

6.d. PROPUESTAS CONSTRUCTIVAS SOSTENIBLES. LA CAÑA GUADUA Y LOS BTC DE TERRO-CEMENTO COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. TRADICIÓN E INVESTIGACIÓN EN NUEVOS PRODUCTOS

No existe nada tan sostenible como aquello que ha durado siglos y se ha mantenido a pesar de los tiempos, los escenarios cambiantes y las circunstancias históricas. Y en materia de; tecnologías constructivas podemos añadir además que la sostenibilidad está ligada a la tierra y al hombre, a los recursos naturales disponibles, al clima regional y a los saberes, tradiciones y cultura local.

Es así que la caña guadúa y la tierra empañetada conocida popularmente como el “quinche”, están presentes en todos los períodos de nuestra historia ecuatoriana, desde lo precolombino hasta nuestros días, y han resistido siglos pese a dos circunstancias avasalladoras; la colonización española S XV y el advenimiento del Hormigón armado S XX.

Sobre estos materiales y su aplicación constructiva abunda actualmente información técnica y científica, por lo que nos remitiremos a presentar la importancia que tienen estos recursos y tecnologías autóctonas, en las tradiciones constructivas de la región litoral tropical ecuatoriana, que afortunadamente se han resistido a desaparecer pese a la globalización ideológica y tecnológica, mostrándonos toda su vitalidad, pertinencia y nobleza frente a escenarios de exclusión de los más pobres, y de irresponsabilidad ambiental de una industria de la construcción responsable del 50% del calentamiento global mundial.

La mayoría de la información sobre la caña guadúa nos la ha proporcionado el pionero en Ecuador de su investigación e innovación tecnológica, el Arq. Jorge Morán Ubidia, formador de todos los profesionales ecuatorianos que hemos dedicado los últimos 20 años al estudio y construcción con la caña guadúa.

En especial recogemos sus teorías sobre sostenibilidad, y el Proyecto ECO MATERIALES al cuál ha dedicado sus últimos años de trabajo, auspiciado por el SENESCYT y la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, donde imparte sus cátedras.

Por estar terminada la primera fase del Proyecto, preferimos mostrar un resumen de imágenes elaborado por el Arq. Jorge Morán en su Informe Final.

Miguel Camino Solórzano., Dr. Arquitecto

Universidad Laica Eloy alfar de Manabi, ULEAM. Ecuador.

Respecto a los BTC incluimos el resultado de una tesis de grado de la Arq. Andrea Intriago, dirigida por el Dr. Miguel Camino en el 2012 en la ULEAM, que permitió construir un prototipo de vivienda social progresiva con la máquina CINVA RAM, en el sitio El Aromo del cantón Manta, que hoy abre las puertas a la aplicación de nuevas tecnologías constructivas ecológicas y sostenibles para la región. En tal sentido preferimos presentar una ponencia realizada por la Arq. Andrea Intriago en el Primer Seminario Internacional de Gestión de la Investigación Formativa 2012, realizada en la ULEAM el 15 al 16 de noviembre del 2012.

Finalmente hemos logrado unir ambas experiencias y resultados tecnológicos en el diseño de los 2 prototipos, que se ubicarán en el nuevo barrio proyectado para la ciudad de Manta dentro del Proyecto AECID, logrando productos nuevos e innovadores para la vivienda social en la región. La caña guadúa y la Quincha, tradición en el litoral ecuatoriano.

Las primitivas viviendas de la costa ecuatoriana precolombina.



Figura 01. "Las Vegas" 9550 A P



Figura 02. Vivienda vernácula de "três espacios" vista por Jorge Juan y Antonio de Ulloa, en el año de 1748.

1. EN LA COLONIA Y EN LA REPÚBLICA



Figura 03. Guayaquil, Siglo XVIII Casonas de madera, caña guadúa y quinche.



Figura 04. Portoviejo, Siglo XIX Escuela de madera, caña guadúa y quinche.



Figura 05. Casa Urbana de madera y caña enquinchada. Autores maestros de oficios (carpintería de rivera) a inicios del S. XX.



Figura 06. Edificio de madera y caña guadúa en Manta. Autores maestros de oficios (carpintería de rivera) a inicios del S. XX.

2. LA GUADÚA EN LA ARQUITECTURA VERNÁCULA



Figura 07. Casa Palafítica en guadúa



Figura 08. Casa sobre Pilotes. Planta Baja social y de faenas.



Figura 09. Casa montubia de caña guadúa y quinche.



Figura 10. Casa sobre pilotes adaptada a la topografía



Figura 11. Casa de los 3 Volúmenes Típica tipología manabita rural.



Figura 12. Pared de caña guadúa que demanda reparar el "enquinchado"



Figura 13 al 17. <<...la caña picada o esterilla prefabricada, patrimonio de Ecuador, Colombia, Perú y de pocos países de Asia...>>.



Figura 18 al 20. Casas de Guadúa símbolo de pobreza invasiones incendios o "emergentes permanentes" (casas Hogar de Cristo).

3. LA GUADÚA PARA INGENIEROS Y ARQUITECTOS SOPORTA EXTREMOS



Figura 21 y 22. Encofrados y Andamios



Figura 23. Apuntalada de muros pesados.

4. LA GUADÚA EN PROYECTOS PUNTALES

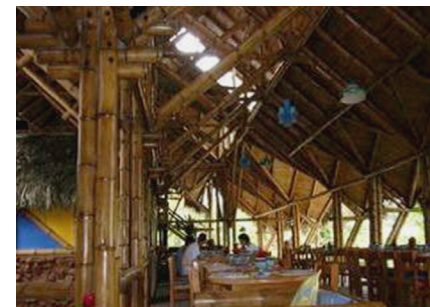


Figura 24. Hostería Ecológica Alandaluz en guadua, pionera en innovación tecnológica Manabí. Arq. Rafael Rojas y grupo OJIVA de Colombia.



Figura 25. Galpón en caña guadúa. Cuerpo de Bomberos. Autor: Empresa Arquitectura Viva. Año 2006 - Manta.



Figura 26. Puente Peatonal en Finca Eco Turística- Portoviejo. Autor : Maestros de Oficio. Inicios S XXI



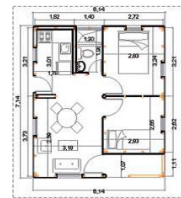
Figura 27. Casa contemporánea con Técnicas mixtas. H.A, ladrillo y caña guadúa. Autor:Arquitectura Viva Manta - 2006.



Figura 28. Auditorio Museo Amantes de Sumpa construido en guadúa. Santa Elena - 2006.



Figura 29. Prototipo Vivienda Social con guadúa empañada con mortero arena - cemento. Autores: Arq. Rafael Rojas y Arquitectura Viva, Año 2003. Santa Ana Manabí



5. LA GUADÚA ANGUSTIFOLIA KUNT COMO MATERIAL

<<...la Guadúa Angustifolia Kunth entre las tres mejores especies de bambúes de la naturaleza...>> Se estima que hay entre 1200 y 1400 especies de bambú en el mundo.

La estructura ósea y el bambú

La estructura ósea es la forma natural, mejor diseñada para soportar esfuerzos de toda clase. El esqueleto de un ser humano resiste cargas superiores hasta cuatro y más veces su propio peso.

El bambú, es la especie vegetal más parecida al sistema óseo. Sus nudos son similares a los estribos de una armadura. Sus haces fibrosos se ubican de manera inmediata a su epidermis tal como los aceros lo hacen en una columna de concreto armado. La superficie externa, por el sílice que posee, es la parte más resistente.

La zona inmediata a la epidermis llena de haces fibrosos es la más resistente

Figura 30.

La Estructura del Bambú

Es un conjunto de elementos fuertes, flexibles y orgánicos que desempeñan una función específica y que debe cumplir con los siguientes requisitos de uso; Seguridad (perdurabilidad), Funcionalidad, Economía y Estética. La estructura le permite responder a los siguientes esfuerzos:

Compresión.- El elemento es sometido a fuerzas contrarias que intentan comprimir sus partículas.



Tensión.- El elemento es sometido a fuerzas opuestas que intentan separar sus partículas.

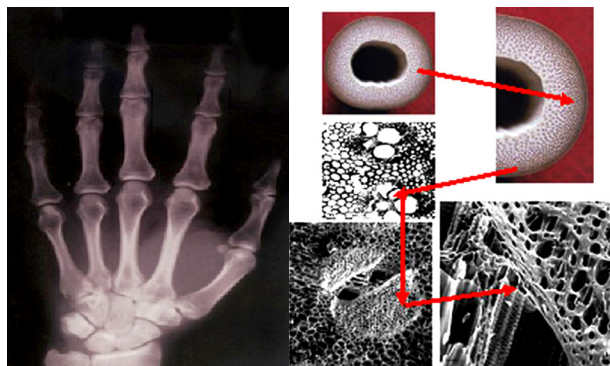
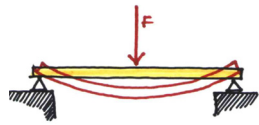
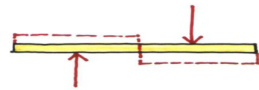


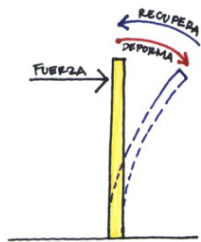
Figura 30. Fuente: Ponencia de Jorge Moran



Flexión.- El elemento es sometido a una fuerza transversal en medio de sus apoyos que intenta doblar el elemento.

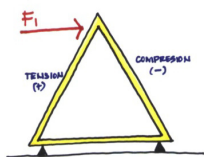


Cortante.- el elemento es sometido a fuerzas transversales contraria que intentan cortar el elemento por efecto de estos esfuerzos (cargas vivas y cargas muertas) los elementos de las estructuras presentan deformaciones, las cuales pueden ser:

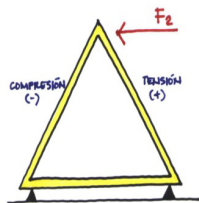


Elásticas.- Cuando un cuerpo después de deformarse por acción de la carga recupera su estado original al dejar de actuar ésta

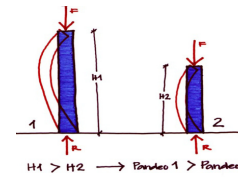
Plásticas.- cuando un cuerpo después de deformarse por acción de la carga no recupera su estado original al dejar de actuar ésta.



Rigidez.- Es la capacidad de un cuerpo de no deformarse bajo la acción de una carga. Para evitar estas deformaciones las estructuras deben ser rígidas. La rigidez de las estructuras se logra eficazmente a través del principio de la triangulación. El triángulo es la figura geométrica teóricamente indeformable.



En un triángulo solo se presentan esfuerzos de tensión y compresión, pero ellos actúan conforme a la direccionalidad de la fuerza o carga aplicada, invirtiéndose los esfuerzos; por tal motivo es conveniente resolver los acoples de las guaduas en la estructura triangulada para que trabajen adecuadamente.



Pandeo Por Esbeltez.- Es la deformación bajo carga de compresión en relación de la sección y la longitud del elemento. La deformación de pandeo se puede evitar modificando la relación que hay entre la sección del elemento de guadúa y su longitud en la estructura.

6. LA VIVIENDA

Condiciones que debería cumplir

Amigable con el medio ambiente, Confortable (ahora más con el Cambio Climático), Económica y accesible, Durable, (no menos de 20 -25 años), Segura (incendios, terremotos, deslizamientos), Bien de la familia (no del "jefe"), Tener todos los servicios básicos, Ser un DERECHO no regalo de nadie

La vivienda, debería ser

Expresión de la tradición e historia de una sociedad. En su construcción, usar la menor cantidad de materiales no renovables. Con la menor cantidad de materiales con energía incorporada: Ej. Aluminio, cemento y acero. Construida, mantenida, mejorada y reparada por la propia familia. Segura ante los desastres naturales. Ser confortable y cumplir con los deseos de la familia.

Aspectos positivos del bambú y la Vivienda de bambú

Aspectos ambientales.- Reemplaza con éxito a la madera y a materiales convencionales, Alivia la presión a la explotación de bosques naturales, Fijador del CO2 y gran productor de oxígeno y biomasa, Es material de menor valor en lo referente a su eco-cost, Antes sismos, su menor peso la hace sismo resistente.

Aspectos económicos.- Susceptible de ser construida por la propia familia con mínima capacitación, Vivienda como Proceso y como un Bien



LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL BAMBÚ
Tasa de energía para la producción de materiales de construcción (ECO-COSTO)

| Material | Unidad | Valor |
|----------|---|-------|
| Bambú | MJ / m ³ por N/mm ² | 30 |
| Madera | MJ / m ³ por N/mm ² | 80 |
| Hormigón | MJ / m ³ por N/mm ² | 240 |
| Acero | MJ / m ³ por N/mm ² | 1500 |



Figura 31.

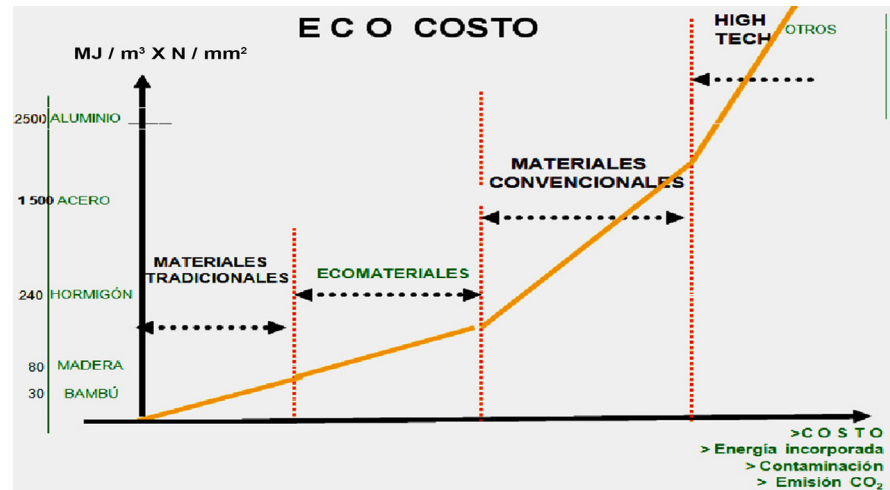


Figura 32. Fuente: Arq. Jorge Morán.

de Uso, Menor consumo de energía para obtención de confort, El 90% de materiales nacionales.

Aspectos arquitectónicos y constructivos.- Aplicación de cualquier tipo de diseño. Sistemas constructivos de fácil y diversa concepción.

La modulación y prefabricación son atributos aplicables. Herramientas y equipos requeridos al alcance de todos. Mano de obra de mínima capacitación. Se alcanza altos niveles de productividad (Ej. Hogar de Cristo). Económica y rápida reparación ante defectos o daños.

Aspectos negativos de la vivienda de bambú

Su desconocimiento e inadecuado uso, le ha creado oposición de técnicos y gobiernos.

El uso masivo por parte de la población de menores ingresos y de etnias de manera paradójica lo ha depreciado. Los malos ejemplos construidos son testimonios negativos. El desconocimiento del material en lo referente a sus propiedades físicas y mecánicas es generalizado en la mayoría de las Universidades del país. Los flagelos por incendio sirven de argumentos negativos. Las fábricas de materiales de construcción convencionales al ser afectadas en sus intereses son los principales opositores.

7. ECO MATERIALES: ALTERNATIVA PARA LA VIVIENDA SOCIAL SOSTENIBLE

Proyecto de investigación: Senescyt- Universidad Católica Santiago de Guayaquil. (Figura 31)

¿Qué son los Eco Materiales?

Materiales de construcción: viable, tanto en el aspecto ecológico como en el económico y resultados de diseños que cumplan las siguientes condiciones: Ser recursos de una región o localidad, que al ser explotados y transformados racionalmente, posean condiciones de calidad y eficiencia,

con menor afectación al ambiente. También pueden ser resultado del reciclaje de materiales.

Características de los eco materiales

Accesibles y económicos, Materias primas del entorno y renovables. De menor peso, Conductividad e inercia térmica (en función del clima), Resistencia a esfuerzos físicos y mecánicos, Resistencia razonable a la humedad. Aislantes acústicos. Aptitud para acoplarse con otros materiales. Durables. Aspecto estético positivo. Energía incorporada reducida. Reciclables.

Composición de los eco materiales

Figura 33.

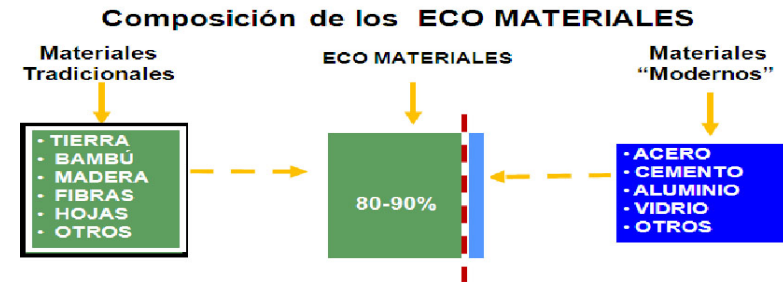


Figura 33. Fuente: Arq. Jorge Morán.

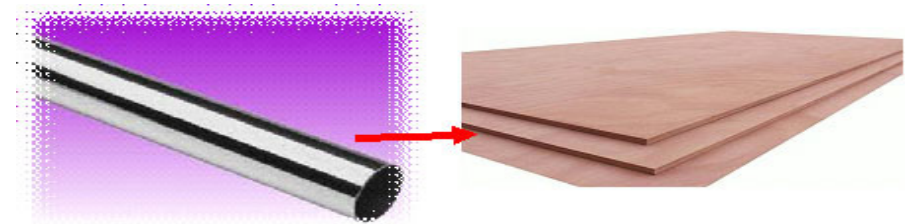


Figura 34.

8. LOS ECO MATERIALES DERIVADOS DE LA GUADÚA

Productos de Tableros

La idea principal es transformar cilindros en superficies planas y fuertes, sin desperdicios, sin equipos complejos (Sin imitar a Asia en máquinas y procesos) buscando respuestas en el saber tradicional de los campesinos de Ecuador y Colombia en sus formas ancestrales de transformar la guadúa. (Figura 34.)

Transformaciones Tradicionales

Figura 35.

Objetivo final.

Convertir a comunidades campesinas en proveedores de materia prima semi elaborada y así mejorar sus ingresos.



Figura 35. Fuente: Arq. Jorge Morán.

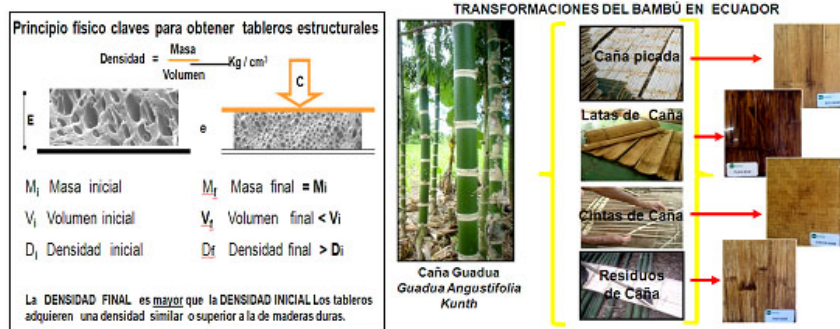


Figura 36. Claves para obtener tableros estructurales

Ellos pueden seleccionar, cortar, curar de forma natural y química, secar, dimensionar y transformar la caña picada, medias cañas, tripas, esteras y transportar a las plantas para el proceso final.

4 Nuevos Eco Tableros

ECU BAM Tablero estructural, 1.22 m x 2.44m. Esp. 2 a 3,5 cm
 Usos.- entresijos, tabiques ext. e int. Puertas, muebles, componentes estructurales.

PLAS BAM Tablero estructural, 1.22 m x 2.44m. Esp. 2 a 3,5 cm.
 Usos: entresijos, tabiques ext. e int. Puertas, muebles, componentes estructurales.

TRIP BAM Tablero ligero, 1.22 m x 2.44m. Esp. 1 a 1,5 cm
 Usos: cielos rasos, recubrimientos decorativos para paredes, tabiques ligeros para separación de espacios.

ESTER BAM Tablero ligero, 1.22 m x 2.44m. Esp. 1 a 1,5 cm
 Usos: cielos rasos, recubrimientos decorativos para paredes, tabiques ligeros para separación de espacios.



Figura 37. Ingreso del Tablero en la Prensa



Figura 38. Secuencia de presión sobre el tablero.

Resultados Ensayos Físicos Y Mecánicos

| PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ECOMATERIALES (Probetas elaboradas con pegante 50% Urea+50%PVA) | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------------------|----------|------------|---------|----------------------|-------|-------------------------|-------------------------|--|
| MATERIAL | | FLEXIÓN | | COMPRESIÓN | | CORTE | | IMPACTO | ARRANCAMIENTO | |
| | | σ Mpa | MDE Mpa | σ Mpa | MDE Mpa | σ Mpa | Kg-m | 12 mm ^(d) Kg | 19 mm ^(d) Kg | |
| PB001 | MINIMO | 22,77 ^(c) | 6764,64 | 44,03 | 3481,48 | 0,63 ^(c) | 1,45 | 144,00 | 364,00 | |
| | MAXIMO | 72,50 ^(c) | 17262,61 | 62,61 | 4733,33 | 3,64 ^(c) | 13,62 | 538,00 | 620,00 | |
| | FRONTERO | 45,59 ^(c) | 11560,93 | 53,65 | 3905,51 | 1,910 ^(c) | 7,56 | 333,56 | 492,20 | |
| PB003 | MINIMO | 22,45 | 1430,37 | 28,31 | 1829,55 | 0,78 ^(c) | 2,88 | 0 | 192,00 | |
| | MAXIMO | 61,24 | 4858,60 | 43,78 | 3812,5 | 1,14 ^(c) | 12,70 | 0 | 492,00 | |
| | FRONTERO | 40,59 | 2504,50 | 35,41 | 2681,71 | 1,13 ^(c) | 4,93 | 0 | 317,37 | |
| PB006 | MINIMO | 59,69 | 9151,09 | 49,32 | 2148,15 | 3,96 | 5,68 | 104,00 | 209,00 | |
| | MAXIMO | 189,32 | 28669,00 | 83,68 | 7642,86 | 8,33 | 16,62 | 278,00 | 401,00 | |
| | FRONTERO | 109,33 | 18873,65 | 67,55 | 4009,30 | 7,55 | 9,72 | 190,13 | 332,57 | |

(a) Estos resultados corresponden a ensayos realizados en probeta con pegante 100%PVA
 (b) El ecomaterial no resistió el perforado y por lo tanto no se pudo ensayar.
 (c) Distancia del borde de la probeta hasta el centro del agujero de 5mm.
 (d) Resultado tomado de la ficha del lote 1 va que tiene menor variabilidad y por tanto mejor control del proceso.

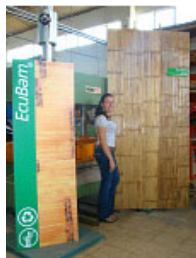


Figura 39. ECU BAM



Figura 40. PLAS BAM



Figura 41. TRIP BAM



Figura 42. ESTER BAM

Propiedades mecánicas del eco material Plas Bam.- Escuela Superior Politécnica del Litoral

| PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ECOMATERIALES | | | | |
|--|----------|--------------|--------------|-----------------------|
| MATERIAL | | Dureza | | DESGASTE |
| | | σ Mpa | Módulo Kg/mm | periodos de 60 seg. % |
| EPIDERMIS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNT | MÍNIMO | 30,45 | 76,20 | 0,73 |
| | MÁXIMO | 76,13 | 164,00 | 2,71 |
| | PROMEDIO | 53,80 | 105,73 | 1,72 |

Algunos equipos de la planta piloto de eco materiales



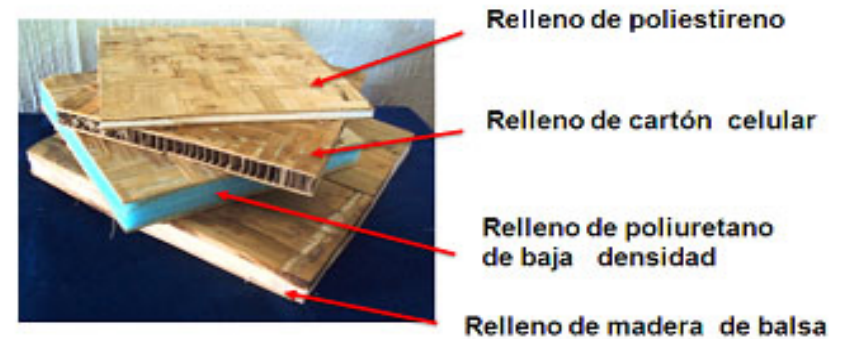
Ensayos de elementos estructurales a partir del Plas bam : Componentes constructivos estructurales para sistemas de pisos y cubiertas.



Figura 43. Posibilidades de ensambles de los Tableros para usos en la construcción. La 2da Etapa del Proyecto incluirá ensambles industrializados .

Ensayos De Nuevos Productos En Proceso:

Tableros rellenos con diversos materiales reciclados para uso en aislamientos acústicos, térmicos, etc.



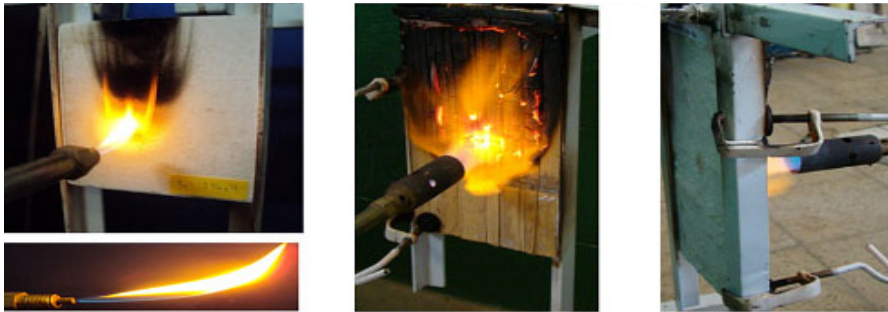
Tejas y planchas onduladas para cubiertas con Ester Bam y Trip Bam (12.5 x 25 cm y 50 cm x 50 cm) Meta: 1.22 x 2.44 m

Uso de Ester Bam



9. LOS ECO MATERIALES IGNÍFUGOS.- PLAC CEL (PLACA) Y REC CEL (RECUBRIMIENTO)

Se han creado productos aislantes del fuego en base a pulpa de papel y otros aditivos. Se incendiaron 2 casas maquetas de 1,5 mt de alto y la que estaba impregnada de estos productos no generó fuego y permitió la llegada oportuna de los bomberos.



BIBLIOGRAFIA:

HIDALGO LOPEZ, Oscar. "Nuevas Técnicas de Construcción con Bambú" Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1978.

MORAN UBIDIA, Jorge. "Vocabulario de Arquitectura Campesina en el Litoral Ecuatoriano" Museo Antropológico Banco Central del Ecuador y Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Guayaquil, 1987.

PROYECTO ECOMATERIALES PARA LA CONSTRUCCION. Director Jorge Morán Ubidía. Financiado por la SENESCYT Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación; a cargo de la UCSG Universidad Católica Santiago de Guayaquil, 2009-2011. www.eco-materiales.net.

CONSEJO PROVINCIAL DE MANABI "Serie. La Guadua Nuestra esperanza" 5 cartillas de difusión y capacitación popular. Portoviejo, 2006.

ENCUENTRO "EXPERIENCIAS DE BAMBÚ EN LA REGION" dentro de la "Iniciativa Regional de Desarrollo Económico y Adaptación al Cambio Climático con base en el Bambú Perú-Ecuador" Península de Santa Elena. Abril 2011. FECD FONDO ECUATORIANO DE COOPERACION PARA EL DESARROLLO. "La Gente de la Caña Guadua" Quito, 2009 www.fecd.org.ec

GIROLANO BENZONI. "La Historia del Nuevo Mundo. Relatos de su viaje por el Ecuador, 1547-1550". Tercera Edición. Museo Antropológico. Banco Central del Ecuador. Guayaquil 2000

MIGUEL CAMINO SOLORZANO "Evolución y Características Tipológicas de la Vivienda en Manabí-Ecuador" Tesis Doctoral presentada en la Universidad Politécnica de Cataluña. UPC Barcelona 1999.