro Mario Molina (2012) Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México.

Cortés, R. G. R (2000). Los bambúes nativos de México. CONABIO. Biodiversitas 30:12-15.

Cortés, R. G. R (2005). Viviendas de Bambú en México. 11-09-14, de bambumex.org Sitio web: http://www.bambumex.org/paginas/VIVIENDA.pdf.

Cortés, R. G. R (2005). El bambú en Jalisco. 03-12-2014, de Bambumex Sitio web: http://www.bambumex.org/paginas/JALISCO.pdf.

Gledhill, J (2010). El derecho a una vivienda. *Revista de Antropología Social,* Sin mes, 103-129.

Guzmán, M. C. C (2011). Sistemas de diseño para la vivienda. Revista de Arquitectura, Sin mes, 118-127.

Hernández, G. A (2006). Mezcala: encuentros y desencuentros de una comunidad . Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Hidalgo, L. O (2010). Manual de construcción con bambú. Estudios técnicos Colombianos Lida. Colombia.

Jiménez, B (2002). Reseña de "La autoconstrucción. Un estudio psicosocial del significado de la vivienda" de Esther Wienselfed . Interamerican Journal of Psychology, Sin mes.

La jornada (en línea) 1 de agosto de 2013 (fecha de consulta 24 de abril de 2014) disponible en: http://www.lajornadamichoacan.com.mx/2013/07/01/sin-una-vivienda-digna-un-tercio-de-los-mexicanos-hacienda/.

Martínez, L. J. S (2004). Estrategias metodológicas y técnicas para la investigación social. México DF, Archivo.

Minke, G (2012). Building with bamboo, Birkhäuser, Basel, Switzerland.

Moreno, R (2010). Mezcala la isla indómita, las luchas por las tierras hoy. Revista Desacatos, Núm.34, Mexico, D.F.

Ordóñez, C. V. R (1999).Perspectivas del bambú para la construcción en México. México, D.F.

Ordóñez, C. V. R. & Mejía, S. M. T. & Bárcenas, P. M (2002). Manual para la construcción sustentable con bambú. Zapopan: CONAFOR.

Paredes, P. V (2010) Mezcala la isla indómita. La lucha de los insurgentes en Mezcala. Revista Desacatos, México, D.F.

Pedrotti, C (2014) La vivienda, un tema siempre contemporáneo. Economía, Sociedad y Territorio, Enero-Abril, 273-280.

Perea, R. J. & Villegas, R. J. P. & Cerquera, B. Y. & Cortés, M. P (2003) Evaluación y documentación de prácticas sobresalientes sobre el manejo de la cosecha y maduración de la guadua en el departamento del Huila, FUNDAIN.

Pérez, R. & Cortés, G (2005) El bambú en Jalisco. 03-12-2014, de bambumex sitio web: http://www.bambumex.org/paginas/JALISCO.pdf

Pinto, M. F (1993) El desafío de la autoproducción del hábitat. Revista de Ciencias Sociales (Cl), . 73-86.

Prieto, R. S. D. & Mogollón, S. J. & Fabiarz, F. J. & Hurtado, G. J. E (2001) Manual de construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado.

Reynoso, I. M. & Corona, G. V. G. & Federico P. V. R. & Irastorza, I. J. I. & Arrieta, M. D. & Martínez, D. A. F (2014) Sistemas Alternativos de Construcción con Bambú. ITESO, Tlaquepaque, Jalisco.

Rodríguez, A. C. A. & Díaz, E. M (2009) Bambú material estructural, Escuela Politécnica Superior.

Rodríguez, R. C (2005) Manual de autoconstrucción, editorial Pax México, México, D.F

Rubistein, M (2012) Emissions from the Cement Industry, State of the planet, The Earth Insitute, http://blogs.ei.columbia.edu/2012/05/09/emissions-from-the-cement-industry/Salas, Serrano, Julián. (2002). Latinoamérica: Hambre de Vivienda. Revista INVI, mayo, 58 - 69.

Salas, D. E (2006) Simón Velez "símbolo y búsqueda de lo primitivo" Barcelona. Tesis de Doctorado.

Van der Lugt, P. & Vogtländer, J. & Brezet, H (2009). Bamboo, a Sustainable Solution for Western Europe Design Cases, LCAs and Land-use . The Netherlands: INBAR .

Van der Lugth, P. & Vogtländer, J. G. & Van der Vegte, J. H. & Brezet, J. C (2012). Life Cycle Assessment and Carbon Sequestration; the environmental Impact of Industrial Bamboo Products. The Netherlands: MOSO Research & Development Center.

Anexo 1

	tiene una visión positiva del bambú		adobe	tiene una casa hecha con adobe
	asocia el bambú con insectos		bloque de jalcreto	tiene una casa hecha con bloque de jalcreto
	el bambú es flamable		bambú	utilizó el bambú en su vivienda
	el bambú no aguanta las inclemcias del tiempo		resistencia	cree que el bambú no es resistente
otate	conoce viviendas que involucran otate en su construcción			

núm.	materiales	autoconstrucción	bambú	otros
1		es más barato autoconstruir	se puede quemar o deteriorar	
2		los que saben, la mano de obra sale más barata	es flamable, le llegan insectos	
3			se pudre, se quiebra solo	
4	vivienda de adobe, ladrillo, lamina			conoce la técnica de muros con otate , como juntito y con laso lo van tejiendo
5		solo aquellos que trabajan en fabricas tienen el recurso económico para mandar a hacer su casa	el bambú después de cierto tiempo hay que reconstruirlo	el techo de carrizo se utilizaba anteriormente. Utilizaría bambú en segunda planta, no le parece muy seguro
6		tiene el conocimiento de construir por su papa	el ladrillo es más resistente, el bambú se seca y se quiebra	antes era común usar bambú y lámina encima
7		las personas prefieren trabajar ellos mismos su casa	el viento fuerte te quita la vivienda de bambú	no hay como tenerla de ladrillo
8		por necesidad	por cuestión de su durabilidad que se deteriora con el frío, la lluvia	le tocó ver paredes de Otate
9		por economía se autoconstruye, no hay para pagar	para apoyar laminas	
10		te permite pagar mejores materiales	el bambú solo para un patio, con lamina	habría que estarlo cambiando
11	vivienda de adobe, techo de ladrillo, vigas de cemento		no lo usaría por temor a que se caiga	prefiere la viga de acero algo que se sienta seguro, de que le va a durar toda la vida.
12		para tener, ahorrar más dinero	el tiempo de frio , se puede pasar el frio para adentro	
13			el bambú se pudre	
14		autoconstruiría por que es donde viviría	con el bambú se meten animales, quedan frágiles las casas	
15		para terminar pronto y hacerse de una casa	el bambú es débil	
16		mas barato	el bambú solo para detalles o adornos	
17		uno mismo sabe, para hacer las cosas bien	se echa a perder más rápido, pega el aire o el agua y las afecta	
18		para ahorrar, aunque no le sepa uno, así se aprende y se puede trabajar en eso.	el bambú se toma como de lujo	Otate en pared, unidos unos con otros. En el tiempo de lluvia se pone muy feo. Y en eso uno piensa, que no hay como el material
19	vivienda de adobe	me gustaría hacerlo por mi propia cuenta. Para no gastar en quien lo haga.	lo he visto en restaurantes para adornar. Quizá lo usaría para un tejaban.	
20		para ahorrar un dinerito. Para independizarse	no lo conozco	
21	vivienda de adobe lo primero, después lo hicieron de ladrillo.	por los hijos, hacer un esfuerzo para tener algo propio. No hay apoyo de infonavit, las personas aquí son muy territoriales. NO dejan entrar apoyos extraños		no hay como construir con ladrillo y cemento.
22		se realiza por costumbre, trabajar lo propio. Hacer su casa cada persona.	aquí no hay viviendas con ese material. Nunca lo he trabajado (es albañil).	
23		lo hacen para hacer su propia casa.	las construcciones con bambú se pueden destruir en las lluvias.	
24		para hacerlo a mi manera y a mi gusto. Me gustaría diseñarlo. Yo le ayude a mi papá a construir donde vivimos.	antes si había, eran casas de adobe y las bases de bambú. Yo no lo utilizaría por la resistencia y seguridad.	
25		la mayoría lo hacen para saber y se ahorran un dinero.	es muy resistente. Si lo utilizaría y más por la economía.	
26		por la falta de dinero.	el bambú es muy frágil, habría que estarlo cambiando a cada rato. Es mas probable que se incendie.	
27		lo haría porque ya me interesa tener algo propio. La gente lo hace por la falta de dinero.	no lo utilizaría por el frío y las lluvias.	si tuviera un terreno propio, aunque sea lo iría empezando con eso, (bambú) pero preferiría con ladrillo.
28		para ahorrar lo de un peón y maestro.	lo he visto en terrazas y palapas. Yo lo usaría dependiendo de cómo acomodarlo, hay que saberlo usar, para techar. No tiene mucho tiempo de vida y se caería.	
29		la gente lo hace porque saben de eso, sacan todos sus ahorros y trabajan en ello.	es resistente. Yo en la cocina tengo palos de bambú. Si no me quedara de otra, en esa viviría. Lo usaría de principio, uno empieza desde abajo.	
30		lo hacen por la necesidad de tener uno su propia casa, hacerle su lucha.	no es seguro, se pueden meter a robar o las lluvias. Para un tejaban si lo usaría. Se tendría que estar cambiando a cada rato.	
31		lo haría para que quede como yo quiero	lo utilizaría para darle un efecto rustico, para darle personalidad a la casa. Para toda la casa no, porque es un material muy débil	
32		para ahorrar dinero. Se van por pedacitos.	es muy bueno, pero en aguas o tempestades no hay como ladrillos, porque se pudre y vuela. Sí estaría bien usarlo para ahorrar dinero, no por la laguna, pegan aguas muy fuertes.	en este poblado no sería bueno usarlo porque el suelo es muy caliente, se dan los alacranes, se suben por el bambú y pican a la familia.

33	vivienda de bloque y adobe	por progresar, vivir en otro lado mejor.	es bonito y macizo, pero llegan los animales	
34	Adobe	por la falta de recursos	quisiera hacer una casa de bambú, es una planta muy resistente, fresca y económica "dura muchos años" quisiera plantarlo	
35			solo construiría con Bambú si viendo. Se notara la confiabilidad	antes había techos de carrizo, lamina y teja. A la fecha se encuentran todavía
36		por ahorro		conoce viviendas con carrizo. Le parece no aguantan las inclemencias del tiempo
37		participó en la construcción de su vivienda, para economizar	conoce techo con otate y vigas de Bambú. Solo utilizaría el bambú de no tener recursos, de hecho ya tuvo en su casa. No saben como tratarlo	tienen familiares que cosecharon Bambú
38			en rancherías se usa. No le da seguridad, no esta macizo	
39	vivienda de ladrillo, castillos lamina galvanizada, canaleta	por que se tiene el conocimiento	el bambú es ecológico y económico vio casas en Veracruz y Oaxaca que lo usaban	
40				lo usaría si tuviera el conocimiento
41	vivienda de adobe, techo de material	se va comprando el material poco a poco, van creciendo, van mejorando	en Cancún, Quintana Roo. En fotos, chozas, tejido en muros	
42		no conoce, se economiza o ahorra	no tiene espacio para construir	
43			no usaría bambú por el lapso de vida	
44			el bambú le parece lujoso, fresco. Pero le teme a alacranes, arañas y capulines	
45		por que se hace por partes	conoce viviendas con bambú. Como vigas para amacizar. El bambú se apolilla. Los vagos lo queman.	se debe cortar en luna sazona
46	vivienda de bloques de jalcreto, bóveda de cuña y catalana		lo utilizó en cercas en Estados unidos, lo ve como un lujo. En la isla había una mata, no lo cortan en tiempo	
47		autoconstruyeron, necesitaban más rápido tener lo propio. Se autoconstruye para no gastar en mano de obra	si tuviera mucho bambú lo usaría en autoconstrucción	
48	vivienda de bloque de jalcreto y material	para ahorrar, todo esta muy caro. Si las personas saben construir, ni modo que vayan a pagar	el bambú agarra araña y lo queman	
49		una casa autoconstruida esta mejor hecha, si no, no se hace bien	utilizaría el bambú pero no lo conoce. No sabe de amarres	
50	vivienda de ladrillo y lamina galvanizada	autoconstruiría para tener algo propio y es más económico	el bambú se ve resistente, pero le llegan insectos. Lo que no nos permite construir de esta manera es que no hay una casa modelo, hecha con bambú que pudieran ver como queda y funciona, así más fácil nos animaríamos	
51		participó en la autoconstrucción ayudando a los que la estaban haciendo	una casa de bambú se puede secar o caer	
52		por aprender, por que se sabe y no se paga	si hubiera bambú si lo usaría más barato, se gasta mucho en viga. Cree que es resistente	
53		las casas las hacemos nosotros, para no pagar peón	en Mezcala arriba están haciendo casas con bambú. Queda bien par separar, amacizar.	
54		se hacen por tener bajos recursos	el bambú es frágil e inseguro	
55		para ahorrar mano de obra	se hacen tejabanes de Bambú	
56		es lo más fácil para tener algo propio	lo usamos en la cocina, no teníamos para comprar otra cosa. No esta segura si es de carrizo	
57		por economía, no hay dinero	es muy poroso, dura poco. Ahorras por un tiempo pero a la larga serían 2 gastos	conoce lo han usado; palos cortados a cierta medida, clavados en la tierra y con armazón
58		para vivir mejor, ahorrar	es un material duro, teme que se meta el agua	
59		por que me ahorraría un dinero		
60	vivienda de bloque de jalcreto, lamina negra, bambú	para ahorrar	lo utilizó para ahorrar dinero, se lo vendieron	
61		por necesidad	teme que se lo trague el sol, o se caiga	
62		no puede por el trabajo	económico, por necesidad. Teme por las lluvias y vientos	
63		muchos son albañiles	con el paso del tiempo no puede resistir	
64		no tenía donde vivir	lo usaría por que no tiene para comprar vigas. En el pueblo no lo saben usar. Se puede usar en techo. Se tiene que cortar en luna sazona por que si no se apolilla y se pudre. Queda muy blandito.	
65		para no pagar peón, se hace lo que se puede	es muy fácil de incendiarse, no es muy seguro	
66		por que uno no tiene dinero para pagar	no lo conoce pero tal vez lo utilizaría. Teme del frío y del clima	
67	vivienda de bloque y tierra	por que la casa es de uno y hace su propio esfuerzo		
68		para no estar con otros	no conoce el bambú, nunca ha trabajado eso	
69		para tener un hogar, terminar más rápido	solo lo usaría como en patio o jardinera. Es muy delgado y lo que se usa para casa es tabla	
70		por que no se tiene dinero. Ahorrar en quien lo haga		
71		por que nos apoyamos entre todos	se dice que viven muy agusto	
72			usaría el Bambú solo en fachada, pues no resiste peso	

73		por economizar	utilizó bambú en algún, momento se pudre	
74	vivienda de bloque de jalcreto	se autoconstruye para tener un espacio donde vivir, no hay dinero	conoce viviendas que utilizan el bambú en lugar de vigas	
75			conoce viviendas que involucran la utilización de carrizo	
76		como las personas saben de construcción prefieren no pagar	ha escuchado que el bambú es muy resistente	
77		se autoconstruye para no pagar renta	cree que el bambú es flamable	
78	vivienda de adobe	la mano de obra es muy cara	no sabe que tan durable o confiable es	
79		por que no hay trabajo	construiría con bambú si fuera seguro	
80		por que se tiene el conocimiento	no sabe que tan resistente es el bambú	
81		para ahorrar	no es resistente	
82		por que se tiene el conocimiento	utilizaría el bambú solo de no tener otra opción	
83		para ahorrar		
84		para ahorrar	se pudre	
85		por economizar	no le parece tan seguro el bambú	
86		por economizar	es macizo	
87		considera que es cara la mano de obra	conoce viviendas que utilizan otate en el techo	
88		por economizar		
89	vivienda con techo de cartón		desconoce que tan resistente es el bambú	
90			considera que no hay bambú	
91			conoce pápalas que utilizan bambú	
92		para ahorrar	utilizaría bambú en techo	
93			no es resistente	
94			bonito y fresco pero flamable	
95		por costumbre, por ser pueblo indígena	construiría con bambú una segunda planta	
96		por que se tiene el terreno		
97		para ahorrar	utilizaría el bambú en un tejaban	
98			percibe el bambú como un lujo	
99		se construye poco a poco con lo que se tiene	deteriora por ser natural	
100		para ahorrar	no es resistente	
101	vivienda de adobe		puede tener animales	
102		para ahorrar	se deteriora	
103		para hacerlo bien	es resistente	
104	vivienda de bloques de jalcreto		no es resistente	
105		por economizar	es bonito	
106	vivienda de adobe	por que no se tiene para pagar el albañil	permite ahorrar	
107		para ahorrar	percepción positiva del bambú	
108			percepción positiva del bambú	
109		por ahorrar	construiría con bambú de no tener para material	
110		por que se tiene el conocimiento	utilizaría el bambú si ofrece la misma seguridad que el material tradicional	
111		para ahorrar	se pudre	
112		por que les gusta	teme que la lluvia entre si hay bambú	
113		por que les gusta	teme que la lluvia entre si hay bambú	
114		por que se tiene el conocimiento	percepción positiva del bambú	
115		por que es más barato	utilizaría el bambú si no tiene otro material	
116		por que es más barato	utilizaría bambú si es más barato que el material	
117			percepción positiva del bambú	
118			no conoce el bambú	
119		con ayuda de un albañil	es ecológico	
120			considera que una construcción con bambú deja pasar el frío	
121			no sabe donde se puede conseguir el bambú	
122			de conseguir el bambú lo utilizaría	
123		por que no se tiene dinero. Ahorrar en quien lo haga		
124		para ahorrar	es moderno	
125			es económico	
126			utilizaría el bambú en un tejaban	utilizar el bambú es económico
127		por que se tiene el conocimiento		
128		comprando el material poco a poco, van creciendo, van mejorando	no da opción para construir un segundo piso	
129		para evitar el costo de mano de obra	una vivienda de bambú no dura	
130		se hace en familia	no es resistente	
131		poco a poco	no es durable el bambú	
132		para ahorrar el albañil		
133		por necesidad	resistente y fresco	
134		para ahorrar		
135		para ahorrar	no hay bambú en Mezcala es caro traerlo	
136		para ahorrar	utilizaría el bambú como tejaban	
137		para hacerse de un bien raíz	ha trabajado el bambú, le gusta. En Mezcala no hay bambú	
138			no sabe si el bambú es seguro	
139		con ayuda de un albañil		
140		por ahorrar	no conoce el bambú	
141		por ahorrar	utilizaría bambú como tejaban	
142			utilizaría bambú como tejaban	
143		por que se tiene el conocimiento		
144			no conoce el bambú	

145		para hace patrimonio	es frágil, susceptible a la lluvia
146		para hacerlo bien	el bambú se pudre
147		para hacerlo a su gusto	no tiene conocimiento del bambú
148		por que se tiene el conocimiento	le da desconfianza el bambú
149		por que se tiene el conocimiento	utilizaría bambú como tejaban
150		por ahorrar	el bambú es flamable y cree que es caro
151		para tener algo propio	no conoce el bambú
152		por que es más barato	el bambú no dura mucho
153		por que lo hacen de poco en poco, toda la familia	lo utilizaría de no haber otra cosa
154		por necesidad	utilizaría bambú como tejaban
155		se hace en familia	
156		por necesidad	utilizaría bambú como tejaban
157			utilizaría el bambú si es más económico
158		por que se tiene el conocimiento	
159		por que no hay muchos recursos, se hace despacio	de haber bambú lo utilizaría, teme que se pudra, se pique y no aguante muchos años
160		por ser más barato	utilizaría bambú como tejaban
161		por que se tiene el conocimiento	tienen bambú, lo utilizaría temporalmente
162		con ayuda de un albañil	utilizaría bambú como tejaban
163	vivienda de adobe	por que no tiene dinero	
164		por que no tiene dinero	se debería cambiar 1 vez al año y sale más gasto de tiempo y dinero
165		es una costumbre	
166		para ahorrar	se pudre
167			se usa como viga, encima se pone lamina
168		para ahorrar	no es seguro
169		para ahorrar	no es seguro
170		por que no hay dinero	se pudre
171		por que es lo que están acostumbrados a hacer	el bambú no resiste y se puede caer
172		para ahorrar	
173		para ahorrar lo del albañil	teme que el techo en bambú se caiga
174		para ahorrar	
175		por que no se tiene dinero para el albañil	el bambú se puede caer con el viento
176		por que no se tiene dinero para construir	
177		para ahorrar	
178		para ahorrar	
179		por que se tiene el conocimiento	se pudre con el tiempo
180		para ahorrar	deja pasar el agua o se puede caer
181		por economía	es económico
182			es fresco
183		para ahorrar	barato y bonito
184		para ahorrar	es moderno
185		para ahorrar	no es resistente
186		por que no hay dinero	no sabe si el bambú resiste la tormenta
187		por que no hay dinero	puede caerse
188		por que no hay dinero	puede caerse con el tiempo
189		para ahorrar	se puede podrir
190		para ahorrar	no sabe si es resistente
191		para tener algo propio	no es resistente
192		para hacerlo a su gusto	es moderno
193		para hacerlo a su gusto	es ecológico y fresco
194		para ahorrar	se ve bonito
195		por la falta de recursos	se ve bonito
196		para ahorrar	no cree que el bambú sea seguro
197		por economía	deja pasar el agua el bambú
198		para ahorrar	no cree que el bambú sea seguro
199		para ahorrar	no cree que el bambú sea seguro
200		por que sabe como se hace	no es seguro
201		para ahorrar el albañil	se pudre
202		por economía	no es seguro
203		por que sabe como se hace	es fresco y bonito
204		por ahorrar	con el tiempo se pudre y se tiene que cambiar
205		por que saben hacerlo	es fresco
206		por economía	con el tiempo se pudre y se tiene que cambiar
207		para ahorrar	teme que no sea resistente y se pueda caer
208		para ahorrar	es fresco
209		por que sabe como se hace	es fresco y bonito
210		para tener un lugar para la familia	no resiste las inclemencias del tiempo
211		para economizar	es bonito
212		se por necesidad	es llamativo
213		por la necesidad de una vivienda	es más resistente qué el carrizo
214		se por necesidad	no es resistente
215		para hacerlo a su gusto	guarda insectos
216		por que no hay dinero	no es resistente
217		por que no hay dinero	es moderno y bonito, pero el clima no favorece
218		por que se tiene el conocimiento	el bambú es bonito
219		para economizar	es económico
220		por que no hay empleo	no es resistente
221		por que no hay dinero	es bonito pero el clima lluvioso y frio no ayuda
222		por que no hay dinero	es bonito pero no es muy seguro

223	por que hay ganas de trabajar	le gustaría probar el bambú en una vivienda	
224	por la economía	no conoce el bambú	
225	para tener un lugar para la familia	las personas podrían quebrar la estructura	
226	por economía	le gusta por que es moderno	
227	por la falta de empleos	no es resistente	
228	por la falta de recursos	es moderno	
229	por que es su profesión	es resistente	
230		desconoce que tan resistente es el bambú	
231	por la necesidad de una vivienda	esta a la moda	
232	por la falta de recursos	es bonito pero teme que no resista	
233	para tener un lugar para la familia	es bonito pero teme que no resista	
234	por la ganas de trabajar	el bambú se cae fácilmente	
0		El bambú se debe cortar en luna, hay una mata en la isla, esta sobreexplotada. El otate es temporal cada 7 años se seca, crece en 4. Antes se usaba por todos lados en los 70's cambiaron todo. Antes había casas de paja. Amarraban un izote con una alguna de palo las pacas. En techos se usaba la teja embrocada encima piedra pomex y luego concreto	conexión con 46
0			

Anexo 2



1



2



3



4



1



2



3



4



1



2



3



4



1



2



3



4


-VENTA DE
BOTELLA PLASTICO
ALUMINIO-CHATARRA
BRONCE-COBRE ETC..
HERRERIA
EN GENERAL

1


EVROLET

2



3



4



1



2



3



4



1



2



3



4



1



2



3



4



1



2



3



4



1



2



3



4



1



2



3



4



1



2



3



4


RESA
CORRIDO
SeVende
Helitos, Fruta Picada,
Sabrilocos, Duritos,
Mangonadas, Nieve.

1



2



3


HORARIO
JUEVES Y SABADOS
DE 4:00 A 8:00 p.m.

4



1



2



3



4



1



2



3



4









La Santa Cruz






330


La Santa Cruz









La Santa Cruz








La Santa Cruz









La Santa Cruz








La Santa Cruz






Rotoplas


265
La Santa Cruz








La Santa Cruz





La Santa Cruz


16 DE SEPTIEMBRE






Ojo de Agua







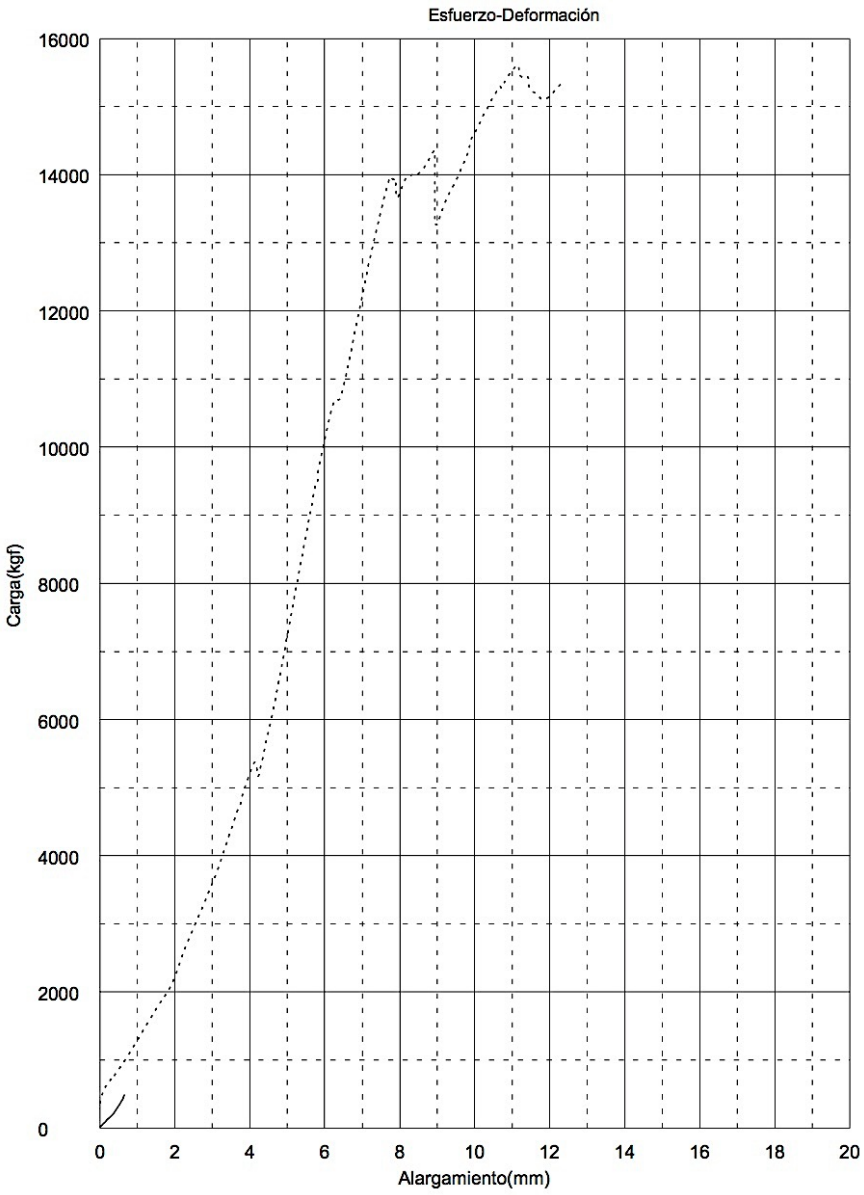

San Juan Tecomatlan



San Juan Tecomatlan

Se ejecutaron las pruebas a compresión de la conexión diseñada en laboratorio de ingeniería civil.

De estas pruebas podemos extraer que la deformación es provocada pasando los 14,000 kg. y es causada por la falla en uno de los bambúes, no obstante podemos observar que la placa se deformo presentando una curvatura desde el interior hacia abajo. Esto pudo ser provocado por que el peso se aplicó puntualmente. Por eso se recomienda hacer una prueba posterior en el simulador a un marco que contenga 2 conexiones mínimo.



Gráfica 1. Prueba a compresión.



Foto 1. Prueba a compresión. Carrillo, M (2015)



Foto 2. Prueba a compresión. Carrillo, M (2015)



Foto 3. Prueba a compresión. Carrillo, M (2015)



Foto 4. Prueba a compresión. Carrillo, M (2015)



Foto 5. Prueba a compresión. Carrillo, M (2015)



Foto 6. Prueba a compresión. Carrillo, M (2015)







Foto 7, 8, 9. Prueba a compresión. Carrillo, M (2015)