

I CONGRESO DE CAMPUS SUSTENTABLES / V SIMPOSIO AMBIENTE Y DESARROLLO

Modalidad (Selecione solo una): Ponencia (x) Poster ()

Área(s) según codificación de la convocatoria: CS-03 , CS-07

**Aplicación del sistema de mampostería con madera de pino caribe. Caso de estudio:
viviendas para pescadores, parque nacional mochima**

Argenis Lugo

Carla Goncalvez

alugo66@gmail.com

carlagoncalves.apitz@gmail.com

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela IDEC

Ciudad Universitaria, Av. Los Estadios, Los Chaguaramos, Caracas-Venezuela. Teléfono + 58 212 6052046

Resumen.

La ponencia, presenta los resultados de la adaptación del sistema constructivo de mampostería con madera de paredes portantes desarrollado en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC, en una readaptación con criterios de sostenibilidad para vivienda de pescadores en el parque Nacional Mochima ubicado en el oriente de Venezuela.

Originalmente dicho sistema fue concebido como una vía de aprovechamiento de la madera de pino caribe (*Pinus caribaea var hondurensis*) de las plantaciones más extensas ubicadas en los estados Monagas y Anzoátegui (Venezuela). Se trata de piezas de pequeños diámetros, para ser utilizado como paredes portantes en viviendas rurales de esta zona, hasta una planta de altura.

La nueva aplicación requirió como parte del proceso metodológico y de desarrollo, la revisión y actualización estructural-constructivo del sistema de una a dos plantas de altura. Igualmente se exploró las posibilidades de ampliación de vanos de mayores luces; logrando espacios adaptables en viviendas para el uso propuesto.

Como resultados y aporte se obtuvo un nuevo subsistema constructivo-estructural de muros portantes que se denominó “cruceas portantes de madera”, con mayor flexibilidad de aplicación en vanos mayores a los originalmente propuestos; Igualmente se realizó la resolución constructiva de la aplicación del sistema hasta dos plantas de altura, con criterios de sostenibilidad para lograr una arquitectura bioclimática que favorezca el contexto.

Palabras clave: Sistema constructivo, madera Pino Caribe, sustentabilidad, vivienda

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del **sistema constructivo de mampostería con madera** de paredes portantes objeto de presentación de la presente ponencia se enmarca dentro de las premisas de las últimas décadas en las **tendencias mundiales de desarrollo de tecnologías sostenibles**, que hacen de la madera uno de los materiales utilizados: La madera es un material derivado de un recurso renovable, requiere bajo consumo energético para su transformación como material de construcción, puede ser reciclable, reutilizable, tiene gran capacidad de adaptación a requerimientos funcionales en la edificación (estructurales, cerramientos y mobiliario. Para su producción como materia prima, si la gestión de la actividad como recurso natural renovable es correcta, el balance ecológico es positivo y el desarrollo de la actividad es sostenible. Estas características en general le confieren ventajas competitivas que lo convierten en uno de los materiales paradigma en la industria de la construcción mundial.

En Venezuela al oriente del país entre los estados Anzoátegui y Monagas existen 485.511 has. De plantaciones de madera Pino Caribe (*Pinus Caribaea* variedad *Hondurensis*) con un volumen en pie estimado en 49.6000.000 m³ de rollizos y un volumen de madera comercial en pie de 11.000.000 m³ (CVG Profroca 2003) . Originalmente estaban orientadas a la producción extensiva de papel - situación que hasta la fecha no ha sido concretada en los términos esperados-, ha sido reorientada en las últimas décadas como recurso hacia la industria de aserrío para la industria de la construcción. Al respecto indica R. Ruiz (2000) que esta industria de aserrío utiliza el 80% de la madera que se explota en estas plantaciones correspondientes a rollizos de diámetros superiores a 15cm. El 20% restante correspondiente a rolas de diámetros inferiores a 15 cm y cortas longitudes, es parcialmente utilizado en la industria de astillas y aglomerados; otra parte subutilizado como combustible, el volumen restante no tiene uso definido, ni valor comercial terminando en muchos caso perdiéndose. El potencial y eficiente uso de este volumen de madera de diámetros inferiores 15 cm permitiría un incremento y mejor aprovechamiento de estas plantaciones.

En este contexto en el IDEC se desarrolló en su primera etapa de investigación (Lugo, 2003) y en la segunda (Lugo, Molina y otros 2006) una propuesta de aprovechamiento de madera de Pino Caribe de pequeños diámetros y cortas longitudes para su aplicación en la industria de la construcción, a través del desarrollo de una tecnología de paredes portantes o Mampostería de madera utilizando este material. Como premisas para el desarrollo de la propuesta se tomó como marco referencial las Estrategias la Sostenibilidad de la Construcción (Acosta, D; Cilento, A. 2005) entre las que se mencionan:

- “Eficiencia y racionalidad energética” propiciando la utilización de materiales y procesos de producción de bajo consumo energético.
- “Construir bien desde el inicio” lo que significa construir bien desde la fase de diseño, donde se toman decisiones claves para la construcción de la edificación.
- Propiciar el “cero desperdicio” en la construcción.
- “Producción Local y flexible”, con el aprovechamiento de materiales, mano de obra e industrias locales y regionales.
-

Esta propuesta de mampostería de madera aspira una vez que sea posible introducirla en el mercado, pueda constituirse en una opción factible de aplicar en la construcción de viviendas para los sectores de la población de bajos recursos en esta región del país de vocación maderera (Anzoátegui, Monagas, y norte de Bolívar) a costos competitivos con referencia a las tecnologías de mampostería tradicionalmente utilizadas.

Como resultados más resaltantes de esta tecnología constructiva en las primeras etapas (Molina, Lugo y otros 2005-Proyecto de Investigación No 2001003540) de investigación se mencionan:

- Su peso es 65% menor que el de paredes de bloques de concreto
- Tiene buen comportamiento ante la exposición a fuego
- Es un excelente aislante térmico
- Tiene características estructurales suficientes para ser utilizado en viviendas de un piso de altura
- Es de fácil procesamiento
- El proceso constructivo es muy sencillo,
- El desperdicio en obra es prácticamente nulo
- Su apariencia final es agradable,
- Permite la deconstrucción y reutilización
- Costo final competitivo con otros materiales.

Este sistema representa una alternativa de aplicación para la madera de pino caribe proveniente de plantaciones que permite darle un uso eficiente a las rolas de pequeño diámetro, de las cuales resulta costoso e ineficiente obtener piezas de espesores menores, y que ofrece la posibilidad de incorporar unidades de producción pequeñas y medianas que generarían empleo directo tanto en la etapa de fabricación de los elementos constructivos como en la de construcción.

La tecnología de paredes portantes de pino caribe desarrollada, fue concebida para su aplicación en la región maderera de los estados Anzoátegui y Monagas en Venezuela. Específicamente en edificaciones de vivienda rurales de hasta una planta de altura, sin embargo por sus características ofrece características potenciales de aplicación en posadas turísticas y viviendas de mayor densidad de hasta dos plantas de altura, combinada con otras tecnologías de madera o tecnologías tradicionales de mampostería

Es así que esta ponencia presenta los resultados de la investigación en la aplicación arquitectónica constructiva de esta tecnología bajo estas nuevas aplicaciones arquitectónicas. Como parte de los resultados describe el proceso metodológico y de desarrollo a nivel arquitectónico, la revisión y actualización constructiva del sistema de una a dos plantas de altura. Igualmente se exploró las posibilidades de ampliación de vanos de mayores luces logrando espacios adaptables en viviendas para el uso propuesto. Y finalmente se identifica las consideraciones estructurales y constructivas a ser desarrolladas experimentalmente y comprobadas en etapas subsiguientes de la investigación.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Partiendo de los resultados obtenidos en las dos primeras etapas de la investigación en donde se logró desarrollar y evaluar la tecnología de mampostería de madera para ser aplicada en edificaciones de una planta de altura se plantea en esta nueva etapa la necesidad de desarrollar la tecnología para ser aplicada en edificaciones de hasta dos plantas de altura.

Para esto el estudio de caso desarrollado es conjunto de viviendas de pescadores en el Parque Nacional Mochima en el Edo. Anzoátegui en Venezuela

Como objetivos de esta aplicación están:

Objetivos

- Realizar una aplicación de la mampostería de madera en una tipología arquitectónica urbana o suburbana que permitiera que responda a las necesidades de los usuarios potenciales de la propuesta.
- Llevar la propuesta constructiva de una a dos plantas de altura.
- Desarrollar y establecer la resolución constructiva de la aplicación.
- Determinar las consideraciones de aplicación estructural de esta nueva aplicación.
- Explorar de consideraciones de adaptación bioclimática de la propuesta.

Metodología

Investigación Documenta y exploración del sitio de aplicación: Consistió en el levantamiento de las variables, geográficas y ambientales, sociales del contexto donde se realizaría la propuesta información. Esto permitió caracterizar y definir los criterios de uso, tipología arquitectónica, tipología de arquitectura bioclimática. Esta fase se realizó bajo técnicas de revisión documental en bibliotecas y centros de investigación especializados, estudios de casos, consultas y visitas al lugar escogido.

Definición y Desarrollo: Partiendo de los criterios, establecidos en la investigación documental, la fase de definición y desarrollo que consistió en la generación de opciones para el desarrollo de las opciones arquitectónicas y su repercusión en la tecnología de mampostería de madera. Se realizó una propuesta de diseño urbano / arquitectónico y posteriormente en la parte de desarrollo se aplicó estrategias de desarrollo tecnológico en todos los aspectos mencionados que se expresaron en opciones de desarrollo conceptual de ingeniería de detalles, especificaciones técnicas, dibujos, simulaciones, procesos productivos y constructivos, consideraciones estructurales.

Discusión y resultados: En esta etapa se identifican los resultados y posibles aportes de la propuesta.

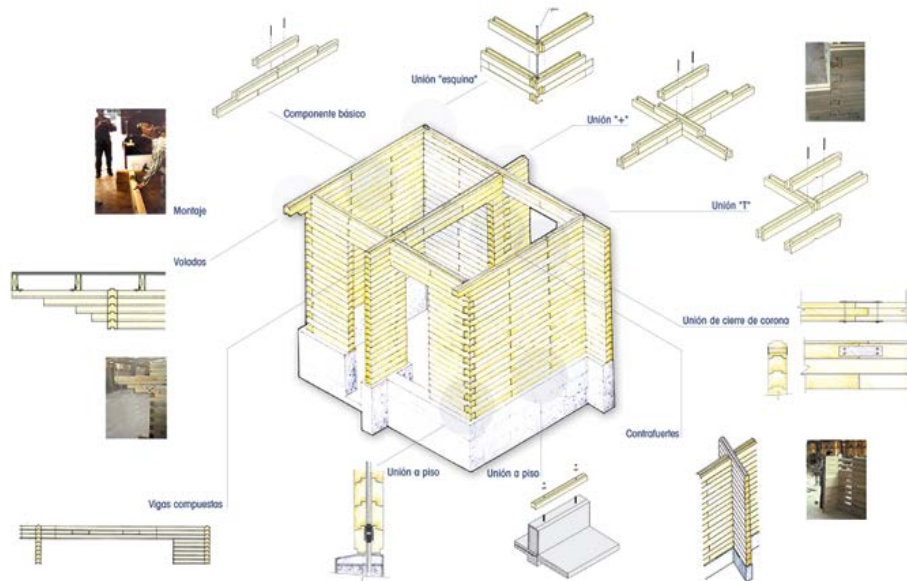
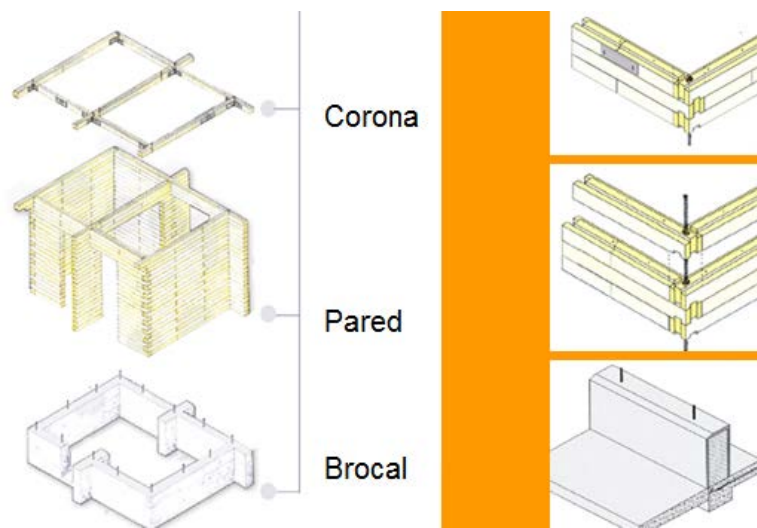


Imagen: Vista axonometrica de la tecnología

LA TECNOLOGÍA ORIGINAL

Es un sistema de cerramiento conformado por muros portantes que resisten las cargas convencionales en una vivienda (verticales y horizontales) de hasta una planta de altura, integrado por tres subsistemas:

- El murete inferior o brocal, que conecta el muro de madera con la losa o estructura de fundación. Este conecta la losa y el muro a través de conectores de acero. Se propone que sean barras de acero estructural, colocadas de manera que atraviesen la primera hilada del muro de madera.
- El muro de madera, con función portante y de cerramiento originalmente está conformado por los componentes de madera unidos mediante trabas mecánicas y clavos.
- La corona, o subsistema de conexión del muro con la estructura de techo.



El potencial estructural del sistema estructural de la tecnología:

Durante la investigación y desarrollo de la tecnología (Molina, Lugo, y otros, 2005) se realizaron los análisis estructurales y ensayos estructurales arrojando los siguientes resultados:

1. El peso del muro resultó ser de 56 kg./M², (35% del peso de un cerramiento con bloques de concreto sin calidad estructural).
2. La carga vertical máxima obtenida experimentalmente es de 38.75 Kg./cm. de muro, carga inusual para una vivienda de un piso con techo liviano. Pudiendo tener el potencial de ser llevado a dos plantas de altura con entrepiso liviano
3. Los clavos utilizados y el espaciamiento determinado por diseño resultaron con un comportamiento satisfactorio. Cada clavo llegó a soportar en corte simple 352.5 Kg., cantidad que supera lo determinado por cálculo.
4. El comportamiento del sistema de anclaje de los elementos de mampostería de madera con la base de concreto, al aplicarle una carga horizontal, resultó satisfactorio. En los ensayos el sistema presentó una primera falla ante una carga de 3500 Kg. y colapsa a los 5760Kg. Ocurre la rotura de bloques y concreto donde se encuentran anclados los pernos. La madera sólo sufre daños por compresión en el área de las arandelas conexas a los pernos.
5. Los resultados obtenidos ante una carga perpendicular al plano del muro con apoyos perpendiculares cada 2.20 mts., indican una máxima de 2.673,16 Kg./M²., equivalente a velocidades de viento de hasta 784 Km/h.
6. El uso de pletinas de acero es de carácter obligatorio, pues se demostró que aportan mejoría en el comportamiento del muro ante esfuerzos perpendiculares al plano.
7. Dados los resultados obtenidos en los ensayos de flexión, no se deben utilizar estos elementos para conformar vigas de carga. Los dinteles en vanos de puertas y ventanas no deben superar 1,2 mts. entre apoyos.
8. La resistencia a la flexión horizontal obtenida experimentalmente fue de 377 Kg./M², con una deflexión de 7 mm. Esto, combinado con lo mencionado en el punto 6, sugiere un buen comportamiento como entrepiso.
9. Los resultados de las pruebas de resistencia al impacto resultaron satisfactorios a los requerimientos preestablecidos.

En términos generales estos resultados establecen que aunque la tecnología fue desarrollada para ser aplicada en viviendas rurales de una planta de altura, estos resultados identifican el potencial de resistencias y cargas admisibles para edificaciones hasta dos plantas de altura, con luces máximas de vivienda de hasta 3,60 m y vanos, vigas o dinteles de un máximo de 1,20m.

Otras aplicaciones arquitectónicas

Partiendo de este potencial de diseño estructural es que se plantea una nueva aplicación arquitectónica para viviendas o posadas turísticas de hasta dos plantas de altura.

Como parte de la investigación subsiguiente se realizaron aplicaciones arquitectónicas con otros usos como el de posadas (Mendez, 2008) y Centro de investigación Marina “El Tortugillo” (Arianna Van Schermbeek (2009).

En estas experiencias se obtuvieron como resultados:

- Exploración de aplicación en otra tipología arquitectónicas
- Exploración variantes constructivas de sistema de brocal de carga original de la pared de madera, sustituyéndolo con un apoyo directo sobre un entrepiso tradicional de entramado de madera apoyado sobre pilotes de concreto. Este sistema permite elevar el sobre piso de la edificación sin grandes modificaciones de terrenos de baja pendiente.
- Exploración para mejorar la respuesta bioclimática en la aplicación a partir de la ventilación cruzada. Se vieron configuraciones de la pared permitiendo configuraciones de pared de bloques calados y con la elevación del piso con pilotes se mejoró la ventilación cruzada en la edificación y se logró mejorar la “protección por diseño” con el aislamiento de la pared frente a la humedad proveniente del terreno.



Imágenes: Vistas de otras aplicaciones arquitectónicas. Mendez, 2008, Van Schermbeek (2009)

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MAMPOSTERÍA CON MADERA DE PINO CARIBE. CASO DE ESTUDIO: VIVIENDAS PARA PESCADORES, PARQUE NACIONAL MOCHIMA

El contexto de la Aplicación



El Lugar: EL parcelamiento de la propuesta está ubicado en el pueblo de Mochima al final de la calle de la Marina, teniendo es es sus sectores norte y oeste el mar caribe y hacia el este y sur la estructura urbana del pueblo.

Clima y Geografía: El tipo climáticos que se el lugar corresponde a de paisajes naturales de montaña litoral, el insular que corresponde a un clima seco, de carácter semiárido. La

Imágenes. Plano e imagen en googles map de ubicación del parcelamiento a intervenir

temperatura media mensual oscila entre los 28° y 30°. La humedad media litoral es de 76%; la evaporación media es de

6,0 mm en los meses de sequía y de 4,0 mm en la época lluviosa. Precipitaciones promedios anuales del orden de 250 mm.

Usuarios, usos y necesidades planteadas: Los usuarios actuales son parte de la comunidad de pescadores en su gran mayoría dedicados a la pesca artesanal, y al comercio informal. Por estar ubicado en un parque Nacional (bajo la normativa ABRAE) el valor turístico hace que sea frecuentado por turistas y temporadistas.

En términos de infraestructura y redes las edificaciones existentes en el sector tienen como uso principal rancherías de pescadores, talleres de carpintería de reparación de embarcaciones. Estas edificaciones corresponden a asentamientos espontáneos con altos niveles de vulnerabilidad ambiental que no responden a todas las necesidades existentes. Las redes de aguas blancas corresponden a tomas informales y las aguas negras descargan al mar.



Imágenes de los ranchos y talleres de pescadores

Contexto y potencialidades regionales

La propuesta urbana parte de la reactivación urbana y económica del sector a través de:

- Integración de usos: viviendas para pescadores, posadas para turísticas, talleres de pescadores y comercio turístico, que permita la reactivación económica del sector.
- Dotación de Infraestructura y redes urbanas formales
- Desarrollo de una tipología arquitectónica adaptada a las condiciones climáticas del sector.

Esta propuesta dentro de su estudio de factibilidad se realizaría en alianza con el gobierno regional y bajo los parámetros que rigen el posible desarrollo (ABRAE) del parque Mochima.

Premisas para el desarrollo

- Utilizar la tecnología de mampostería de madera con pino caribe existente en la región (Sur del Estado Anzoátegui). La mano de obra local (carpintería de embarcaciones locales) permitiría su rápida implementación.
- El uso de viviendas propuesta debe incorporar criterios de desarrollo progresivo (construcción por etapas) y vivienda productiva incorporando usos mixtos (posada, comercio turístico) y talleres de pesca artesanal.

- La tipología arquitectónica constructiva debe incorporar estrategias de arquitectura bioclimática (ventilación cruzada y la protección solar efectiva)

Propuesta Urbana

La estructura urbana propuesta responde a:

- Estimular la integración de usos (Vivienda, recreación, comercio turístico, estacionamientos, muelle y talleres de pesca artesanal)
- La organización del conjunto se hizo bajo estrategias de diseño bioclimático, buscando la ventilación cruzada, favorecer el sombreado de los volúmenes, disminuir la concentración masa térmica en las edificaciones, estimular la utilización de superficies verdes y baja absorción de la radiación.

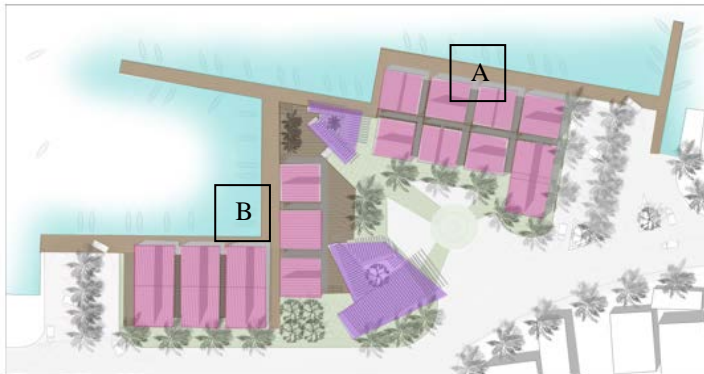


Imagen. Planta del Conjunto urbano

- Establecer estrategias de crecimiento progresivo por etapas.

Propuesta Arquitectónica y Constructiva



Las viviendas están agrupadas en dos conjuntos (A y B), cuyo parcelamiento se organiza respetando los modos de vida tradicional de los habitantes de la zona. Cada conjunto se organiza en torno a veredas ventiladas y sombreadas. Las viviendas como unidad son de planta cuadrada, y como conjunto forman un volumen rectangular, sombreadas y ventilados en sus fachadas medianeras. En cuanto al tratamiento de las fachadas principales establecer estrategias como aleros pronunciados, paredes ventiladas, espacios de transición de lo público a lo privado. Crecimiento progresivo y vivienda productiva: Las viviendas fueron concebidas bajo estrategias de crecimiento progresivo, adaptadas a la realidad socioeconómica de sus habitantes. Para esto la configuración en

una primera etapa (1 planta) se resuelven las necesidades básicas, En una segunda y tercera etapa se dan opciones de crecimiento (crecimiento horizontal, y vertical), sin demoliciones parciales totales de paredes, favorecidos por la ventaja que ofrece la tecnología constructiva de deconstrucción y reutilización de usos componentes. Bajo el criterio de vivienda productiva En la planta baja se dejan opciones para espacios productivos (local comercial) o espacios de taller de carpinterías, redes o artesanías.

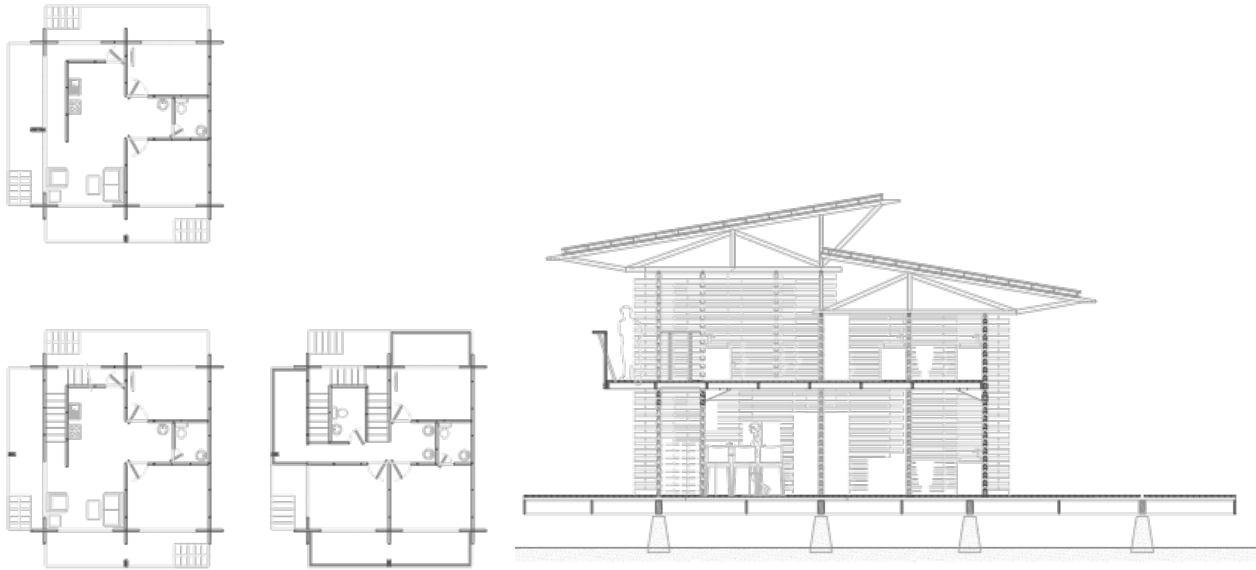
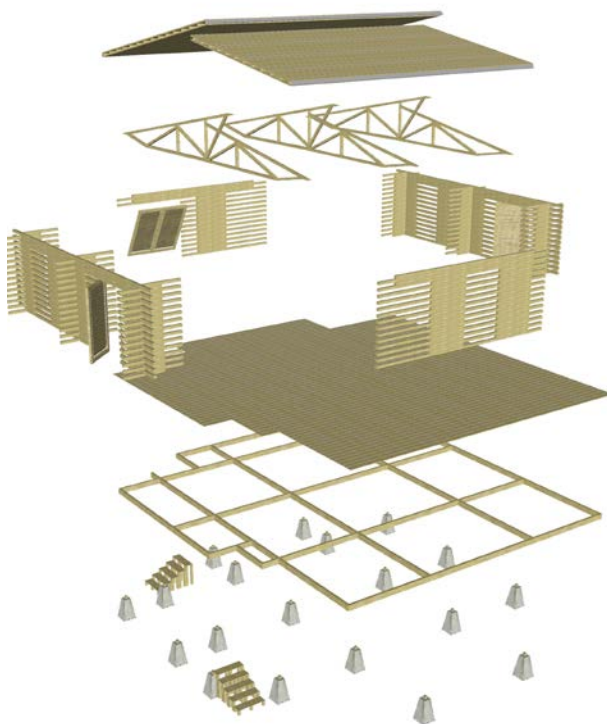


Imagen: Etapa de Crecimiento progresivo de la Vivienda prototipo N°1 y Corte transversal

RESULTADOS EN LO TECNOLÓGICO CONSTRUCTIVO DE LA APLICACIÓN



Partiendo de las premisas constructivas establecidas en la primera y segunda etapa de la investigación en lo referente a las consideraciones estructurales y constructivas para el crecimiento de la vivienda, se establece:

Coordinación modular espacial de 1,20m lográndose espacios con promedio entre 1,80m y 3,60

En la tecnología de mampostería de madera los vanos, vigas o dinteles de un máximo de 1,20m.

Se incorpora para el piso y entrepiso un sistema constructivo liviano de entramado de madera.

Se exploraron a nivel de ingeniería de detalles las uniones del sistema de

Imagen: Vista Axométrica de la propuesta constructiva

mampostería de madera, con los sistemas de piso y entepiso de madera así como el de la estructura de techo.

- Para el techo se desarrolló un sistema de cerchas prefabricadas a partir de tablas de madera.
- Para los núcleos húmedos (baños, cocina y lavadero) estos se construyeron con tecnología tradicional de mampostería de bloques de concreto o arcilla.
- Muro Ventilado: A fin de favorecer la ventilación cruzada en las paredes de madera se exploraron opciones de bloques de ventilación de diferentes densidades (aberturas) aprovechando los componentes de madera. Esto además da el plus de disminuir más el peso o carga propia por m² de la par de sin afectar su capacidad portante.
- El muro Cruceta: En el aspecto estructural siendo conceptualmente la tecnología de mampostería de madera un muro portante macizo, se realizan exploraciones de configuración estructural para ampliar los vanos de espacios intermedios sin afectar las capacidades estructurales del muro. Esto se logra bajo la combinación de muros con vigas continuas de madera. A partir de esta propuesta surge una nueva configuración estructural que denominados muros en forma de cruz (por proyección en planta). Esta configuración dan muros crucetas combinadas con vigas presume un buen nivel de balance de cargas pudiendo resolver situaciones constructivas diversas en la edificación (paredes lineales, esquina o centrales.) Este aporte permitiría el potencia del ograbar luces hasta de 7,20 m sin embargo en esta propuesta se aplicó en algunos espacios hasta 4,80 m de luz.

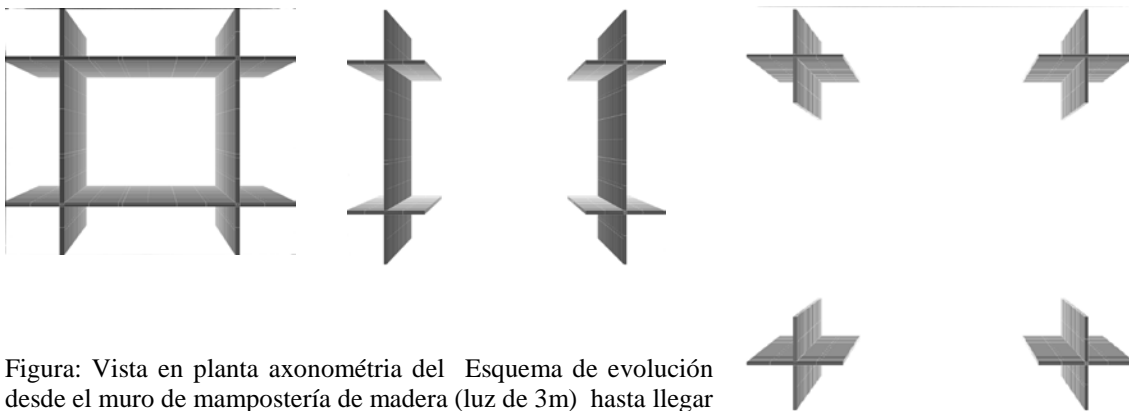


Figura: Vista en planta axonométrica del Esquema de evolución desde el muro de mampostería de madera (luz de 3m) hasta llegar a la cruceta estructural que logra luces de 4,80m combinada con vigas de madera

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

Conclusiones

En el desarrollo de la aplicación de la tecnología de mampostería de madera en un estudio de caso descrito en este trabajo se obtuvo dentro de las conclusiones:

1. Se logró una aplicación urbana y de arquitectura dentro de los objetivos planteados en cuanto a lograr viviendas para pescadores con criterios de construcción progresiva y vivienda productiva, adaptadas a las condiciones climáticas del lugar bajo estrategias de diseño bioclimático.

2. En lo tecnológico constructivo se logró:

- Demostrar la factibilidad de aplicación de utilizar la tecnología de mampostería de madera hasta dos plantas de altura, una tecnología originalmente concebida para una planta de altura.
- Desarrollar la aplicación e ingeniería de detalles para entregar tecnología de entresijos y pisos de entramados livianos de madera con las paredes de mampostería de madera. Opciones que no habían sido exploradas hasta este momento.
- Desarrollar las posibilidades de lograr paredes ventiladas de diferentes densidades (aberturas) sin comprometer las capacidades estructurales de la pared de mampostería de madera. Esto amplía las posibilidades de aplicación arquitectónica de la tecnología.
- Desarrollar luces intermedias de hasta 4,80 m con un sistema mixto de crucetas estructuras desarrolladas a partir de la tecnología de mampostería de madera combinadas con vigas de madera.

Recomendaciones

Para continuar en las siguientes fases de la investigación de aplicación de esta tecnología se dentro de las recomendaciones planteadas están:

1. Desarrollar los cálculos estructurales, simulaciones y realizar los ensayos de laboratorio de comportamiento estructural a fin de comprobar las hipótesis de comportamiento de la “cruceta estructural” y de las uniones de los sistemas de entresijo y piso con referencia a los muros de mampostería de madera.
2. Desarrollar la estructura de costos de esta nueva propuesta.
3. Desarrollar estudios de comportamiento de patologías de los elementos metálicos utilizados en las uniones, elementos sometidos a las condiciones ambientales costeras, a fin de establecer estrategias y recomendaciones de mantenimiento.

Agradecimientos:

Nuestro agradecimiento particular al Arquitecto Alfredo Sanabria, profesor de la carrera de Arquitectura de la Universidad Simón Bolívar por sus aportes académicos en este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Goncalvez R, Lugo A ,Sanabria E. (20013) *Aplicación de un sistema constructivo con componentes prefabricados de madera de pino caribe, bajo criterios sostenibles para viviendas en zonas costeras costeras* . USB.

Lugo A. Molina R. (2011) *Aprovechamiento de madera de pino caribe de pequeños diámetros en el desarrollo de un sistemas constructivo para viviendas* . Memorias TRIENAL FAU. TC-10 pag 1001-113. FAU UCV. Caracas

Molina R. Lugo A. y otros (2006) Proyecto: *Paredes Portantes con madera de Pino caribe II Etapa*. Informe Técnico Proyecto Fonacit N° 2001003540 IDEC FAU UCV.

Lugo, A. (2003) *Utilización de la madera de pino caribe de pequeños diámetros para la producción de componentes constructivos: una tecnología progresiva y sostenible*. IDEC FAU UCV.

Loreto A, Molina, R. y otros (2000) “La madera: una línea de investigación. Revista de Tecnología y Construcción 16-III. Caracas: UCV - FAU – IDEC.

Lugo A. (2005) y otros. “Paredes Portantes de Madera” : “*Un techo para vivir, tecnologías para viviendas de producción social en América Latina.Temas de Cooperación para El Desarrollo.*” Programa Ibero americano de Ciencia y Tecnología para El Desarrollo CYTED. Programa 10x10 pag.124, 133-135. Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona España.