

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Escuela de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Administración Agropecuaria

Informe final del proyecto
Refugio Temporal de bambú para casos de Emergencia Nacional

Investigadores: M.Sc.Virginia Carmiol
Ing. Alberto Escoto

II semestre 2007

Tabla de contenidos

| | |
|---|----|
| DOCUMENTO I | 1 |
| Resumen | 1 |
| Palabras clave..... | 1 |
| Lista de figuras..... | 2 |
| Introducción: | 3 |
| Antecedentes:..... | 3 |
| Definición del problema: | 4 |
| Revisión de literatura: | 4 |
| Materiales y métodos | 5 |
| Resultados y discusión | 6 |
| Conclusiones y recomendaciones | 15 |
| Aportes y alcances | 15 |
| Bibliografía | 16 |
| DOCUMENTO II | 17 |
| Cumplimiento de objetivos..... | 17 |
| Limitaciones y problemas encontrados..... | 17 |
| Observaciones generales y recomendaciones | 17 |

DOCUMENTO I
Resumen

Este proyecto consistió en el desarrollo y construcción de un Refugio de Bambú, para albergar a los damnificados de nuestro país que pierden sus viviendas por causas naturales (inundaciones, deslizamientos, sismos). El Refugio debió cumplir con especificaciones técnicas que permitieran su construcción en las zonas afectadas del país. El fácil traslado del material, así como la rápida construcción del Refugio por personal no capacitado, fueron requerimientos previos a su concepción. Se desarrollaron y discutieron varias propuestas, hasta que se llegaron a construir dos prototipos diferentes en las instalaciones de la Comisión Nacional de Emergencias ubicada en Pavas. Las dos estructuras llamadas: *Arenal* y *Miravalles* fueron probadas en la época más crítica del año. El material estuvo expuesto a la intemperie, llevando sol y lluvia durante más de 9 meses. La prueba demostró una alta resistencia del bambú a pesar de que no estuvo cubierto durante todo ese tiempo. Por esta razón se considera que la estructura cumplió con los objetivos, ya que la CNE solo necesita albergar a una familia durante un año, tiempo destinado para que ésta se reponga de su pérdida. Es importante recalcar que el bambú es un material de mucha resistencia y durabilidad pero que necesita ciertos cuidados o condiciones de diseño. Por ejemplo el bambú no debe estar expuesto al sol y la lluvia y tampoco debe estar en contacto directo con la humedad del suelo. Estos aspectos son de mucha importancia cuando se trata de edificaciones permanentes pero en este caso se estimó innecesario tomar dichas precauciones.

Palabras clave

Refugio. Temporal. Bambú. Emergencia. Desastre natural.

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Empaque de Marcos..... | 6 |
| Figura 2. Marco sin abrir..... | 6 |
| Figura 3. Traslado del Marco..... | 6 |
| Figura 4. Bisagra del Marco..... | 6 |
| Figura 5. Marco abierto..... | 6 |
| Figura 6. Atornillado del Marco | 6 |
| Figura 7. Marco Arenal listo en el suelo..... | 7 |
| Figura 8. Detalle del Miravalles..... | 7 |
| Figura 9. Posición vertical..... | 7 |
| Figura 10. Sujeto por una persona..... | 7 |
| Figura 11. Tres Marcos del Arenal en posición vertical..... | 7 |
| Figura 12. Tres Marcos del Miravalles en posición vertical | 7 |
| Figura 13. Tensores en el Miravalles..... | 8 |
| Figura 14. Tensores en el Miravalles..... | 8 |
| Figura 15. Tensores..... | 8 |
| Figura 16. Primer clavador..... | 8 |
| Figura 17. Vista del segundo clavador | 8 |
| Figura 18. Detalle del clavador..... | 8 |
| Figura 19. Clavador en posición 2..... | 9 |
| Figura 20. Unión de clavador y Marco | 9 |
| Figura 21. Clavador en posición 12..... | 9 |
| Figura 22. Sobrante de tornillo en clavador y Marco | 9 |
| Figura 23. Vista de la Cumbre en Arenal..... | 9 |
| Figura 24. Detalle de la Cumbre en Arenal..... | 9 |
| Figura 25. Estructura del Arenal..... | 10 |
| Figura 26. Resistencia del Arenal..... | 10 |
| Figura 27. Detalle en el Miravalles..... | 10 |
| Figura 28. Lona para la cubierta..... | 10 |
| Figura 29. Simulación de la cubierta con Plástico..... | 10 |
| Figura 30. Estructura del Miravalles..... | 11 |
| Figura 31. Vista de la Escalera..... | 11 |
| Figura 32. Detalle de la Escalera..... | 11 |
| Figura 33. Detalle del Tensor | 11 |
| Figura 34. Tensor externo en el Arenal..... | 11 |
| Figura 35. Vista del Tensor..... | 11 |
| Figura 36. Marco Principal del Arenal..... | 12 |
| Figura 37. Posición de los clavadores en el Arenal..... | 12 |
| Figura 38. Dimensiones de la Lona..... | 13 |
| Figura 39. Tapa Frontal de la Lona | 13 |
| Figura 40. Tapa Posterior de la Lona..... | 14 |
| Figura 41. Techo y paredes laterales de la Lona..... | 14 |
| Figura 42. Casetilla de guarda forestal | 19 |
| Figura 43. Vistas de la Caseta de guarda forestal | 20 |
| Figura 44. Vistas de la cama camarote | 20 |

Introducción:

Antecedentes:

BAMBU GUADUA

El bambú Guadua conocido como Guadua angustifolia, fue importado a Costa Rica por la Universidad de Costa Rica y principalmente por el Proyecto Nacional de Bambú.

El bambú Guadua fue escogido entre otras especies porque presenta excelentes características para la construcción, tales como longitud, rectitud, resistencia y flexibilidad del tallo, diámetro de la caña y espesor de la pared. Este bambú es tan resistente que se le conoce también como el Acero Vegetal.

El Proyecto Nacional de Bambú sembró gran cantidad de hectáreas con la ayuda económica del gobierno de Holanda y de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

En 1995 pasó de ser un Proyecto Estatal a una Fundación autosuficiente, cuya meta era construir casas de interés social con la materia prima de sus plantaciones. Su meta para ese entonces era de 1000 casas al año en la zona atlántica y en las comunidades indígenas. Finalmente el P.N.B. no cumplió con las expectativas y fue cerrado por el gobierno. Fue así como las plantaciones quedaron en manos del ICE y del INTA. Entidades que no cuentan con los recursos necesarios para darle mantenimiento a dichas siembras y tampoco le han sacado provecho a la inversión, por esa razón las plantaciones se mantienen casi abandonadas, sin raleos adecuados, sin corte de maleza, y sin mejoramiento de la especie.

Los cultivos del bambú Guadua se ubican en la zona del Arenal y en Guápiles, específicamente en la finca Diamantes. Ambas ubicaciones tienen un clima muy beneficioso para el crecimiento de esta planta, además de ser zonas rurales donde este material puede ser aprovechado en infinidad de usos. Sin embargo, existe un gran desconocimiento sobre las posibilidades constructivas y artesanales que tiene esta planta. Tanto las autoridades de nuestro país, como el pueblo costarricense, no saben como aprovechar las ventajas y beneficios del bambú, sobre todo de esta especie de bambú que es el más utilizado en América del Sur.

Es importante mencionar que si los tallos no se cortan en su momento, se deterioran y mueren, afectando negativamente las plantaciones. También es importante traer a colación que el bambú presenta muchas características similares a la madera, pero a diferencia de ésta, no va a ser más resistente o grueso a medida que pasan los años.

Una caña de esta especie requiere de aproximadamente 3 años para estar en pleno desarrollo, es decir que en ese momento adquiere su mayor resistencia.

Una vez pasada esta etapa, el tallo comienza a envejecerse y si no se corta, va perdiendo sus características físicas hasta que se pudre.

DESASTRES NATURALES

El gobierno de Costa Rica periódicamente enfrenta serios problemas de alojamiento cuando ocurre un sismo o más aún en la época lluviosa.

Podría decirse que cada año, gran cantidad de personas se ven afectadas y despojadas de sus viviendas por las inundaciones provocadas por las tormentas y los huracanes.

Algunas veces solo se puede llegar por aire a las zonas afectadas, debido a que puentes y carreteras quedan fuera de funcionamiento.

Los damnificados son agrupados en escuelas, centros comunales o gimnasios durante varias semanas, lo que perjudica también al resto de la población. En estos casos, uno de los mayores problemas es que se pierde la privacidad del núcleo familiar. Mantenerse lejos de su propiedad y perder todo control de ésta, es después del desastre, una nueva preocupación. Por esta razón, en variadas ocasiones, las personas afectadas, no desean abandonar el lugar de la catástrofe (entiéndase el terreno y no la vivienda) y por el contrario prefieren vigilar de cerca la propiedad y cuidar de sus pertenencias.

Cuando no existen lugares públicos para albergar a estas personas o el tiempo de alojamiento debe ampliarse por diferentes razones, la CNE subvenciona el hospedaje de las familias pagándoles el alquiler durante aproximadamente un año.

Este es un tiempo prudencial para que la familia se reponga de su pérdida y vuelva a la normalidad. Sin embargo, el pago de alquiler para tantas familias, deriva en costos

extremadamente altos para el país, sobre todo en la época lluviosa cuando las emergencias superan la capacidad del Estado.

De ahí que un Refugio capaz de soportar por un año, las necesidades básicas que tiene una familia, sería suficiente para cumplir con las obligaciones que actualmente enfrenta nuestro gobierno, específicamente hablando: La Comisión Nacional de Emergencia. Adicionalmente, recordemos que este tipo de problemas seguirá en aumento a raíz del cambio del cambio climático.

Definición del problema:

Este proyecto se plantea para hacerle frente a los problemas de alojamiento que sufren los damnificados en una catástrofe natural. Principalmente se trata de solventar las necesidades de protección temporal que requieren las familias afectadas. El problema se da cada año en nuestro país y se requiere una opción planificada y accesible, que el Estado pueda implementar de forma inmediata. Después de una tragedia de este tipo es muy importante mantener el núcleo familiar unido. Por esta razón, cuando el terreno lo permite, sería prudente contar con un techo que le sirva a la familia de abrigo y evite el desarraigo o la desintegración de la misma. Se plantea un tiempo prudencial de un año, para que la familia se reponga de su pérdida. Sumado a esta problemática encontramos dos factores que calzan muy convenientemente, por un lado la existencia de un material similar a la madera, perfecto para la construcción de un refugio y que por diferentes razones está a la libre disposición del gobierno. La segunda razón es que se cuenta con un investigador que tiene experiencia en arquitectura, diseño industrial y bambú. De esta manera todo calza, existe una necesidad inminente que afecta a los más pobres, el gobierno debe hacerse cargo de la misma emergencia periódicamente. La universidad estatal desarrolla una propuesta que solventa el problema, aprovechando la materia prima que crece en plantaciones del gobierno.

Revisión de literatura:

La literatura para este proyecto fue muy escasa sobre todo por tratarse de una estructura liviana con un material poco conocido en nuestro medio.

Fue especialmente útil la información práctica recibida por la investigadora en Colombia y la literatura que trata específicamente sobre uniones y ensambles.

También se consultó todo lo referente a las características físico mecánicas del bambú que permiten la construcción de edificaciones más permanentes.

En la página 16 suministra el detalle de la bibliografía consultada.

Materiales y métodos

El proyecto se desarrolló en el año 2005 y 2006. La primera etapa consistió en la recolección de la información, sobre todo la investigación bibliográfica y práctica de las técnicas utilizadas en la construcción con bambú.

- Se realizaron múltiples reuniones entre los personeros de la CNE y la investigadora para conocer a cabalidad la problemática existente y las posibles alternativas que pudieran mitigar la incomodidad de los damnificados.
- Con respecto al bambú, se realizó un inventario, localizando y evaluando las plantaciones de bambú *Guadua* existentes en Costa Rica, así como los posibles centros de acopio que pudieran suministrar el material
- Se estudiaron y documentaron las obras arquitectónicas realizadas por las compañías colombianas (Bambu Plus y Bamboo Team) más conocidas en nuestro país.
- Se investigaron los métodos de preservación utilizados tanto en Costa Rica como en Colombia
- Se conocieron y documentaron los métodos constructivos empleados en ambos países.
- Se evaluaron y clasificaron los detalles constructivos que pudieran ser implementados en construcciones temporales.
- Se identificó un sistema constructivo que contempla la seguridad personal, la agilidad en el proceso y el bajo costo en la producción.
- Se comenzó con el desarrollo de propuestas que debían satisfacer los requisitos establecidos previamente en el proyecto.
- Se desarrollaron tres propuestas de Refugio con diferente diseño pero con la misma técnica constructiva.
- Las propuestas fueron discutidas y analizadas por la CNE, hasta que finalmente se escogieron dos de los tres diseños propuestos: *Arenal* y *Miravalles*.
- Para la construcción de los prototipos se seleccionó y adquirió el material: Bambú *Guadua* en la zona de San Isidro del General.
- El bambú, así como las perforaciones hechas en él, fueron supervisados por la investigadora, en el mismo taller.
- Con la revisión técnica y el visto bueno, el material fue trasladado a las instalaciones de la CNE en San José.
- El tiempo promedio en el que se levantó cada una de las estructuras fue de 4 horas.
- Se necesitaron 5 personas para armar cada estructura.
- Solo se requirieron un par de herramientas manuales (llave, alicate y martillo) y unos cuantos metros de cuerda para unir todas las piezas y dejar armada la estructura. Los tornillos, tuercas y arandelas, se suministraron como parte del material constructivo.
- Las estructuras de los dos prototipos fueron revisadas y valoradas periódicamente durante el año 2006.
- A raíz del análisis llevado a cabo en sitio, se establecieron una serie de recomendaciones que se plantean a continuación.

Resultados y discusión

1. CONSTRUCCIÓN: La discusión se basó en que la técnica utilizada fuera lo suficientemente sencilla para ser asimilada por cualquier persona, sin conocimiento previo.

Otro factor importante para escoger el proceso constructivo del Refugio, fueron las condiciones precarias que se presentan en el sitio del desastre. Se debió contemplar la falta de energía eléctrica, así como la dificultad para acarrear materiales pesados. Algunas veces el transporte del material constructivo debe hacerse por aire y esto implica ciertas características que debe cumplir la carga, para poder ser transportada generalmente por helicóptero.

El tiempo de ejecución de la obra fue otro aspecto que se debió medir, porque en los casos de emergencia, las necesidades son muchas y el personal capacitado muy escaso. Así que el Refugio debía armarse con facilidad y en cualquier sitio. A raíz de estos importantes requisitos, se concretó una técnica y algunas estrategias básicas que permitieron armar el Refugio en vez de construirlo a la manera tradicional de una edificación. A continuación se detalla paso a paso el proceso constructivo de los Refugios Arenal y Miravalles, ambos se arman con la misma técnica:

Paso #1

Los tres marcos de bambú se trasladan al sitio de la construcción. Como se observa en las fotografías, las cañas son muy livianas y pueden ser cargadas sin mayor esfuerzo hasta por niños. Se trasladan entre varias personas porque son muy largas y resulta un poco difícil maniobrarlas, pero no porque sean muy pesadas.



Figura 1. Empaque de Marcos Figura 2. Marco sin abrir

Figura 3. Traslado del Marco

Paso #2

Los marcos se acuestan en el terreno y se colocan a una distancia de 2.5 metros entre sí, luego se abre la bisagra que traen de fábrica y se atornillan las piezas que están sueltas en un extremo. Los orificios vienen hechos de fábrica y solo falta unirlos en su lugar. Tanto para la estructural de Arenal como para la del Miravalles, el procedimiento es el mismo.



Figura 4. Bisagra del Marco

Figura 5. Marco abierto

Figura 6. Atornillado del Marco



Figura 7. Marco Arenal listo en el suelo



Figura 8. Detalle del Miravalles

Paso #3

Luego de ajustar todas las piezas del marco, estos se levantan uno por uno y se sostienen verticalmente con la ayuda de una sola persona. La estructura del Arenal es bastante diferente de la del Miravalles. En las Figuras 9, 10 y 11 se observa la del Arenal y en la Figura 12 aparece la estructura del Miravalles con el primer clavador en cada extremo. Vale la pena prestar atención a la estabilidad que tiene cada estructura, ya que a pesar de su tamaño, todo el Refugio es sostenido únicamente por tres personas.



Figura 9. Posición vertical



Figura 10. Sujeto por una persona



Figura 11. Tres Marcos del Arenal en posición vertical

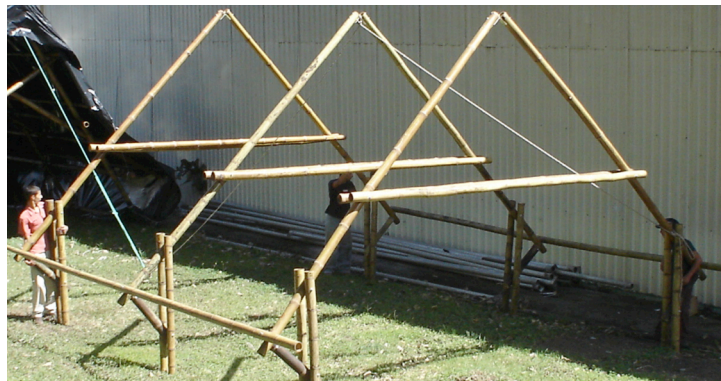


Figura 12. Tres Marcos del Miravalles en posición vertical

Paso #4

Durante la construcción los marcos se pueden tensar entre sí para prescindir de las personas que los están sosteniendo, eso ayuda a la estabilidad y a enderezar algunas cañas que por su naturaleza pueden venir un poco torcidas.



Figura 13. Tensores en el Miravalles



Figura 14. Tensores en el Miravalles



Figura 15. Tensores

Paso #5

La unión de los marcos se inicia a través atornillando los clavadores de abajo para arriba. El proceso debe realizarse simultáneamente en los dos costados de la estructura. En las Figuras 16, 17 y 18 se observa el proceso en la construcción del Arenal.



Figura 16. Primer clavador



Figura 17. Vista del segundo clavador



Figura 18. Detalle del clavador

Paso #6

Los clavadores se atornillan al marco, manteniendo la numeración de cañas que viene de fábrica. Los tornillos se introducen de afuera para adentro, se fijan con una arandela y una tuerca y se corta el sobrante en la parte interna para evitar accidentes.



Figura 19. Clavador en posición 2



Figura 20. Unión de clavador y Marco



Figura 21. Clavador en posición 12



Figura 22. Sobrante de tornillo en clavador y Marco

Paso #7

Recordemos que los clavadores se ponen de abajo para arriba, por lo que la última caña que se instala es la que toma la posición de cumbrera, en la parte superior del Refugio. Esta pieza no se atornilla, solo reposa sobre la bisagra abierta.



..Figura 23. Vista de la Cumbrera en Arenal



Figura 24. Detalle de la Cumbrera en Arenal

Paso #8

En este momento la estructura está lista, estable y es lo suficientemente fuerte y segura para soportar el trabajo de varias personas sobre ella (Figura 26) al mismo tiempo. También sería capaz de soportar una cubierta más pesada, es decir de un material permanente como el hierro galvanizado (zinc). Sin embargo y dado que la finalidad del proyecto es albergar a una familia durante un tiempo prudencial (un año), desde el principio se optó por materiales más livianos, más baratos y menos permanentes. Por falta de presupuesto, durante la construcción no se pudo instalar la Lona (material propuesto, Figura 28), pero se hizo una simulación con plástico, como se observa en la Figura 29.



Figura 25. Estructura del Arenal



Figura 26. Resistencia del Arenal



Figura 27. Detalle en el Miravalles



Figura 28. Lona para la cubierta



Figura 29. Simulación de la cubierta con Plástico

Paso # 9

Al Refugio se le pueden instalar otras cañas, menos gruesas y por consiguiente más livianas que permiten dividir el espacio en dos ambientes, uno privado y otro más social. La parte superior puede ser destinada al descanso de los más pequeños y es accesible a través de una escalera hecha también con bambú. En las fotografías se puede apreciar la propuesta.



Figura 30. Estructura del Miravalles



Figura 31. Vista de la Escalera



Figura 32. Detalle de la Escalera

Paso # 10

Una vez que todos los clavadores fueron atornillados, el Refugio está listo para que se le cuelgue encima la Lona. Sin embargo y dependiendo del clima y de la ubicación geográfica, se pueden incorporar tensores externos para prevenir que las fuertes ventiscas provoquen cualquier desplazamiento. El bambú es un material tan liviano que toda esta estructura puede ser levantada por seis hombres, uno en cada extremo de los tres arcos. Como la estructura fue diseñada para ser temporal no se contemplan anclajes fijos al suelo. Debemos tomar en consideración que el sitio donde se ubican estos Refugios, muchas veces no son propiedad del damnificado y por esta razón no es conveniente dejar materiales que contaminen el medio ambiente. Nuestra propuesta contempla el bambú como material biodegradable y los tornillos, arandelas y tuercas pueden reutilizarse en cualquier uso doméstico o recogerse en una pequeña bolsa.



Figura 34. Tensor externo en el Arenal



Figura 33. Detalle del Tensor



Figura 35. Vista del Tensor

2. ESTRATEGIA: La estrategia fundamental para la construcción es la preparación previa del material, esto significa que todas las piezas de bambú (cañas) deben ser medidas, cortadas, perforadas y enumeradas en el taller. De esta forma nos garantizamos que en el sitio solo se necesite armar (atornillar) la estructura.

Los prototipos *Arenal* y *Miravalles* se probaron a la intemperie y sin ninguna protección durante un año. Se observó un mejor comportamiento en *Arenal* por cuanto su forma es más estable y necesita menos tensores, también porque requiere de menos material y es más rápido de construir. Sin embargo el *Miravalles* es más alto en los extremos y estructuralmente hablando es más fuerte. Además se percibe como una casita, por su forma más tradicional.

3. TÉCNICA: La estandarización del material en solo dos tipos de piezas: marcos y clavadores, proporcionó claridad y entendimiento en el proceso constructivo.

La señalización de las cañas por orden numérico resultó ser un excelente recurso para agilizar el trabajo (Figuras 18 y 20) y no cometer errores.

La unión de las cañas a través de tornillos no requirió ninguna instrucción adicional (Figuras 19 y 21). La bisagra como elemento unificador de las piezas del marco demostró un comportamiento muy eficiente durante el armado (Figura 4).

El único inconveniente que se presentó fue que algunas cañas torcidas aumentaron el tiempo de trabajo destinado para atornillar las piezas.

En cuanto al tiempo de la construcción, se destinó aproximadamente el 75% del mismo para la sujeción de los clavadores a los marcos.

Las únicas herramientas que se necesitaron fueron unas cuantas llaves para roscar las tuercas, no obstante se aconseja llevar un taladro para imprevistos.

4. ASPECTOS ESPACIALES: se comprobó que el espacio destinado para albergar a la familia era el adecuado. Varias personas pudieron caminar e interactuar libremente dentro de la estructura, como se puede apreciar en la Figura 36, que corresponde a la escala del *Arenal*. A excepción de los extremos laterales, todo el espacio es utilizable. También en esta Figura se observa el dimensionado del Marco, las piezas principales miden 5 metros cada una, luego vienen dos piezas secundarias que cuelgan de las anteriores y que miden 4.5 metros cada una. Estas últimas piezas fueron diseñadas para cambiar la pendiente del techo o cubierta y posibilitar la ventilación hacia el interior, como se aprecia más adelante en la Figura 39. En el momento de la construcción, surgió la posibilidad de incorporar un segundo nivel, destinado para dormir. Gracias a la resistencia del bambú y a la altura del Refugio, se pudieron hacer las pruebas espaciales y estructurales respectivamente. En la Figura 37 se pueden apreciar las dimensiones y la ubicación de los clavadores. En este mismo dibujo, se nota la forma triangular de la puerta y la ventana superior que se propone para la Lona.

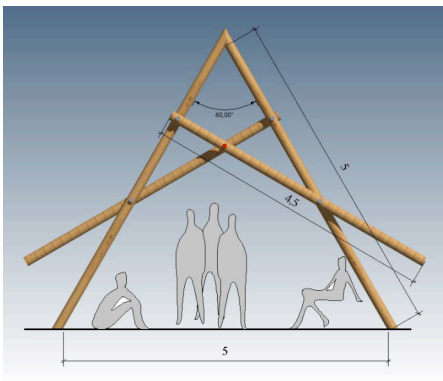


Figura 36. Marco Principal del Arenal

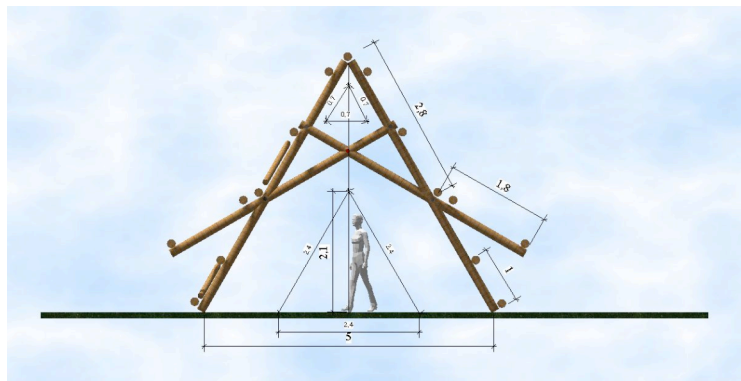


Figura 37. Posición de los clavadores en el Arenal

Manteados laterales

Los manteados laterales miden 5 metros de largo, se amarran longitudinalmente por ambos costados de la estructura. Se cuelgan del segundo clavador y se amarran al primero, es decir al que está al nivel del piso.

Ventilación

Sobre ellos queda un espacio abierto que tiene como funcionalidad la ventilación del espacio interno. Esta ventilación es muy importante porque la Lona calienta mucho el ambiente cuando el sol la ilumina directamente y es una forma de mantener la ventilación cruzada en forma permanente. En caso de lluvia, no hay problema porque la pendiente de la Cubierta está por encima de este espacio.

Cubierta

La Cubierta es el manteadado más grande y el que se pone al final. Este cuelga simétricamente desde la cumbre. Dos personas deben subir por un lado de la estructura, hasta llegar a la parte superior. Ahí dejan la lona y ellos se deslizan por el otro costado hasta llegar al suelo, luego jalan la Lona con cuerdas que han quedado previamente atadas al manteadado y la reparten simétricamente por el techo. En la Figura 39 se observan puntos de color rojo que corresponden a la Lona-Cubierta.

Independientemente a la Cubierta con Lona aquí propuesta, la estructura de bambú es capaz de soportar cerramientos más pesados como el HG. De construirse con este material, la duración del Refugio, así como la protección a los inquilinos sería mayor.



Figura 40. Tapa Posterior de la Lona



Figura 41. Techo y paredes laterales de la Lona

6. INSTRUCTIVO: El manual de construcción se diseñó utilizando la información surgida durante la construcción, esto permitió documentar los detalles importantes que servirán de guía para construcciones posteriores. El instructivo se suministra en la sección de ANEXOS de este mismo documento.

Conclusiones y recomendaciones

- La estructura de bambú resultó ser suficientemente estable, resistente y segura para albergar una familia.
- El gobierno de Costa Rica tiene la posibilidad de implementar esta propuesta en los casos que considere conveniente.
- La utilización del bambú en este proyecto es fundamental, no solo por el bajo costo que representa para el Estado, sino también porque es biodegradable.
- Con la construcción de un albergue por familia, se reducen los gastos de alojamiento que en la mayoría de los casos corren por cuenta del gobierno.
- Se recomienda probar el Refugio con diferentes cubiertas para valorar la durabilidad del material, así como la resistencia del mismo al asoleamiento, a la lluvia y al viento.
- Se aconseja aprovechar la materia prima (plantaciones de bambú Guadua) que tiene el Estado en Guápiles y el Arenal y utilizarla en casos de bien social como propuesto por nuestro proyecto.
- Se exhorta a continuar la investigación en lo relacionado al tipo de unión que requieren las cañas.
- Se recomienda hacer una comprobación adicional del montaje, con personas ajenas al proyecto y utilizando el instructivo como único medio informativo.

Aportes y alcances

- La experiencia generada puede ser implementada no solo en Costa Rica, sino también en otros países de la región, donde el bambú Guadua crece y se reproduce con mucha facilidad.
- Publicación hecha en INFORMATEC: El bambú Guadua, una buena rentabilidad
- Publicación hecha en TRANSFERENCIA DE TECNOLÓGICA: El bambú Guadua, una opción para Costa Rica.
- Publicación hecha en el BOLETÍN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA: El bambú Guadua, una opción para Costa Rica.
- Se abre la alternativa de un nuevo material constructivo, gracias a la difusión que pueda tener el material informativo antes mencionado.
- Como subproducto de la investigación se generaron:
 - Video Documental sobre el bambú Guadua en Costa Rica
 - CD Rom interactivo que permite el aprendizaje individual sobre: Cultivo,, Preservación, artesanías, arquitectura y técnicas constructivas.
 - Video Documental sobre la construcción del Arenal y el Miravalles.

Bibliografía

Castillo, Francisco. Tecnología de construcción: **El bambú una alternativa para vivienda de bajo costo**. INA. Noticias enero-feb. 1987, San José, Costa Rica

Hidalgo López, Oscar. **Bambú su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura ingeniería y artesanía**. Estudios Técnicos Colombianos Ltda., 1974, Colombia

Hidalgo López, Oscar. **Nuevas técnicas para la construcción con bambú**. Centro de Investigación de Bambú y de Fibras Vegetales, 1976, Cali, Colombia.

Hidalgo López, Oscar. **Manual de construcción con bambú**. CIBAM, s.f., Cali, Colombia

Chávez, Ana Cecilia. **Uso del bambú en la construcción**. Desarrollo: Tribuna para una política científica tecnológica, agosto, 1985, San José, Costa Rica

García, Rafael. **La gran opción para la vivienda**. Desarrollo: Tribuna para una política científica tecnológica, agosto, 1985, San José, Costa Rica

Kankan, George y Perry. **Bamboo-Reinforced concrete beams subjected to third-point loading**. ACI, Structural Journal, enero-feb 1988. Detroit, USA

Kowalski, T.G. **Ventajas del bambú como refuerzo del concreto**. Indian Concrete Journal, abril, 1974. Bombay, India

Kries, Mateo. **Grow your own house: Simón Vélez and bamboo architecture**. Vitra Design Museum. 2000, Alemania

Mc. Clure, F.A. **El bambú como material de construcción**. AID, 1986, México

Bambus Bamboo. **Bamboo as a Building Material**. Kart Krämer Verlag Stuttgart 2000, Alemania

Taschen, Angelika. **Bamboo Style**. Taschen GMBH, 2006, Alemania

DOCUMENTO II

Cumplimiento de objetivos

Los objetivos originales del proyecto eran:

Objetivo general:

Desarrollar un sistema constructivo que permita dotar de protección temporal a las personas desprovistas de vivienda por causas naturales.

Objetivos específicos:

1. Desarrollar un prototipo que cumpla con las siguientes características: ser de bajo costo
 - ser de bambú
 - ser fácil de transportar
 - ser liviano
 - ser multi-funcional
 - ser modular
 - ser fácil de armar y desarmar
 - ser fácil de construir sin conocimiento previo
 - ser amigable con el ambiente
 - ser reutilizable
 - ser biodegradable
2. Desarrollar una cubierta
 - impermeable
 - liviana
 - reutilizable
 - de bajo costo
 - fácil de almacenar
 - fácil de transportar
3. Desarrollar un instructivo que explique de forma gráfica y eficiente como se construye paso a paso el refugio.

Con la construcción de los dos prototipos y el diseño del instructivo, se cumplieron en un 100% el primer y tercer objetivo propuestos, no obstante y a pesar de que la cubierta fue diseñada y presupuestada en EuroToldos (San Francisco de Dos Ríos), la CNE no la pudo mandar a confeccionar por falta de financiamiento para el proyecto.

Limitaciones y problemas encontrados

Las limitaciones que se presentaron estuvieron fundamentalmente del lado de la CNE, entre ellas se puede recalcar la falta de presupuesto, la carencia de un seguimiento adecuado a los proyectos de investigación, las continuas emergencias que surgen en el país y que afectan directamente el trabajo conjunto con el personal de la CNE. Cuando no se destina de antemano un presupuesto para prevención es muy probable que se gaste en mitigar desastres y esto fue lo que ocurrió con el presente proyecto. Finalmente el cambio de gobierno produjo que se reubicaran las personas que estaban más identificadas con el Refugio de bambú.

Observaciones generales y recomendaciones

Los proyectos que se generen como en este caso con Entidades del Estado, deben considerar la época en que cambia el gobierno central y por ende los jerarcas de la Institución. Esto puede variar los objetivos del proyecto o perjudicar sustancialmente el presupuesto destinado para el mismo.

ANEXO

1. Manual de construcción del Refugio Arenal (instructivo)
2. Manual de construcción del Refugio Miravalles (instructivo)
3. Afiche del Arenal en la II Encuentro de Investigación, TEC 2007
4. Afiche del Miravalles en la II Encuentro de Investigación, TEC 2007
5. Video Documental de la construcción de ambos prototipos
6. Caseta de guarda forestal
7. Cama de bambú (opción para reutilizar el material)

CASETILLA DE GUARDA FORESTAL



Figura 42. Casetilla de guarda forestal

La propuesta de esta casetilla de guarda forestal se desarrolló en el transcurso del actual proyecto y como resultado de algunas conversaciones con personeros de la Comisión Nacional de Emergencia.

Se trata de un espacio de 4 m² con capacidad para alojar a una persona y el espacio requerido por ésta para su trabajo, preparación de alimentos y descanso.

La estructura se concibió para que fuera permanente, segura y con buena visibilidad sobre bosques y montañas. También para evitar la tala de árboles a su alrededor.

Su altura no solo responde a la visibilidad requerida sino a que debe estar asilada del suelo para prevenir ataques de animales salvajes.

Es una estructura pequeña, alta, liviana y fácil de construir. La propuesta se eleva a 2.5 m sobre el nivel del terreno, pero resistencia, rectitud, dureza y largo del bambú permiten la construcción de estructuras más altas (hasta 15 mts sobre el nivel del terreno).

Además a de esta pequeña torre a muy bajo costo.

Toda la estructura se propone con bambú Guadua y el cerramiento con durok, por lo que resulta muy liviana, fácil de construir y de bajo costo.

Las uniones principales se refuerzan con acero y el anclaje al terreno se hace a través de dos cimientos chorreados en concreto. La escalera al igual que el entrepiso se hacen con el mismo bambú Guadua. Para las ventanas solo se propone un orificio con plástico arrollable. El techo se plantea en hierro galvanizado (zinc).

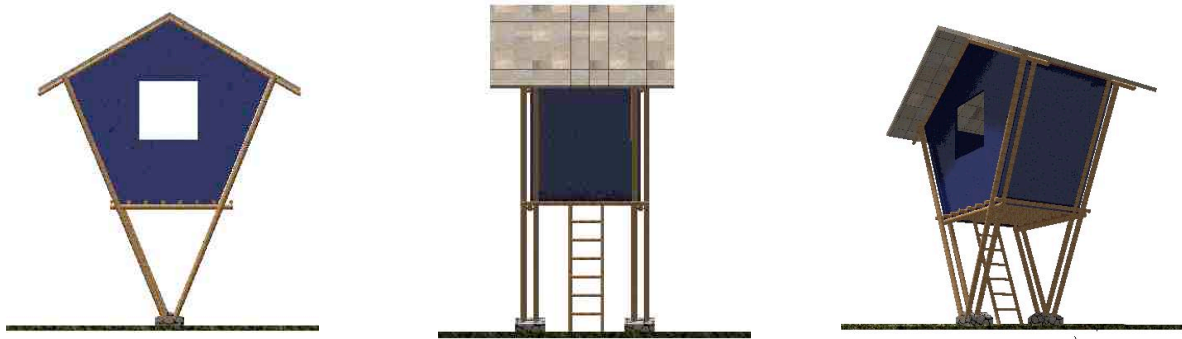


Figura 43. Vistas de la Caseta de guarda forestal

CAMA DE BAMBÚ

Otro subproducto de esta investigación es el mobiliario doméstico que se puede elaborar con piezas de bambú nuevas o con los restos que quedaron del refugio. La técnica utilizada es la misma, se necesitan tornillos largos o varilla roscada que se atornilla y se fija con tuercas y arandelas. El sobrante del tornillo se corta para no provocar accidentes. En las siguientes Figuras se muestra una cama camarote, con el ensamble que se recomienda para su elaboración.

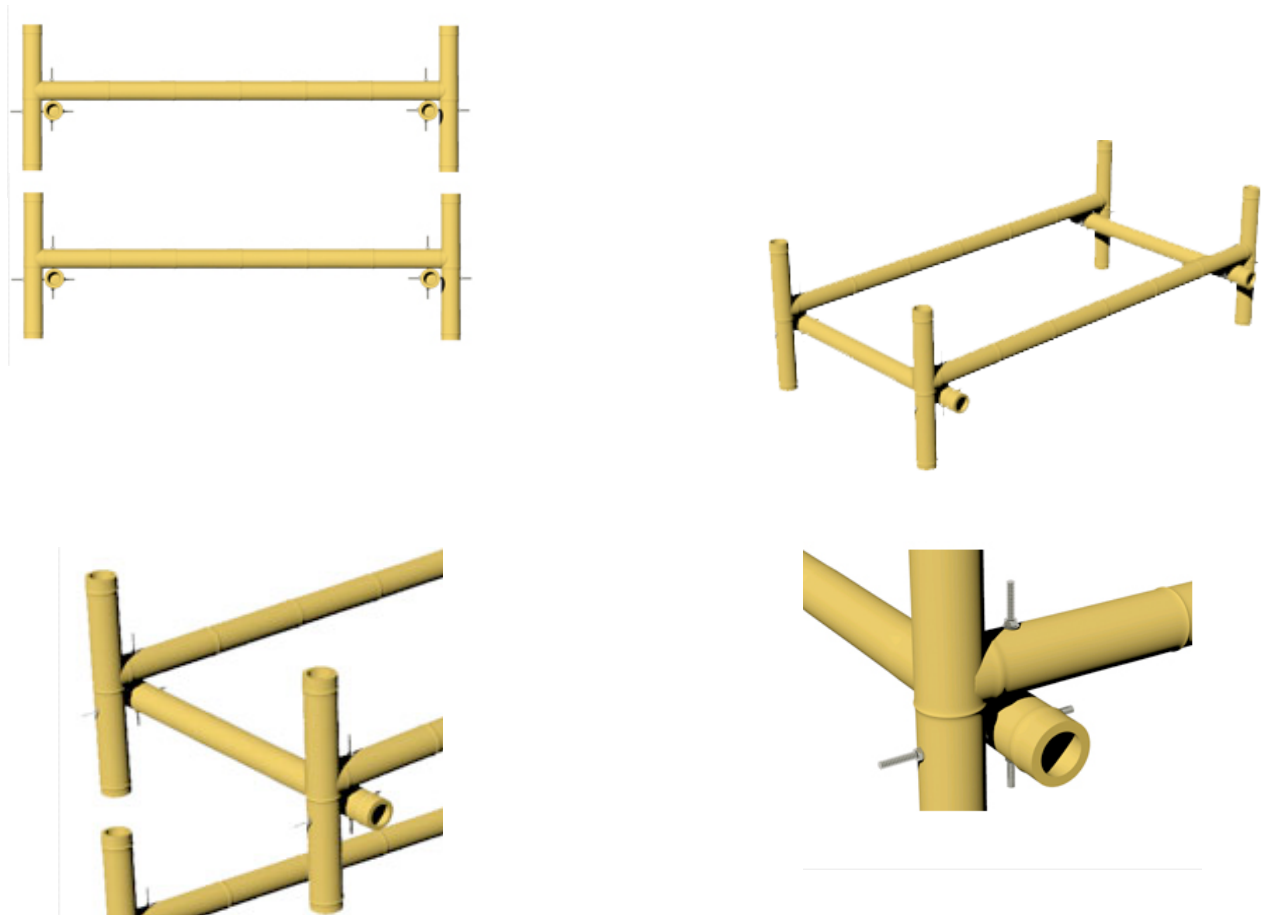


Figura 44. Vistas de la cama camarote