

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

Facultad de Arquitectura y Diseño

Carrera de Arquitectura

TESIS DE INVESTIGACIÓN

2010

**DISEÑO DE PAREDES CON ECOMATERIALES PARA
EDIFICACIONES DE LA COSTA ECUATORIANA.**

DIRECTOR: Arq. Florencio Compte

Leslye Alexandra González Espinosa

“ Nuestra mayor gloria no está en no haber caído nunca,
sino en levantarnos cada vez que caemos. ”

GOLDSMITH, Oliver

DEDICATORIA

Con profunda satisfacción y entusiasmo dedico este logro a la persona que más amo, mi hijo Juan Andrés Medina Gonzalez, fuente de inspiración y dedicación por la vida para alcanzar todos mis propósitos a futuro, a mi mamita Alba y a mi ñañita Jacky que en su momento cuando estaban a mi lado fueron mi apoyo incondicional y ahora desde el cielo, como ángeles celestiales son mi guía espiritual.

LESS....

AGRACEDIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por haberme bendecido permitiéndome culminar una etapa más en mi vida, así mismo, supo guiarme y darme la fuerza suficiente para superar cualquier adversidad que se haya presentado a lo largo del desarrollo de mi Tesis.

Son tantas las personas que han aportado para que se pueda efectuar esta Tesis, que quiero agradecerles de manera infinita por todo el apoyo incondicional que me han brindado desinteresadamente.

Mis más sinceros y cálidos agradecimientos, a una persona muy especial para mí, que me ha apoyado incondicionalmente en muchas situaciones, ha sido un soporte en momentos de angustia y desesperación, pacientemente me ha brindado sus conocimientos en la rama, en la cual voy a obtener tan anhelado título.

A mi familia, a mis primas Ximenita, Yari Chichi, a mis tíos, a mis grandes amigos que siempre están cuando más los necesito, gracias por brindarme su colaboración, cariño y apoyo; a mi súper e incondicional amiga y hermana Vichi, a Marjorie, Paulina, Mildred, Efrain, Alan y todos los que me han dado una mano continuamente.

A la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, de forma muy especial agradezco a la Decana Arq. Rosa Edith Rada, por su colaboración y apoyo en la elaboración de esta Tesis de Investigación, de manera sincera agradezco a mi Director de Tesis el Arq. Florencio Compte, la confianza que depositó en mi y la disposición incondicional que tiene para ayudar.

También doy las gracias al Ing. Marcos tapia por su invaluable colaboración y asesoramiento, para el desarrollo de los ensayos Físico Mecánicos, realizados en el Laboratorio de Mecánica de Sólidos de la ESPOL, así como el apoyo para el desarrollo de la investigación. Al Ing. Víctor Guadalupe por su colaboración en los ensayos ya mencionados.

ÍNDICE

PARTE I

1.	INTRODUCCIÓN	9
2.	ANTECEDENTES	10
2.1	Huellas en la Historia de la vivienda.....	10
2.2	Materiales Predominantes Tradicionales	12
3.	OBJETIVOS	14
3.1.-	Objetivo General.....	14
3.2.-	Objetivos Específicos	14
4.	MARCO TEÓRICO	15
4.1.	La producción de la vivienda social.....	15
4.1.1.	Déficit cuantitativo y cualitativo de la vivienda en el Ecuador y en las 5 provincias de la costa. Como caso específico, la ciudad de Guayaquil.	15
4.1.2.	Derechos y costos de la vivienda en el Ecuador caso específico Guayaquil, Guayas.....	21
4.1.3.	El confort en las viviendas del Ecuador y de la Costa Ecuatoriana.	29
4.2.	ECOMATERIALES.....	38
4.2.1.	De Materiales Tradicionales a Ecomateriales.....	38
4.2.2.	Ecomateriales presentes en América Latina y en Ecuador.	39
5	PROBLEMAS ENCONTRADOS	41
6	ANEXOS	42
7	INTRODUCCION	48
10	METODOLOGÍA	49

11	DESCRIPCIÓN	50
12	INTRODUCCIÓN	52
13	COMPONENTES CONSTRUCTIVOS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN LAS EDIFICACIONES DE LA COSTA ECUATORIANA. 53	
13.1	Introducción.....	53
13.2	Fichas técnicas de sistemas no convencionales.....	54
13.3	FICHAS TÉCNICAS DE SISTEMAS CONVENCIONALES.....	69
14	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	84
14.1	Recuperación de patrimonio intangible.	84
15	ECOMATERIALES.....	85
15.1	Introducción.....	85
15.2	Que es la Guadua Angustifolia Kunt?	86
15.2.1	Productividad de la Guadua Angustifolia Kunt.....	86
15.2.2	Valor ambiental de la Guadua Angustifolia Kunt.....	87
15.2.3	La Guadua Angustifolia Kunt como material para la construcción.....	87
15.3	Ecomateriales a partir de la Guadua Angustifolia Kunt	88
15.4	Usos potenciales.....	92
16	DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ECOMATERIALES. 93	
16.1	PAREDES INTERIORES	94
16.2	PAREDES EXTERIORES	115
17	MEMORIA DESCRIPTIVA DE ENSAYOS FÍSICOS-MECÁNICOS.....	131
17.1	Introducción.....	131
17.2	Memoria Descriptiva de Ensayos Físicos.....	132

17.3	Memoria de ensayos mecánicos.....	150
17.3.1	ESFUERZO DE FLEXIÓN.....	152
17.3.2	ENSAYO DE CORTE.....	159
17.3.3	ESFUERZOS LONGITUDINALES DE ARRANCAMIENTO EN EL ELEMENTO DE SUJECIÓN.....	166
17.3.4	ENSAYOS DE IMPACTO.....	171
17.3.5	ENSAYO DE PANDEO.....	174
17.3.6	ESFUERZO DE COMPRESIÓN.....	177
18	COSTOS EN EL MERCADO DE COMPONENTES COSNSTRUCTIVOS DE ESTUDIO.....	180
18.1	Cuadro descriptivo de esfuerzos: flexión, tracción y humedad; costos de los materiales existentes.....	181
19	CONCLUSIONES GENERALES.....	185
20	ANEXOS.....	189
21	BIBLIOGRAFÍA.....	209

PARTE I

1. INTRODUCCIÓN

Gro Harlem Brundtland, en su informe "Our Common Future" presentado en 1987 a la Organización de las Naciones Unidas, define al Desarrollo Sostenible como: <<...*aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones...*>>¹. Su concepto resume una de las más visibles preocupaciones de la sociedad para fomentar la protección, restauración, conservación de los ecosistemas y recursos naturales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable, sin perjudicar a las futuras generaciones.

En las últimas décadas es notoria la aceleración del deterioro ambiental, debido, entre otras causas, al consumo masivo de elementos no renovables e indispensables para el equilibrio del ecosistema. Lo mencionado ha dado como resultado, fenómenos tales como: el cambio climático y la contaminación ambiental, factores indicadores de alarma global y que exigen un mejor trato hacia la naturaleza.

Es por ello, que surge el interés de los arquitectos, urbanistas y diseñadores en general, por concebir una industria de la construcción que no atente contra el medio ambiente; que use materiales reciclados o propios de cada región; que generen la menor cantidad de residuos posibles y que disminuya el consumo de recursos no renovables, de tal manera que se reduzca el impacto negativo de la industria de la construcción hacia los ecosistemas.XS

A esta acción se la ha denominado construcción sostenible.

El presente documento busca identificar y analizar la necesidad de introducir en el proceso de la arquitectura, componentes constructivos elaborados a base de ecomateriales, tomando como materia prima, materiales vernáculos de la costa, con la

¹ *El Informe Brundtland* es un Informe socio-económico elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora noriega [Gro Harlem Brundtland](#). Originalmente, se llamó *Nuestro Futuro Común (Our Common Future, en inglés)*. En este informe, se utilizó por primera vez el término [desarrollo sostenible](#).

finalidad de producir edificaciones, cuyos materiales en el proceso de su fabricación, no contribuyan al deterioro del medio ambiente y en su uso proporcionen confort a sus habitantes.

Por este motivo, la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UCG, dentro del marco del proyecto “Planta Piloto de Investigación, Producción y Transferencia Tecnológica en uso de Eco materiales Innovadores para la Construcción de Viviendas de Bajo Costo”, financiado por la Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología SENACYT y la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil UCSG, se encuentra promoviendo el estudio de los ecomateriales y su aplicación en la producción social del hábitat.

Por ello, se ha incluido en el desarrollo del proyecto antes mencionado, la ejecución paralela de tesis de grado, a ser realizada por una egresada de la Facultad de Arquitectura, de tal manera que exista transferencia de información y conocimientos interdisciplinarios con el equipo de Investigación.

2. ANTECEDENTES

2.1 Huellas en la Historia de la vivienda.

El hombre primitivo inició su vida cobijado por los elementos que le proporcionaba la naturaleza, al pasar el tiempo encontró e improvisó refugios para su hábitat.

Los refugios estaban de acuerdo a su entorno, es decir a los recursos naturales y al clima. En climas fríos y montañosos sus cobijos eran cuevas y cavernas, mientras que en climas cálidos y húmedos, los árboles, con sus ramas y hojas eran el material adecuado.

<<...La alteración de las condiciones climáticas, la expansión agrícola, la demografía y la aparición de las herramientas en metal modificaron las demandas de cobijo del hombre

primitivo. La respuesta a los materiales, clima y condiciones locales provoca un mundo constructivo increíblemente diverso.... >>²

Los materiales de construcción y sus diferentes formas de usarlos, el caso de Guayaquil se acoplaron a las etapas históricas de desarrollo de la ciudad. La madera, la guadua, las cubiertas de hojas y de tejas de arcilla, fueron los materiales de las primeras edificaciones.

Los materiales estaban a la mano, por lo que obtenerlos y utilizarlos, a más de no tener costo, obedecían a tradiciones ancestrales.

En lo posterior se empleó la madera como estructura portante, dejando para los cimientos la madera de mangle y otras denominadas incorruptibles; la quincha (mezcla de tierra y paja) fue el recubrimiento de las paredes de caña picada.

En el periodo colonial casi todas las edificaciones eran de madera del lugar, entre las más usadas para la estructura están: mangle, guayacán, pechiche, y otras, mientras que, para las paredes a más de la caña, se utilizaba tablas de guachapelí, laurel, amarillo y colorado.

La forma de hacer embarcaciones mediante la carpintería naval, asimilada de los constructores españoles, se adaptó a las construcciones de lo “blanco”, es decir a la carpintería de fabricar casas con la sabiduría de usar cada tipo de madera en su lugar adecuado y de acuerdo a sus requerimientos.

Hasta mediados de 1920, la ciudad se mantuvo con las características antes mencionadas. La llegada del cemento y del acero de construcción, cambió radicalmente las tradicionales formas de construir.

Los nuevos materiales, las nuevas técnicas constructivas y los arquitectos del viejo mundo, desplazaron a los materiales tradicionales, que hasta el presente han

² FERNANDEZ GALINO Luis. *Cobijo. Primera edición. España. 1979.4 pag.*

quedado como auxiliares de la construcción a manera de andamios y para casas de familias de pocos recursos económicos. Este es el caso de la caña.

El pasado se enlazó con el presente y es común hoy, utilizar materiales convencionales, donde el hormigón armado y los perfiles de aluminio, mampostería de ladrillo, bloques de cemento, cubiertas metálicas y de fibrocemento son los comunes denominadores de las edificaciones.

2.2 Materiales Predominantes Tradicionales

Los materiales de construcción, se clasifican en tres grupos, mencionaremos como ejemplos aquellos que predominan en la costa ecuatoriana.

- **Materiales Primarios o Básicos.**- mantienen una equivalencia entre la sustancia que forma el material y el material mismo; no hay cambios de las propiedades intrínsecas del material. Este es el caso del agua, la madera, piedras naturales, arcillas, arena, yeso, granito, mármol, y caña.

Tienen las siguientes características:

- ◆ En la obtención.- Se obtienen directamente de la naturaleza. Con mano de obra propia del lugar y herramientas sencillas
 - ◆ En el procesamiento.- Se realizan transformaciones básicas que suponen cambios en la forma del material pero no en sus propiedades Su grado de contaminación producida tiende a ser cero.
- **Materiales Secundarios.**- Es la combinación de procesos artesanales o semi-industriales a partir de los primarios. Estos presentan cambios físicos y

químicos. Ej. ladrillos, bloques, pinturas, morteros, aglomerados, aluminio, asfalto, fibra de vidrio, aceros, porcelanas, cerámicas, etc.

Tienen las siguientes características:

- ◆ En la obtención.- Requieren de un proceso de fabricación y elaboración variado, de acuerdo al material. Mano de obra capacitada y equipos que demandan energía.
 - ◆ En el procesamiento.- Su fabricación produce cambios en las propiedades físicas y químicas, con altos niveles de contaminación ambiental.
- **Materiales Compuestos.-** Presentan características propias y requieren de procesos más complejos, los integran los primarios y los secundarios. Ej. Hormigón armado, plásticos, zinc, policarbonatos etc.

Tienen las siguientes características:

- ◆ En la obtención.- Requieren de procesos de fabricación compleja; de mano de obra calificada y especializada. De control de calidad y de elevados consumos energéticos.
- ◆ En el procesamiento.- Su fabricación produce cambios en las propiedades físicos-químicos y los equipos son complejos y de elevada producción de contaminantes.

De los materiales predominantes mencionados de la Costa Ecuatoriana, también se pueden indicar los que se establecen como predominantes en la provincia de Guayas: Zinc, hormigón armado, madera, caña, bloques de cemento y ladrillos.

3. OBJETIVOS

3.1.- Objetivo General

Diseñar paredes con ecomateriales aplicados a la arquitectura, en la costa ecuatoriana, reduciendo costos y deterioro ambiental.

3.2.- Objetivos Especificos

- Recuperar la memoria histórica del uso de los materiales convencionales y no convencionales de la construcción en Guayaquil.
- Plantear propuestas de diseño y construcción de componentes constructivos con ecomateriales enfocados a paredes interiores, y exteriores.
- Desarrollar prototipos de componentes constructivos en escala 1:1 a partir de las propuestas de diseño planteadas

4. MARCO TEÓRICO

4.1. La producción de la vivienda social

4.1.1. Déficit cuantitativo y cualitativo de la vivienda en el Ecuador y en las 5 provincias de la costa. Como caso específico, la ciudad de Guayaquil.

En el Ecuador existe un <<...60% de personas que viven en condiciones de pobreza...>>³, la mayor parte se encuentra en zonas rurales y en barrios urbano-marginales donde, aproximadamente 8 de cada 10 personas son pobres.

Evolución de la población urbana y rural censo nacional (1950-2001)

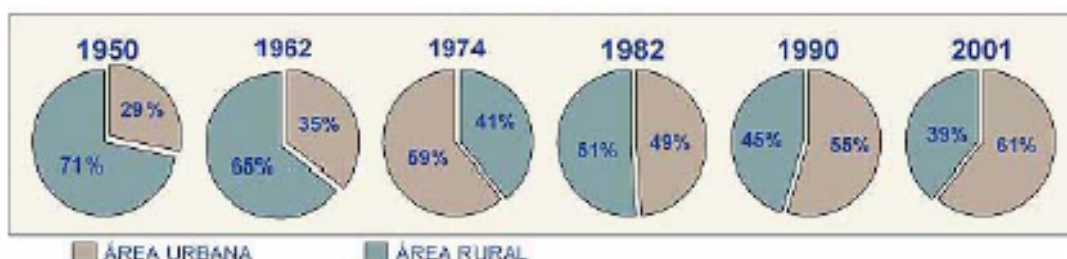


Gráfico 1. Evolución de la población urbana y rural Censo nacional (1950-2001)

Fuente: Hogar de Cristo. *Desarrollo Integral de la Familia y la Comunidad. Vivienda Principios y Valores Trabajo Educación Salud. Ecuador. 4d.*



Gráfico 2. Evolución de la población urbana y rural Censo nacional (1950-2001)

Fuente: Hogar de Cristo. *Desarrollo Integral de la Familia y la Comunidad. Vivienda Principios y Valores Trabajo Educación Salud. Ecuador. 4d.*

3 Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en junio de 2006

En los gráficos anteriores se percibe un crecimiento del 5% entre 1960-1970, y en el 2001 dicho crecimiento luego declina a un 3%.

Esta variación poblacional influye significativamente en las características de la “vivienda deficitaria”.⁴

A continuación, un gráfico del déficit de la vivienda, en donde indica el denominado Déficit Duro (necesidad de cambiar la vivienda) y por Precariedad (necesidad de mejorar la vivienda).

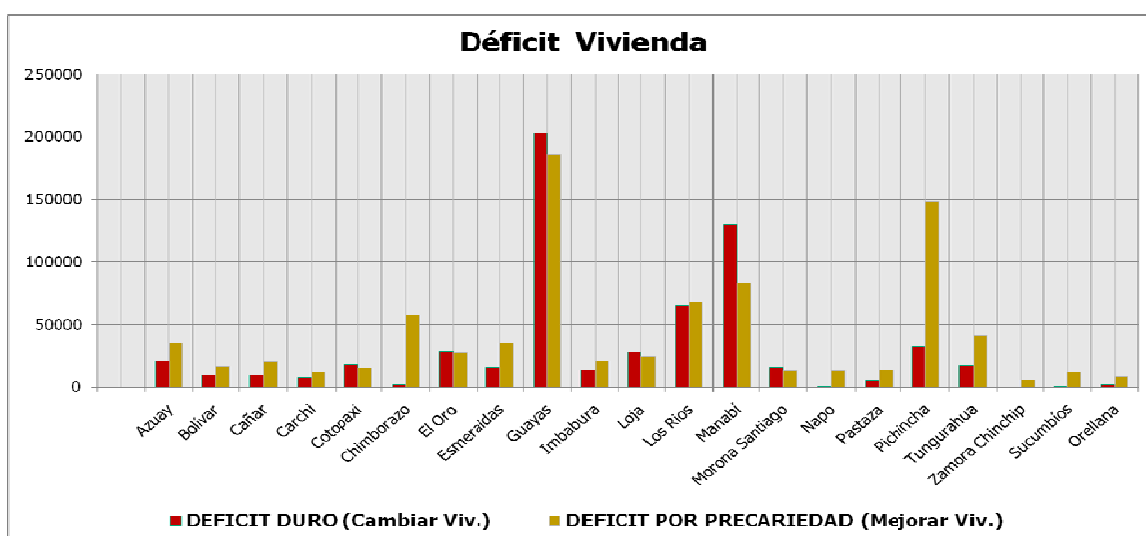


Gráfico 3. Déficit de vivienda.

Fuente: RUIZ POZO Silvana. *La problemática de la vivienda en el Ecuador. Exposición en el curso Nacional Paso a Paso*

En este gráfico se observa que, de acuerdo al número de viviendas, en las provincias del Ecuador existe mayor Déficit Duro en Guayas y Manabí, mientras el déficit por Precariedad se encuentra en Pichincha, por lo que es necesario implementar programas y estrategias habitacionales que reduzcan los déficit existentes señalados.

⁴ **Vivienda deficitaria** Se considera vivienda deficitaria a aquella que por las características constructivas, precarias no puede ser mejorada, o viviendas destruidas por desastres naturales. CARRION Diego, RUIZ Silvana, RUIZ Lucía. *Investigación sobre Vivienda Social*. Pag. 90,91

La Vivienda Deficitaria presenta tres características notorias, estas son:

Vivienda irrecuperable en materialidad, es aquella donde los materiales de construcción de la vivienda no tienen posibilidad de reemplazo o de reparación;

Hacinamiento, se considera cuando se presenta de forma leve (habitan en un cuarto de 3 a 4 personas) y crítica (habitan en un cuarto más de 5 personas), considerando un área de aproximadamente de 25m²;

Servicios básicos, es cuando no hay acceso de agua potable por red pública dentro de la vivienda y no existe servicio higiénico conectado al alcantarillado, además de que no hay eliminación de basura a través de carro recolector.

En Ecuador el déficit habitacional, indicado en el grafico 3, proviene de un método aplicado el mismo que no está estandarizado, sin embargo, algunas instituciones y organizaciones, utilizan varias metodologías mediante las cuales se obtienen diferentes resultados.

En este caso hemos tomado los resultados de la “Encuesta Condiciones de Vida – Quinta Ronda”⁵. >>...*INEC*...<<⁶

⁵ **Encuesta Condiciones de Vida (ECV) – Quinta Ronda**, es una encuesta que recoge información intensiva sobre las principales variables asociadas al bienestar de los hogares. En este sentido la ECV tiende a establecer diseño de muestra lo más pequeño posible, con el fin de focalizar su atención más en la calidad de los datos que en la cantidad de encuestas

⁶ *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*,

A continuación se muestran los valores del déficit habitacional Nacional.

Tabla 1.- Déficit Habitacional Nacional

DEFICIT HABITACIONAL NACIONAL				
AREA	“DEFICIT CUALITATIVO” ⁷	“DEFICIT CUANTATIVO” ⁸	TOTAL	
NACIONAL	2.463.916	799548	3263464	

Tabla1. Déficit Habitacional en el Ecuador
Fuente: elaborado por integrantes de la Tesis de Grado

En la tabla 1 se observa que el 75.5 % del total del déficit habitacional nacional lo conforma el cualitativo y el 24.5% el cuantitativo.

En la siguiente tabla se detallará el déficit Cualitativo nacional, en cuanto al área urbana y rural.

Tabla 2.- Déficit Habitacional Cualitativo Nacional

DEFICIT HABITACIONAL CUALITATIVO NACIONAL				
AREA	HACINAMIENTO	SERVICIOS BASICOS	MATERIALES DE MALA CALIDAD	DEFICIT CUALITATIVO
	VIVIENDA			
NACIONAL	972.827	1.316.561	2.338.651	2.463.916
URBANO	572.372	433.181	1.316.196	1.403.199
RURAL	400.455	883.38	1.022.445	1.060.717

Tabla 2. Déficit Habitacional cualitativo Nacional
Fuente: Resultados de la Escuela de Condiciones de Vida – Quinta Ronda INSTITUTO NACIONAL DE STATÍSTICA Y CENSOS. www.inec.gov.ec

⁷ **Déficit habitacional Cualitativo** El déficit cualitativo implica la necesidad de mejorar las condiciones habitacionales. Se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones: estado de los materiales de construcción; dotación de servicios básicos (agua potable, electricidad, saneamiento) y el espacio en el que habitan las personas. Si en las condiciones mencionadas alguna presenta deficiencia, se la considerará déficit cualitativo.

⁸ **Déficit cuantitativo:** Cuando toda la casa debe ser reemplazada debido a las precarias condiciones se presentan en la estructura física de la casa, y la ausencia total de infraestructura básica. Rada Rosa Edith. IPUR, Instituto de Planificación Urbana y Regional. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. 2008.

Los resultados descritos en la Tabla 2, reflejan que el 71,5% lo constituyen las viviendas con materiales de mala calidad, el 40,4% de viviendas no cuentan con los servicios básicos y el 29,7% de las familias viven en hacinamiento. (Ver anexo 1, Grafico 1-2-3)

En la tabla 3, se muestran los indicadores del déficit cualitativo que se existen en las diferentes regiones del Ecuador, estableciendo las condicionantes citadas anteriormente.

Tabla 3.- Déficit Habitacional Cualitativo Nacional

DEFICIT HABITACIONAL CUALITATIVO REGIONAL				
REGION	HACINAMIENTO	SERVICIOS BASICOS	MATERIALES DE MALA CALIDAD	DEFICIT CUALITATIVO
COSTA	552.189	749.539	1.287.435	1.335.421
SIERRA	372.127	480.643	938.425	1.008.322
AMAZONIA	48.511	86.379	112.791	120.173

Tabla 3. Déficit Habitacional cualitativo Nacional

Fuente: Resultados de la Escuela de Condiciones de Vida – Quinta Ronda INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. www.inec.gov.ec

En la esta tabla se expresa que, en la Costa Ecuatoriana se refleja un 83% de déficit habitacional cualitativo, desglosándose en el 80,0% que constituyen las viviendas con materiales de mala calidad, el 46,6% de viviendas que no cuentan con los servicios básicos y el 34,3% de las familias que viven en hacinamiento. (Ver Anexo 2, gráfico 4)

En lo que respecta al Cantón Guayaquil, según los datos extraídos de un estudio realizado en el año 2006, por el Sociólogo Roberto Sáenz, Jefe de Planificación del INEC, basados en una encuesta en 11000 viviendas.

Los resultados de dicha encuesta exponen que los materiales de construcción determinaron que un 73,6% de estas no tienen deficiencias, el 16,9% tienen deficiencias recuperables y el 9,5% poseen deficiencias irre recuperables.

Con respecto al hacinamiento, el 9,2% se lo considera crítico, mientras el 25,6% tienen un hacinamiento leve, asimismo el 65,2% de los hogares no tienen deficiencias por hacinamiento.

Al considerar la disponibilidad de los servicios básicos como un indicador de calidad de las viviendas, se obtiene que el 52,4% de las viviendas presentan deficiencias recuperables y el 47,6% no tienen deficiencias en cuanto a los servicios básicos disponibles.

En general, se determinó que 2 de cada 3 viviendas del Cantón Guayaquil son consideradas con deficiencias (recuperables y/o irreuperables).

A continuación, una tabla de porcentajes de las viviendas con deficiencias.

Tabla 4.- Viviendas con deficiencias recuperables e irreuperables.

CONDICIÓN DE LA VIVIENDA	MATERIALES	HACINAMIENTO	SERVICIOS	TOTAL
Viviendas sin deficiencias	73,6%	65,2%	47,6%	33,0%
Viviendas con deficiencias recuperables	16,9%	25,6%	52,4%	50,8%
Viviendas con deficiencias irreuperables	9,5%	9,2%	0,0	16,2%

Tabla 4. Viviendas con deficiencias recuperables e irreuperables. Año 2006
Fuente: Resultados del estudio realizado por el Soc. Sáenz. Jefe de Planificación del INEC

Por la tendencia de los resultados obtenidos en los estudios realizados, se identifican proyecciones que aumentan considerablemente el déficit habitacional. Es por lo expuesto que, es de prioridad la toma de medidas que garanticen la solución de los grandes desequilibrios mencionados, en base a políticas habitacionales que integren a diferentes actores de la sociedad civil para que de esta forma se generen fuentes de empleo, se mejore la calidad de vida y el hábitat de las comunidades se desarrolle en una urbanización solidaria a escala humana.

En Ecuador existen ONGs, instituciones, fundaciones, entre otras, que realizan proyectos de vivienda social, los cuales pretenden disminuir sobre todo el déficit habitacional, que por varias condiciones permanecen sin ser mejoradas en la actualidad.

La costa ecuatoriana es la mayor deficitaria en vivienda y es, en esta región en donde menos se implementan planes habitacionales.

Tiempo atrás los gobiernos y varios promotores inmobiliarios, no habían cristalizado efectivos programas habitacionales adecuados para las familias, en especial para aquellos que estaban bajo la línea de la pobreza, a pesar de que en este caso <<...Guayaquil, representa el 40% de la población.....>>⁹

En Guayaquil hay numerosas zonas habitadas por personas de escasos recursos económicos, <<...alrededor del 50% de su territorio está ocupada por asentamientos ilegales.....>>¹⁰ La población de bajos ingresos se ha esmerado y ha conseguido construir una vivienda por su cuenta, aunque no de forma adecuada, sino precaria.

Los Gobiernos locales y centrales son los protagonistas más importantes para dar solución a este problema, mediante políticas de estado e inversión en vivienda, sin ellos será imposible generar planes y proyectos de vivienda social.

4.1.2. Derechos y costos de la vivienda en el Ecuador caso específico Guayaquil, Guayas.

Toda persona tiene derecho a permanecer en el ambiente seguro y confortable de una vivienda, a su vez a agruparse formando un barrio y manteniendo un desarrollo equilibrado y que en su debido momento se convertirá en una porción de la ciudad con todos sus servicios básicos.

⁹ Rada Rosa Edith AUC #24,25, *Vivienda Social y Desarrollo*, 30, 31 pág., año 2008

¹⁰ *Ibidem*

Según la percepción obtenida de la investigación se podría mencionar que en la actualidad ciertas ciudades en el mundo no están suficientemente preparadas para ofrecer condiciones aptas a sus habitantes ya que están limitadas por sus características económicas, políticas, religiosas, culturales y no se han planteado soluciones para enfrentar este hecho.

En el primer Foro Social Mundial 2001(FSM), el cual fue creado para realizar un intercambio de ideas, basadas en experiencias obtenidas en organizaciones, movimientos, foros dirigidas a lograr una ciudad justa y unida, se expresó que el 50% de la población mundial actualmente está viviendo en ciudades y que dentro de cuarenta años la tasa de urbanización mundial llegara al 65%, esto obliga que todo habitante debe cumplir con los compromisos adquiridos para lo que hoy se denomina “un mejor vivir”.

A partir del FSM se originó la Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad, en la cual su principal objetivo es el de mejorar la calidad de vida de acuerdo a la vivienda y barrio en el que se encuentre, hasta llegar a la ciudad urbanizada, para motivar y promocionar el respeto, defensa y realización de los derechos civiles y humanos de la población.

Según el artículo 1 de la Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad, <<...*Todas las personas tienen derecho a la ciudad sin discriminaciones de género, edad, condiciones de salud, ingresos, nacionalidad, etnia, condición migratoria, orientación política, religiosa o sexual, así como a preservar la memoria y la identidad cultural en conformidad con los principios y normas que se establecen en esta Carta;*...>>¹¹.

Sin embargo, éstos principios no son aplicado en su totalidad en el Ecuador, por tal motivo en la Constitución 2008 se crean artículos que benefician el desarrollo de vivienda, ciudad y hábitat.

¹¹ Nueva Constitución del Ecuador 2008.

En la nueva Constitución, el artículo No. 30 expresa <<...Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica...>>¹². El Gobierno actual dice tratar de llevar a cabo lo mencionado, creando programas habitacionales que beneficien al ciudadano cumpliendo con las características expuestas.

Con respecto al artículo 31 <<...Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía;...>>¹³. Es por ello que ha nacido el interés de parte de ciertas instituciones entre ellas la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil que aportan con la investigación de nuevas alternativas económicas referidas a los materiales de construcción que se adapten a su entorno natural y que incluyan los aspectos mencionados en dicho artículo, mejorando la calidad de vida de los habitantes dentro de su barrio y la ciudad.

En el artículo No.375, <<...El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna¹⁴, para lo cual: Generará la información necesaria para el diseño de estrategias y programas que comprendan las relaciones entre vivienda, servicios, espacio y transporte públicos, equipamiento y gestión del suelo urbano;...>>¹⁵.

¹² *Ibídem*

¹³ Nueva Constitución del Ecuador 2008.

¹⁴ Se toma el término “vivienda digna” textualmente de la Nueva Constitución del Ecuador 2008”

¹⁵ Nueva Constitución del Ecuador 2008.

Analizando todos los artículos citados, se encuentra que existen falencias para el desarrollo de la vivienda, entre los cuales se pueden mencionar:

- Difícil acceso a una vivienda confortable.
- Bajos ingresos de la población ecuatoriana.
- Los sectores de menores ingresos han construido sus viviendas mediante el esfuerzo propio de una manera precaria, carente de servicios básicos, lo que ha visto degradada la condición de ser humano.
- Existencia de Informalidad en la ocupación del suelo (acceso no regulado al suelo rural y urbano).

En la actualidad la demanda por vivienda se da por el costo que generan los materiales utilizados para construir.

Se identifican dos tipos de viviendas; populares y de tipo medio alto, de acuerdo a los costos, ingresos, egresos y zonas donde son edificadas.¹⁶

La consecuencia de la elevación de los costos de materiales de construcción, ha contribuido a una paralización progresiva y considerable de la industria de la construcción en el país, trayendo consigo el desempleo de personas que en su mayoría están consideradas como mano de obra no calificada.

Posteriormente se mostraran las especificaciones técnicas generales de viviendas y urbanización, las mismas que serán tomadas para el desglose de los costos de viviendas populares, tipo medio alto y de urbanizaciones populares dentro de Guayaquil.

¹⁶ *Revista de la Cámara de la Construcción Guayaquil. Construcción y Desarrollo. año 2008.*

Especificaciones técnicas más comunes de las viviendas populares en Guayaquil

por m²

Estructuras:	Hormigón Armado, sistema tradicional.
Paredes:	Boques de ARCILLA cara lisa 10x20x40 cm.
Cubierta:	Tipo Eternit
Pisos:	Hormigón Simple Pulido
Puertas:	Exteriores de plywood pintadas con esmalte
Ventanas:	Perfilarías de aluminio, celosías de vidrio claro de 4 mm.
Lavamanos:	Blanco, tipo económico.
Mesón de Lavaplatos:	Enlucidos.
Inst. Sanitarias:	Tuberías PVC pagables.
Inst. Eléctricas:	Sobrepuestas
Paredes Medianeras:	Revocadas
Revestimiento de Paredes:	Con sellante acrílico (Protecol) Estructura Champeada y/o Pintada.

Tabla 5. Desglose de los costos de vivienda por m².¹⁷

DESGLOSE DE COSTOS DE VIVIENDA POPULAR POR m ²									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Trazado y relleno	0.87	3.89	4.08	4.58	4.64	4.92	5.05	5.14	5.5
estructura	13.30	41.75	43.21	50.91	64.84	64.53	67.26	70.00	77.36
Mampostería	35.98	21.96	22.67	25.79	26.87	27.15	31.17	32.12	39.60
instalación eléctrica	3.15	8.47	8.27	9.57	9.81	11.42	11.77	14.37	15.14
instalación de aguas lluvias y aguas servidas	2.48	11.91	13.46	14.95	15.45	15.42	15.97	16.41	17.86
Cubierta	11.48	10.09	9.73	10.65	10.72	10.75	10.83	10.89	11.21
Puertas	5.76	9.19	8.98	9.77	9.87	9.92	10.71	10.89	10.60
piezas sanitarias	4.74	7.14	6.51	7.36	7.44	7.74	7.54	7.64	9.78
Pintura	4.10	2.15	2.14	2.36	2.41	2.61	2.64	2.70	2.89
aluminio y vidrio	1.80	3.94	3.85	4.58	4.63	5.08	5.12	5.18	5.38
TOTAL	83.66	120.49	122.90	140.52	156.68	159.54	168.06	175.34	195.31

Tabla 5. Desglose de los costos de vivienda por m².

Tabla elaborada por el equipo de investigación: Virginia Avellán; Adriana Donoso; Leslye González

¹⁷ Revista de la Cámara de la Construcción Guayaquil. **Construcción y Desarrollo**. año 2000,2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008.

Especificaciones técnicas generales de vivienda tipo medio-alto en Guayaquil por m²

Estructuras:	Hormigón Armado, sismo resistente sistema tradicional.
Paredes:	Boques de ARCILLA diferente espesor enlucidos
Cubierta:	Estructura Metálica, Tipo Eternit
Puertas:	Exteriores macizas, madera de cedro.
Ventanas:	Perfilarías de aluminio, vidrio bronce de 4 mm.
Sanitarios:	Tipo Edesa color de primera.
Inst. Sanitarias:	Tuberías PVC roscable Inst. Agua caliente Baños y lavandería Inst. Lavarropa.
Tumbado:	Planta baja enlucido y champeado, planta alta yeso con suspensión metálica.
Pisos:	Hormigón simple, revestimiento cerámica corriente alfombra en dormitorio.
Inst. Eléctricas:	Tubería PVC conduit, placas y piezas corrientes tipo ticino, instalación de aire acondicionado en dormitorio y área social, instalación para cocina, lavadora y secadora.

Tabla 6. Desglose de costos de vivienda tipo medio alto por m² ¹⁸

DESGLOSE DE COSTOS DE VIVIENDA TIPO MEDIO ALTO POR m ²									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Preliminares	10.19	10.19	10.32	11.30	11.39	12.13	12.29	12.45	13.09
estructura	77.78	77.68	79.91	92.92	111.64	112.30	117.29	123.61	145.20
Albañilería	57.80	57.80	59.24	67.12	69.37	70.04	74.80	76.76	84.20
instalación eléctrica	14.15	14.15	14.11	15.73	16.10	18.73	20.55	24.97	26.68
instalaciones sanitaria	27.48	27.48	21.99	24.14	23.93	24.43	24.76	25.13	27.91
Cerámica	12.03	12.03	15.24	15.93	16.05	16.11	16.61	16.75	17.21
Piso	32.30	32.30	32.94	37.13	37.76	37.77	39.15	39.77	42.23
Carpintería	49.83	49.83	46.71	47.59	47.73	47.88	50.10	50.27	50.34
Cerrajería	6.48	6.48	6.48	6.92	6.94	7.06	7.39	7.40	9.73
Revestimiento	2.83	2.83	2.83	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01
aluminio y vidrio	21.57	21.57	21.09	25.22	25.48	28.09	28.35	28.77	29.77
Pintura	18.65	18.65	24.76	27.11	27.48	20.98	21.94	22.42	24.01
Tumbado	10.50	10.50	10.50	11.14	11.14	11.14	7.60	7.60	7.83
ob. Complementarios	8.18	8.18	8.61	9.93	11.49	11.52	12.05	12.83	15.03
TOTAL	349.77	349.67	354.73	395.19	419.51	421.19	435.89	451.74	496.67

*Tabla 6. Desglose de los costos de vivienda por m².
Tabla elaborada por el equipo de investigación: Virginia Avellán; Adriana Donoso; Leslye González*

¹⁸ *Ibidem*

Especificaciones técnicas de urbanización popular en Guayaquil

Área de terreno urbanizado: 273075 m² , No. Solares: 2096

Movimiento de tierra:	Material pétreo compacto, espesor 1,00 mts. Se asume cantera ubicada aproximadamente a 5km de distancia. Desalojo de capa vegetal espesor prom. 0.40m.
Alcantarillado:	Tubería de PVC hasta 60" de diámetro.
Sist. Distrib. de AA.PP:	Tubería de PVC unión Z
Pavimento:	En calles vehiculares, base triturada de 16ctms. Capa de rodadura de asfalto de 2" de espesor. Caminos peatonales de H.S. de 8 cmts. Espesor, hormigón de 210 kg/cm ² .
Sist. Tratam. de AA.SS:	Se ha considerado evacuación a sistema de la ciudad.
No se considera	costo de Terreno, permisos de construcción, costo de tramitación, proyectos.

Tabla 7. Desglose de costos de urbanización popular m² ¹⁹

DESGLOSE DE COSTOS DE URBANIZACION POPULAR m ²									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
instalación de sistema de agua potable	2.45	2.500	1.98	2.14	2.15	2.10	3.48	3.50	3.94
sistema de alcantarillado pluv.	1.91	1.950	2.46	2.90	3.00	3.08	3.38	3.43	3.88
movimientos de tierra	3.3	3.360	6.06	7.52	7.25	7.44	7.52	7.53	7.93
sistema de alcantarillado sanitario	1.57	1.600	1.60	1.88	1.93	2.05	2.09	2.12	2.4
Pavimento	2.77	2.830	4.53	5.03	5.09	5.11	5.24	5.29	5.59
filtración de anaeróbicos	0.56	0.570	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Tanque de sedimentos	0.41	0.420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
estación de bombeo	0.06	0.060	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Instalación eléctricas	2.19	2.260	2.02	2.38	2.38	2.40	2.44	2.62	2.65
TOTAL	15.22	15.55	18.65	21.85	21.80	22.18	24.15	24.49	26.39

Tabla 7. Desglose de los costos de vivienda por m².

Tabla elaborada por el equipo de investigación: Virginia Avellán; Adriana Donoso; Leslye González

En las tablas 5,6 y 7 se indican el desglose de los últimos nueve años, en donde los costos de vivienda popular, tipo medio alto y urbanización popular han incrementado

¹⁹ *Ibídem*

por m², de acuerdo al rubro establecido para cada uno de ellas. Sin embargo, se observa que en el desglose de urbanización popular en los rubros tanque de sedimento, estación de bombeo, instalaciones eléctricas, el costo ha permanecido estable desde el año 2001 hasta la actualidad.

Los gobiernos presentan a los ciudadanos varios programas habitacionales los cuales se encuentran aptos de acuerdo a los diferentes alcances económicos que el interesado puede llegar a tener al momento de adquisición de una vivienda.

Dentro del Ministerio de Desarrollo Urbano y de Vivienda (MIDUVI) se crean diferentes diseños de viviendas, las mismas que se pueden conseguir mediante un préstamo, o aplicación del “bono de la vivienda”²⁰.

De acuerdo al aspecto económico de los ecuatorianos el “quintil 1”²¹ tiene un ingreso mensual (163,00USD). Aproximadamente el 41% de esta población tiene más egresos que ingresos mensuales, por tal motivo tienen mayor dificultad para adquirir el bono de la vivienda, esto incentiva a que otras instituciones creen alternativas de viviendas a las que puedan acceder este grupo de personas.

De este modo se promueve el desarrollo sostenible de viviendas, que ofrezcan una adecuada calidad de vida a sus habitantes y oportunidades equitativas en armonía con el entorno natural.

²⁰ **Bono a la vivienda:** Es un subsidio único y directo, con carácter no reembolsable que otorga el Estado Ecuatoriano por intermedio del MIDUVI, por una sola vez, mediante un sistema transparente de calificación, destinado a beneficiar a las familias de escasos recursos económicos, para financiar la construcción o mejoramiento de la vivienda. MIDUVI, “POLITICAS HABITACIONALES -SISTEMA DE INCENTIVOS A LA VIVIENDA - 2009”, 9 diap.

²¹ **Quintil 1:** Un quintil representa un quinto o el 20% de una población determinada. El quintil de ingreso, se calcula ordenando la población desde el individuo más pobre al más adinerado para luego dividir por 5 partes.

4.1.3. El confort en las viviendas del Ecuador y de la Costa Ecuatoriana.

Todas las culturas y en todos los tiempos han respondido a la manifestación climática del sitio para lograr una propia arquitectura adaptable a su entorno en función del clima. Se podría asegurar que la Arquitectura bioclimática ha existido desde siempre.

La definición más adecuada de una vivienda: El “espacio perfecto donde el ser humano interactúe y desarrolle sus actividades diarias, en la que se disponga de privacidad, seguridad de tenencia, estructural y estabilidad, dotada de los servicios básicos.”

El confort es uno de los aspectos más necesarios para la creación de ambientes humanos saludables, los mismos que están referidos a aspectos térmicos, de humedad, ventilación, e iluminación, ruido, de acuerdo a su ubicación, en cada piso climático. Es decir, que las viviendas en la costa no podrían tener las mismas características que las viviendas de la sierra debido al clima.

El clima en el Ecuador

El Ecuador geográficamente está situado en la zona ecuatorial, en donde el clima es variado debido a los relieves y a la influencia de la corriente fría de Humboldt en verano y a la cálida de El Niño en invierno.

La región de la Costa es calurosa y húmeda, con una temperatura cuyo promedio anual es de 26 °C; En la ciudad de Quito, a 2.850 metros de altitud, la temperatura anual alcanza un promedio de 12,8 °C.

La región Amazónica es más cálida y húmeda que la Costa, con una temperatura que alcanza fácilmente los 37,8 °C y unas precipitaciones de 2.030 mm de promedio anual. Galápagos ofrece un clima templado con temperaturas entre 22 y 32 °C.²²

²² Instituto Oceanográfico de la Armada -INOCAR

El caso de Guayaquil

La ciudad de Guayaquil se halla situada en la <<...latitud 2 grados 11 minutos Sur y Longitud 79 grados 53 minutos Oeste. A una altura media de 5 metros sobre el nivel del mar,...>>²³ en consecuencia está ubicada dentro de la franja climática de Calmas Ecuatoriales, presentando dos periodos climáticos bien diferenciados, Uno lluvioso y húmedo, con calor típico del trópico, que se extiende desde Diciembre hasta Abril conocido como invierno, con una precipitación anual del 80% del total de las lluvias y el otro seco un poco más fresco conocido como verano que corresponde desde Mayo a Diciembre, con una precipitación del 20% conocido como invierno.²⁴

Una vez conocidos los parámetros del clima en la Ciudad de Guayaquil, se analizara el confort de la vivienda, según los materiales empleados en los diferentes componentes constructivos.

Para ello se ha tomado como referencia un estudio realizado en el Programa Habitacionales del Litoral, que se considera como uno de los más importantes que se han ejecutado.

²³ MURILLO ROUNTRE Gabriel Tesis de Maestría de Confort Climático en la Arquitectura de la Ciudad de Guayaquil.

²⁴ Ibidem.

Para el efecto veremos en la siguiente tabla los materiales más utilizados en algunos programas habitacionales.

Tabla 8. Materiales Utilizados en los Programa Habitacionales del Litoral.²⁵

		CASOS					
		FUNDACION MARIANA DE JESUS - DURAN (Duran)	PROYECTO DE REASENTAMIENTO "SANTA FE 200" (Chone)	VIVIENDA RURAL NUEVA "PAJONAL 5"	CJTO, VILLA ESPAÑA "MUCHO LOTE" (Guayaquil)	COMITÉ "EL BAJO" (Samborondon)	
MATERIALE DE CONSTRUCCION EMPLEADOS	<u>CIMENTACION</u>	Losa de Hormigón con malla electro soldada (15)	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	
	<u>ESTRUCTURA</u>	Perfiles de laminas galvanizadas	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado	
	<u>PAREDES</u>	Módulos Prefabricados de Hormigón	Bloques de Hormigón, caña	Bloques de Arcilla	Bloques de Hormigón	Bloques de Hormigón	
	<u>PISO</u>	Hormigón	Madera Semidura	Hormigón	Hormigón, Baldosa de granito	Hormigón	
	<u>CUBIERTAS</u>	Hormigón	Hormigón	Galvalum	Fibro cemento	Galvalum	
	<u>TUMBADO FALSO</u>	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	
	<u>VENTANAS</u>	Perfiles Metálicos, Vidrio	Madera	Madera	Madera, vidrio	Madera	
	<u>REVESTIMIENTO EXTERIOR</u>	No tiene	No tiene	No tiene	Enlucido con Mortero y Pintado	Enlucido con Mortero	
	<u>REVESTIMIENTO INTERIOR</u>	No tiene	No tiene	No tiene	Enlucido con Mortero y Pintado	No tiene	

Tabla 8. *Materiales Utilizados en los Programa Habitacionales del Litoral.*

Tomado de la Investigación "Programas Habitacionales de Interés Social". Instituto de Planificación Urbana y Regional IPUR (no publicado)

²⁵ Investigación "Programas Habitacionales de Interés Social". Instituto de Planificación Urbana y Regional IPUR (no publicado)

Revisando la tabla 8 de los proyectos más relevantes, se observa que estas viviendas básicamente son construidas con materiales tradicionales, debido a que son programas de bajo presupuesto y no contemplan en sus diseños criterios de confort climático en su mayoría.

En el caso de la Fundación Mariana de Jesús, el diseño climático presenta varias falencias por el tipo de material que se ha empleado en las paredes que son módulos de paneles prefabricados de hormigón de 1¼ de pulgada de espesor.

Lo expuesto, hace que la vivienda posea un nivel reducidos de confort térmico (para la costa) y acústico debido a la separación de 12cm de casa a casa y al espesor de paneles, por lo tanto el ruido se transmite fácilmente y el calor solar de igual manera

La poca separación entre piso-techo y la falta de ventilación cruzada, impiden la evacuación del aire caliente convirtiendo a la vivienda en un lugar poco confortable para desarrollar actividades en su interior. La falta de “tumbado” o cielo raso provoca a que el aislamiento térmico sea casi nulo.

Con la finalidad de mejorar en algo los aspectos de confort, se implementaron aleros de mayor longitud, lo cual ayuda o disminuye los efectos, pero no elimina el problema de la temperatura interior del aire.

En el de caso del Conjunto Habitacional *Villa España*, en Guayaquil el interior de sus viviendas no brinda el confort a sus usuarios debido a la orientación Norte- Sur de las edificaciones con respecto al sol, de tal forma que el lado más largo de la vivienda se ve afectada por la luz solar directa además que los materiales empleados no son los más idóneos para el clima de la costa.

En el caso de las viviendas del asentamiento Santa FE 2000, en Chone, Provincia de Manabí las paredes de las fachadas frontal y posterior fueron hechas de caña picada que tienen incidencia solar directa pero ello ha sido controlado a medias con aleros.

En las paredes laterales se utilizó bloques de cemento, pese a que <<...no existe un estudio del comportamiento de los mismos en referencia al clima (sol, vientos, humedad) ya que su utilización es por cuestión de costos...>>.²⁶

En las viviendas del Recinto Pajonal 5, en Samborondon, la ventilación es deficiente en el diseño debido a la ausencia de las ventanas, por otro lado los aleros no cumplen con la función de aislamiento solar, debido a su reducida longitud.

El material empleado en paredes son bloques de arcilla, cuyo grado de conductividad térmica de estos materiales son muy elevados para el clima local si no se los utiliza adecuadamente.

Las viviendas de Pajonal 5, tienen cubierta de zinc, lo que afecta a los usuarios en el confort acústico y térmico, debido a efectos que producen la lluvia y vectores nocturnos (ruido de animales) y altos índices de conductividad térmica.

A continuación, una tabla con los materiales empleados en las viviendas de los programas habitacionales mencionados y la características de conductividad térmica que estos presentan.

²⁶ Ibidem

Tabla 9. Conductividad Térmica de los Materiales Utilizados en los Programa Habitacionales del Litoral.²⁷

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD K W/m°C
Hormigón Armado solido	1,5
Mampostería Ladrillo	1
Mampostería Bloque de Cemento	1,38
Enlucido de Cemento	0,93
Madera Contrachapada	0,14
Madera Semidura	0,16
Lamina de Vidrio	1,05
Bloques de Arcilla	0.56-0.92
ladrillos Industriales	0.95
Vidrio	0.500 a 1.000

Tabla 9. MORÁN UBIDIA Jorge. Características físicas de materiales de construcción y análisis de técnicas constructivas y elementos arquitectónicos de la costa ecuatoriana.

En esta tabla se demuestra que el hormigón armado solido es el mayor conductor de calor con 1.5W/m°C. Y el material de menor conductividad es la madera contrachapada con 0.16 W/m°C. Por consiguiente es necesario utilizar adecuadamente los materiales según el clima, generando así ambientes confortables.

Por ello es necesario investigar e implementar el diseño de materiales con baja conductividad térmica que aportarán a mejorar la calidad de vida.

La siguiente tabla muestra los materiales predominantes de las viviendas en Guayaquil.

²⁷ MORÁN UBIDIA Jorge. *Características físicas de materiales de construcción y análisis de técnicas constructivas y elementos arquitectónicos de la costa ecuatoriana.*

Tabla 10. Resumen de los Materiales Predominantes de la vivienda en Guayaquil

PARED	PISO	CUBIERTA	# DE VIVIENDAS
Hormigón, Ladrillo O Bloque	Ladrillo o Cemento	Zinc	147.301
Madera	Entablado o Parquet	Zinc	11.551
Pared De Caña Revestida O Bahareque	Entablado o Parquet	Zinc	16.174

Tabla 10. Elaborada por el equipo de investigación: Virgina Avellán; Adriana Donoso; Leslye González.

De acuerdo a la tabla 10, se observa que el material predominante en cubiertas de viviendas ocupadas en Guayaquil es el zinc. (Ver anexo 6, gráficos 8,9 y 10) Este se presenta a menudo en viviendas donde las paredes son de hormigón, ladrillo, bloque, madera, caña revestida o bahareque, tanto en el área urbana como en el área rural.

4.1.3.1 Calidad de los materiales en las construcciones.

Normalmente, al referirnos a la calidad de un material, se considera que, si éste es caro entonces es de buena calidad, cuando en realidad los parámetros que deben orientar tal concepto deben referirse además de su resistencia y aspecto estético a sus propiedades de absorción de humedad, ser buenos o malos conductores de calor o de ruido, peso y otros factores que son los que más afectan o favorecen la calidad de vida al interior de una vivienda..

Otro criterio para definir la calidad de un material es el conocimiento de su proceso de fabricación, para saber si en dicha actividad se minimiza el uso de los recursos industriales, si su mayor componente es proveniente de recursos renovables, si no contribuye a la contaminación ambiental y su el consumo de energía es mínimo para evitar o disminuir las emisiones de CO₂ al espacio.

4.1.3.2 Afectaciones a la salud por falta de confort térmico, en la costa.

El exceso de calor y humedad de los ambientes interiores de una vivienda son causantes de enfermedades y sobre todo sensaciones de malestar.

Las condiciones expresadas resultan favorables para que se desarrollen bacterias debido a los altos niveles de humedad o falta de ventilación, generando patologías causantes de enfermedades.

Según un estudio de la Agencia de Protección Ambiental Americana (EPA), Expertos en calidad ambiental interior hallaron factores nocivos para la salud: el uso poco adecuado del acondicionador de aire, los ácaros, la escasa iluminación natural o contaminación acústica son algunos ejemplos que provocan desde problemas respiratorios hasta dermatitis, depresiones e insomnio.

De forma periódica aparecen nuevas tecnologías y con ellas materiales de construcción, aparentemente inofensivos, pero que en el transcurso de su utilización ocasionan problemas de salud a personas, animales y medio ambiente.

Íñigo Ortiz, experto en bioconstrucción señala que, <<... la salud de una casa se mide por el grado de confort que aporta desde lo sensorial y extrasensorial. A través de los sentidos evaluamos la temperatura, la humedad, los ruidos, los malos olores o la ergonomía del mobiliario...>>²⁸ La iluminación inadecuada puede provocar cefaleas, problemas de concentración y hasta trastornos depresivos. Al referirnos a los colores empleados dentro de una vivienda, se expresa que influye en la temperatura corporal y en el estado anímico de la persona.

Lo anterior ha provocado que se denomine “síndrome del edificio enfermo” a las edificaciones que inducen patologías a los usuarios de los mismos, donde los materiales e instalaciones son causante de aquellos.

²⁸ <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/el-confort-enferma-nuestras-casas-205752-205752.html>

Por lo expuesto se considera que ciertas materias primas y materiales para la construcción, son perjudiciales para la salud, mencionando los siguientes:

El Zinc, Considerado no tóxico, pero si alguno de sus componentes como el óxido y el sulfuro, en los 40 se observó que en la superficie de acero galvanizado se forman con el tiempo bigotes de zinc. Que puede liberarse al ambiente provocando cortocircuitos, los mismos que, luego de un periodo de incubación dura días o años. Afecta al orden fisiológico si es inhalado, las altas cantidades de aluminio en polvo pueden desarrollar problemas respiratorios tales como tos o alteraciones que se visualizan en radiografías del tórax.

El Aluminio, Cualquier cosa hecha de aluminio puede ser reciclada. La exposición a cantidades altas puede afectar la salud. Los trabajadores que inhalan cantidades altas de aluminio en polvo pueden desarrollar problemas respiratorios. Algunos trabajadores que respiran polvo o vapor de aluminio no se desempeñan bien en algunas pruebas que miden funciones del sistema nervioso.

El Acero, Todas las industrias provocan un fuerte impacto ambiental que se manifiestan por las alteraciones en los ecosistemas; en la generación y propagación de enfermedades en los seres vivos, contaminación de playas, muerte masiva y, en casos extremos, la desaparición de especies animales y vegetales; la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños, irreversibles o no, en el medio inicial.

Con todos los efectos contaminantes que se dan por la elaboración del acero se propaga entre uno de los casos el adelgazamiento de la capa de ozono produciendo un exceso de radiación ultravioleta, que puede producir cáncer de piel y cataratas, reducir la respuesta del sistema inmunológico.

La Madera, provoca la deforestación que afecta a la capacidad de la Tierra para limpiar la atmósfera, los árboles sirven de pulmón al planeta al convertir el anhídrido carbónico en oxígeno y filtrar los contaminantes.

El Fibrocemento, más radiaciones que indirectamente inciden a las personas. Además es una fibra cancerígena, actualmente en proceso de cambio.

El Hormigón, su proceso de fabricación ocasiona la destrucción de la capa de ozono por medio del residuo, polvo y humo, así como enfermedades pulmonarias a largo tiempo.

Es notable que la utilización de los materiales de construcción en los primeros períodos de la historia tenían reducido impacto ambiental en comparación con los que se utilizan en la actualidad, por tal motivo se hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas de construcción que usen materiales ecológicos que contribuyan no solamente a disminuir costos, sino, a contrarrestar el impacto ambiental.

4.2. ECOMATERIALES

4.2.1. De Materiales Tradicionales a Ecomateriales.

Para que un material de construcción tradicional sea considerado como Ecomaterial se debe cumplir las siguientes condiciones:

- Se utilicen recursos y materia prima local
- Tengan un bajo consumo de energía en su transformación y uso
- Que no sean contaminante
- Que tengan facilidad de mantenimiento
- De bajo costo
- Que sea de baja conductividad e inercia térmica.
- Tengan bajos costos de inversión
- Permitan un control básico para garantizar la calidad de lo producido
- Tengan baja capacidad de generar ruidos y desechos

- No produzcan daño o enfermedades profesionales a la fuerza de trabajo en sus procesos de producción o uso
- Facilitar la producción, ya sea esta artesanal o industrial.

Entre los materiales predominantes tradicionales de la costa ecuatoriana, que además cumplen con las condiciones establecidas de ecomaterial, se puede mencionar al cielo raso de caña y yeso que es fabricado de manera artesanal. Para su elaboración, se toma como materia prima la mezcla de yeso (95%) y cemento puzolánico o portland (5%) sobre un molde de madera o aluminio reciclado y fondo de vidrio labrado o liso (0.60m x 1.22m) en el que se vierte la mezcla y se enmarca con latillas de caña guadua reciclada y a su vez entorchada con las fibras de agave para garantizar su consistencia. Posteriormente es puesto al sol para su secado y blanqueado.

4.2.2. Ecomateriales presentes en América Latina y en Ecuador.

En ciertos países de América Latina como Colombia, Cuba, Nicaragua y Ecuador se han desarrollado proyectos de ecomateriales que se utilizan en construcciones de interés social.

Existe una organización denominada Red EcoSur, de origen Suizo, que dio iniciativa al término "ecomateriales" para denominar a los materiales concebidos de manera viables tanto en lo económico como en lo ecológico.

La red promueve el uso de tecnologías tradicionales utilizando materiales locales, pero también nuevas interpretaciones y desarrollos de aquellas.

La promoción, uso y costumbre de usar productos industriales, margina muchas soluciones populares.

En lo que respecta al uso de *ecomateriales* en Ecuador, podemos mencionar que actualmente en Riobamba, la Organización de *Ecosur*, investiga, desarrolla, promueve y

comercializa una serie de productos y equipos para la implementación de ecomateriales.

En 1991 se realizó el Primer Seminario Latinoamericano de TMC, en República Dominicana, (Tejas de Microcemento) conformado por delegados de 11 países que integrados en una red, decidieron compartir información, contactos, elaboración de controles de calidad y normas, investigaciones aplicadas, educación y mercadeo así como el desarrollo de equipos al alcance de países latinoamericanos.

En el año 1996 la Red creció y cambió el nombre a ECOSUR, para reflejar el campo de su acción concebida como una red del “hábitat ecológico y económico”.

En Ecuador, dicha Red se dedica a la elaboración y promoción de varios ecomateriales, entre ellos podemos citar la puzolana como materia prima y su producto: cemento puzolánico, material denominado CP-40 y producido a partir de la mezcla y molienda hasta reducir a fino polvo, una mezcla de Hidróxido de Cal y Puzolana, con una proporción promedio de 70% de puzolana y 30% de cal y que combinado con pequeñas cantidades de cemento Portland, es usado para revoques, asentado de baldosas, bloques, cerámica, etc.

Otro producto de mencionar, son las denominadas “tejas de micro cemento”, que en su fabricación requiere de arena, cemento y agua dosificada y de pequeños equipos vibratorios, moldes y mano de obra no especializada.

Es de anotar que tanto las tejas de micro cemento y las planchas de yeso, no solamente son usadas por la población marginal, sino en edificaciones de familias de medianos y altos ingresos.

5 PROBLEMAS ENCONTRADOS

Una vez analizados los puntos mencionados se puede identificar que en el Ecuador, especialmente en la Costa, existen problemas habitacionales que afectan a la calidad de vida de los ciudadanos. Dentro de estos se citan los siguientes:

- Los programas de vivienda social existentes se centran en costos de materiales, disminución de espacios y no apuntan al mejoramiento de la calidad de vida.
- Estos programas no son sostenibles porque no están dirigidos para la población de Quintil 1 (población no sujeta a crédito).
- Los materiales usados en la promoción de vivienda social no satisfacen el confort del usuario.
- Los materiales no son usados de manera sostenible, perjudican al medio ambiente, consumiendo recursos no renovables y la salida de divisas.
- El diseño de vivienda no corresponde al clima donde están ubicados.

6 ANEXOS

ANEXO 1

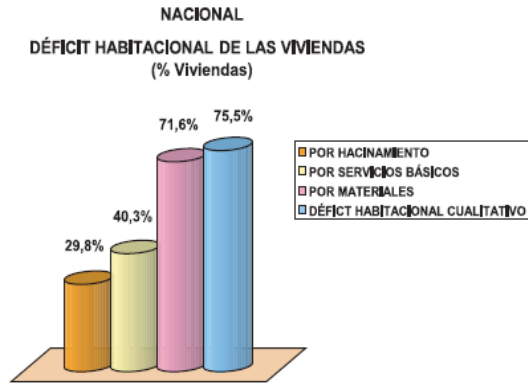


Grafico 1. Deficit habitacional culatitativo nacional

Fuente: Resultados de la Encuesta de Condiciones de vida – Qunta INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS

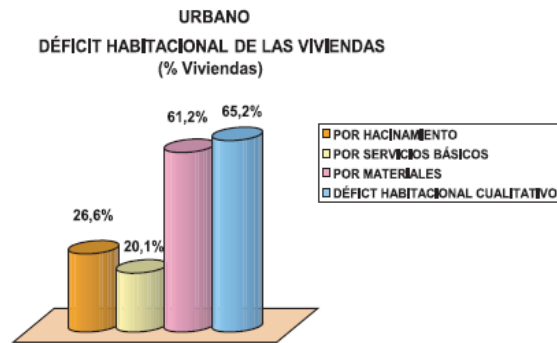


Grafico 2. Deficit habitacional culatitativo nacional

Fuente: Resultados de la Encuesta de Condiciones de vida – Qunta INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS www.inec.gov.ec

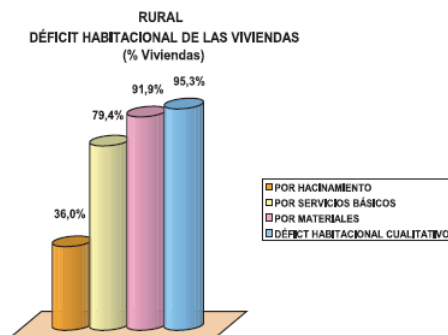


Grafico 3. Deficit habitacional culatitativo nacional

Fuente: Resultados de la Encuesta de Condiciones de vida – Qunta INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS

ANEXO 2

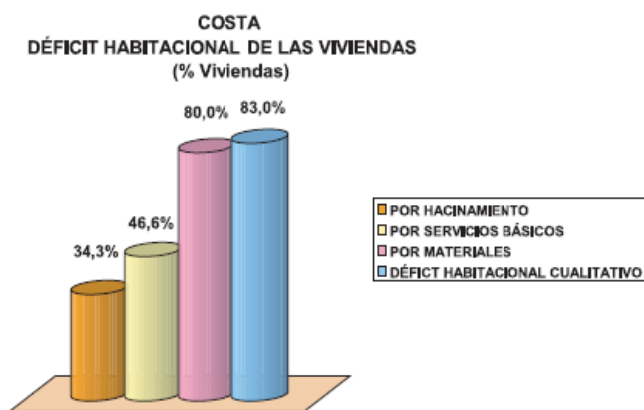


Grafico 4. Deficit habitacional culatitativo nacional

Fuente: Resultados de la Encuesta de Condiciones de vida – Quinta INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS

ANEXO 3

Cuadro de variación de precios de materiales dentro del periodo 2000-2008 de las viviendas populares.

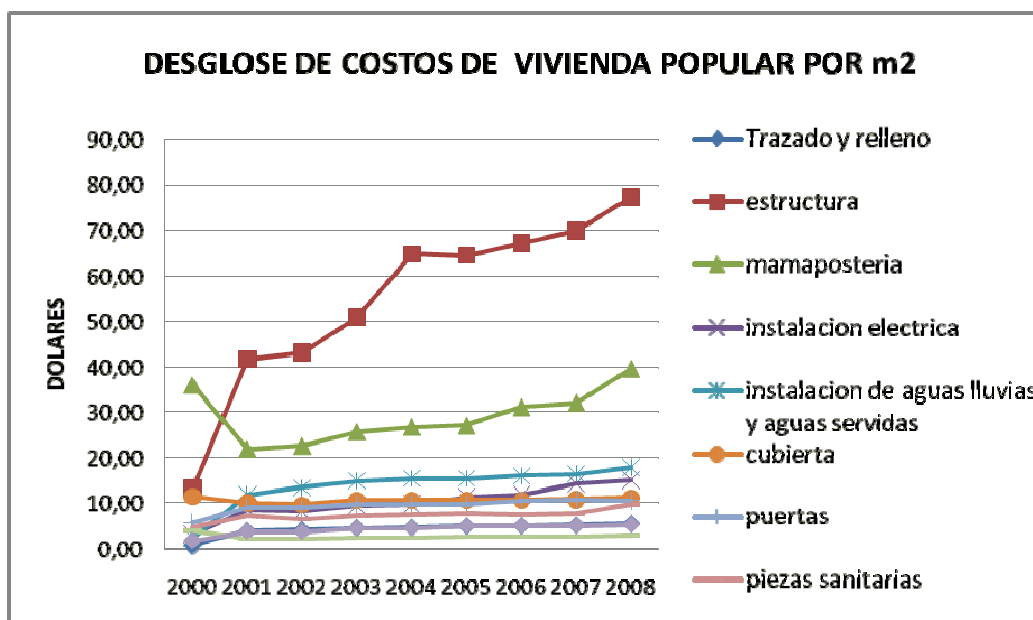


Grafico 5. Deficit habitacional culatitativo nacional

Fuente: Elaborado por el equipo de investigación: Virgina Avellán; Adriana Donoso; Leslye González

ANEXO 4

Cuadro de variación de precios de materiales en urbanizaciones las viviendas populares por m2.

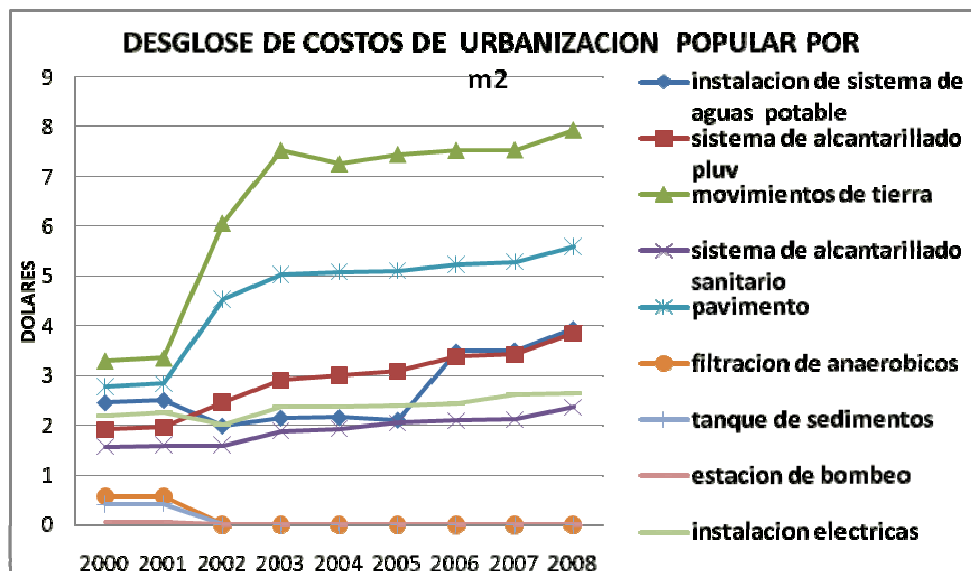


Grafico 6. Deficit habitacional culatitativo nacional

Fuente: Elaborado por el equipo de investigación: Virginia Avellán; Adriana Donoso; Leslye González

ANEXO 5

Cuadro de variación de precios de materiales dentro del periodo 2000-2008 de las viviendas tipo medio alto.

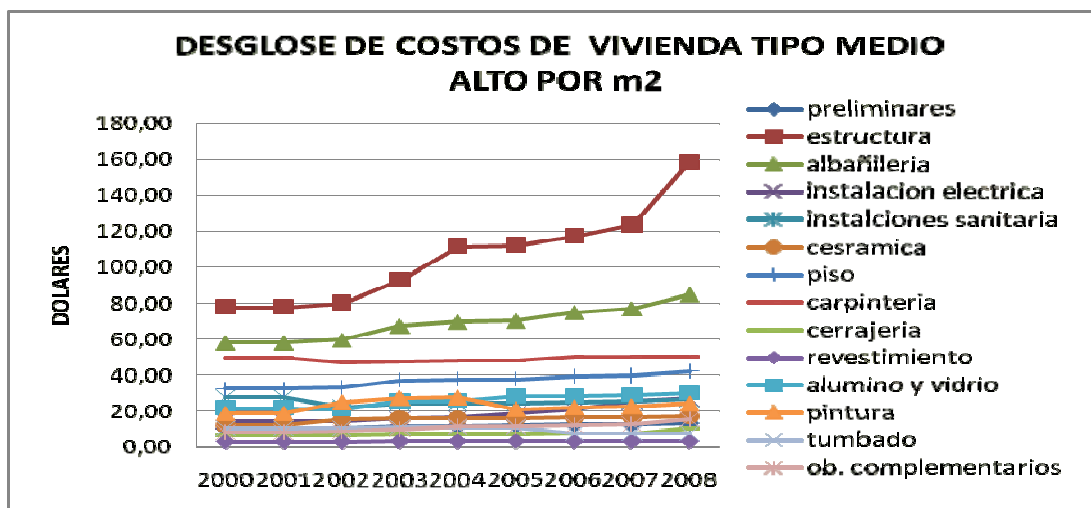


Grafico 7. Deficit habitacional culatitativo nacional

Fuente: Elaborado por el equipo de investigación: Virginia Avellán; Adriana Donoso; Leslye González

ANEXO 6

Grafico de materiales de construcción predominantes del Guayas

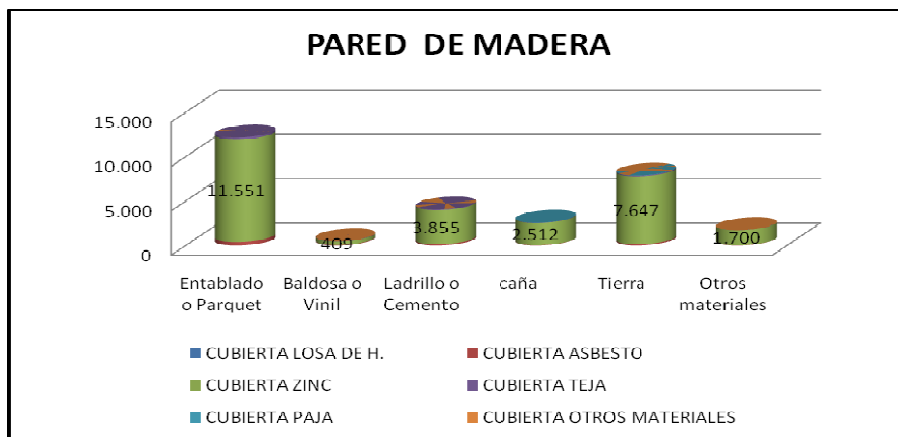


Grafico 8. Deficit habitacional culatitativo nacional
Fuente: Elaborado por el equipo de investigación: Virginia Avellán; Adriana Donoso; Leslye González

Grafico de materiales de construcción predominantes del Guayas

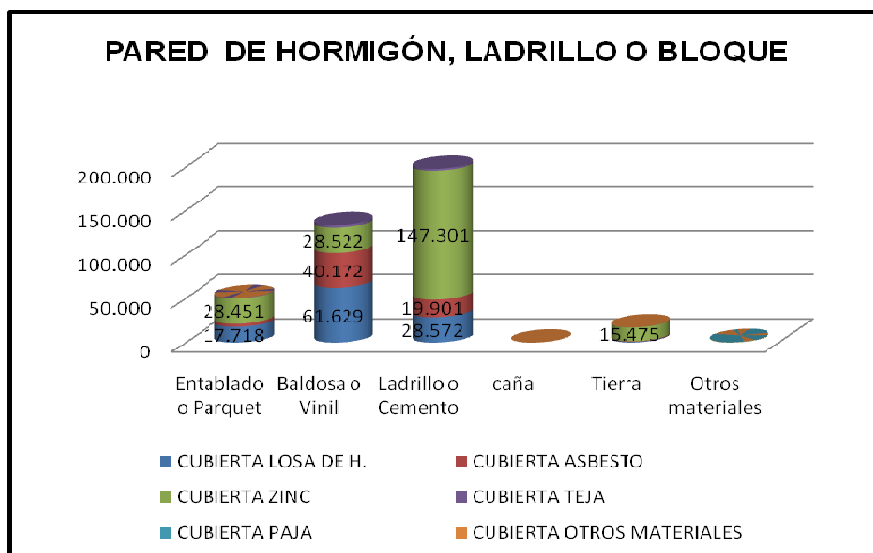


Grafico 9. Deficit habitacional culatitativo nacional
Fuente: Elaborado por el equipo de investigación: Virginia Avellán; Adriana Donoso; Leslye González

Grafico de materiales de construcción predominantes del Guayas

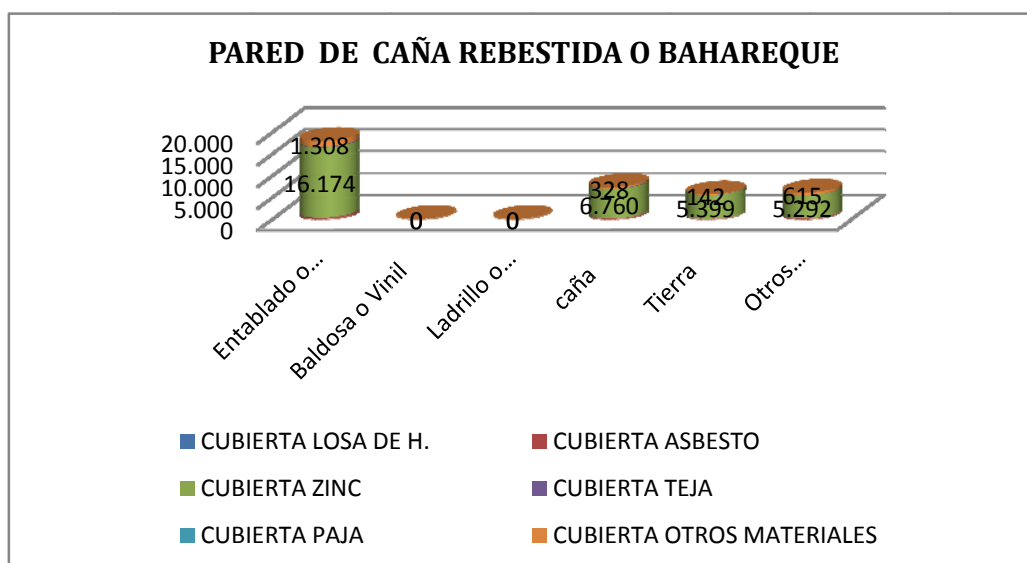


Grafico 10. Deficit habitacional culatitativo nacional
Fuente: Elaborado por el equipo de investigación: Virginia Avellán; Adriana Donoso;
 Leslye González

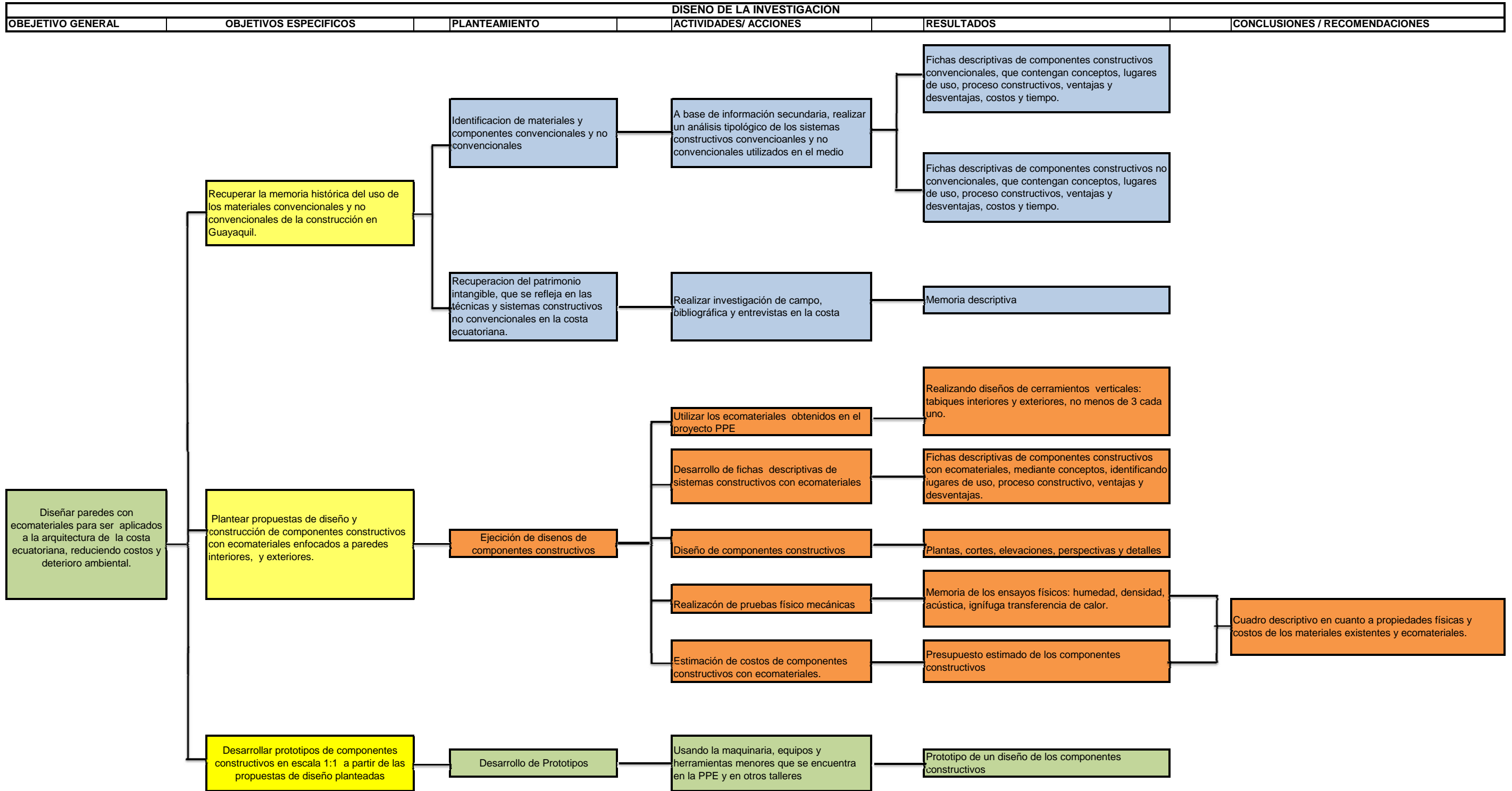
PARTE II

7 INTRODUCCION

Con este documento se busca plantear el procedimiento para desarrollar el diseño experimental de componentes constructivos, como las paredes, con ecomateriales, a partir de la búsqueda, recopilación y análisis de sistemas constructivos convencionales y no convencionales, encontrados a lo largo del desarrollo de la civilización contemporánea, no obstante se han planteado ciertos problemas que tienen que ver directamente con el hombre y su entorno motivo por el cual se debe obtener un correcto aprovechamiento de los materiales para establecer características de diseño que permitan obtener materiales alternativos de construcción de bajo impacto ambiental, menor costo y con materia prima renovable. Es por ello, que se ha propuesto diseñar componentes constructivos como paredes con ecomateriales aplicados en la arquitectura, de la costa ecuatoriana.

De tal manera que a partir de esta propuesta se debe plantear detalladamente la metodología de desarrollo del diseño experimental, describiendo cada uno de los puntos expuestos a continuación.

10. METODOLOGIA



11 DESCRIPCIÓN

La metodología que se planteará para esta fase investigativa, tiene como objetivo principal diseñar componentes constructivos como paredes con ecomateriales para edificaciones en la costa Ecuatoriana enfocándose en la vivienda tanto urbana como rural; de manera que es fundamental recuperar la memoria histórica del uso de materiales convencionales y no convencionales que han sido empleados desde la época primitiva hasta la actualidad.

Es por esto, que se realizarán fichas descriptivas en las que se van analizar los materiales usados en el medio que nos permitirán identificar los componentes constructivos convencionales y no convencionales existentes, llevándose a cabo mediante investigación bibliografía, de campo y entrevistas, que además permitirán la recuperación del patrimonio intangible de las técnicas constructivas convencionales.

Una vez identificado los sistemas constructivos existentes se plantearán no menos de 3 propuestas de cada uno de los diseños a partir de los ecomateriales obtenidos en el proyecto PPE enfocándose, tabiques interiores y exteriores, determinándose mediante fichas descriptivas. Al mismo tiempo es necesario obtener resultados de costos estimados y de ensayos físicos mecánicos para demostrar la optimización de dichos componentes.

A partir de las propuestas de diseños planteadas se desarrollará un prototipo, además se realizaran simulaciones para comprobar los diferentes resultados de los esfuerzos aplicados.

PARTE III

12 INTRODUCCIÓN

Finalizadas la Fase de Investigación (FASE I), en la que hubo recopilación, organización y segregación sistemática de la información obtenida, y la Fase de Diseño de Investigación (FASE II), en la que se planteo un procedimiento para desarrollar el diseño experimental de componentes constructivos con Ecomateriales, se procede a realizar la Fase de Diseño Experimental (FASE III) que comprende diseños, detalles y prototipos de los componentes constructivo, como son las paredes, a partir de ecomateriales para viviendas de la costa Ecuatoriana.

En la Fase III mencionada, se realizan fichas descriptivas de materiales no convencionales y convencionales en las que se analizan los materiales usados en el medio, y anexa memoria descriptiva del patrimonio intangible de la costa Ecuatoriana. Luego de identificar los sistemas constructivos existentes se lleva a cabo diseños de paredes interiores y exteriores, mediante fichas descriptivas y planos correspondientes.

Con los diseños realizados y con el apoyo de resultados de ensayos físicos y mecánicos, se efectúan prototipos de los componentes constructivos antes mencionados y un estimado de sus costos.

13 COMPONENTES CONSTRUCTIVOS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN LAS EDIFICACIONES DE LA COSTA ECUATORIANA.

13.1 Introducción

En el litoral de la costa ecuatoriana existen diversas técnicas de construcción para viviendas, las mismas que son reflejo de los materiales empleados, de la mano de obra disponible, de la capacidad económica de los grupos sociales involucrados, de costumbres y tradiciones.

Los materiales de construcción y las diferentes formas de usarlos se acoplan a las etapas históricas del desarrollo del país y por lo tanto de nuevos materiales y sistemas constructivos, lo que se observa en las diferentes construcciones.

Dentro de los componentes constructivos se encuentran los denominados “no convencionales”, que se definen como componentes conformados por materia prima proporcionada por la naturaleza y usados sin mayor transformación, consumo de energía, y cuya tradición de uso es heredado de nuestros ancestros.

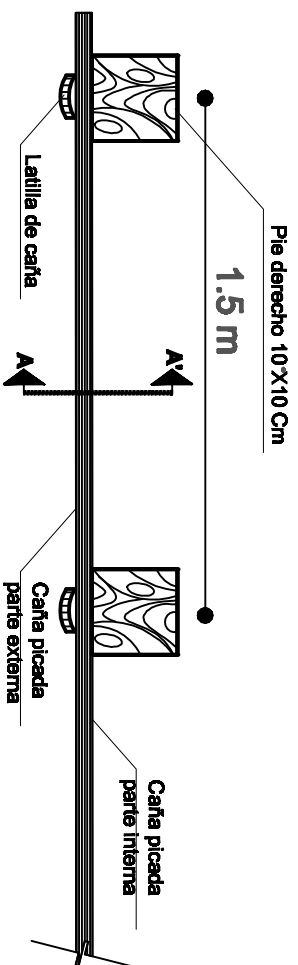
Mientras que los materiales “convencionales” son comunes denominadores de las edificaciones, construidas con productos de procesos semi-industriales, industriales e importados.

Con este antecedente se exponen diferentes componentes constructivos no convencionales y convencionales, existentes y más utilizados en el país; la exposición será expresada mediante fichas, en las que se detallan los usos, procesos constructivos, ventajas y desventajas de los mismos.

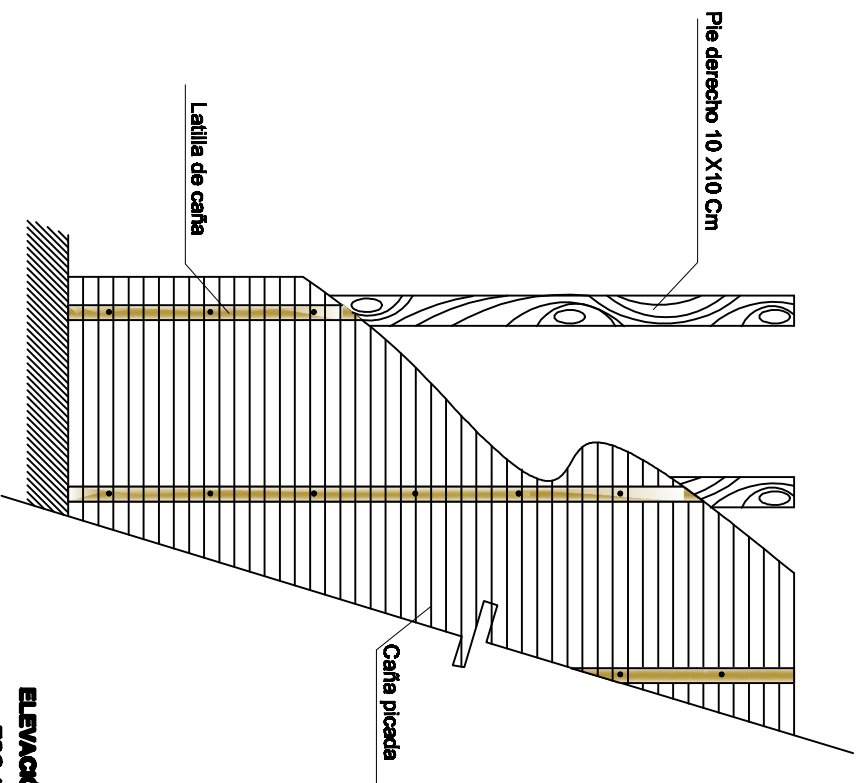
13.2 FICHAS TÉCNICAS DE SISTEMAS NO CONVENCIONALES

PAREDES DE CAÑA		N° 1
CONCEPTUALIZACION	Está formada por <i>caña picada</i> ²⁹ colocada en forma horizontal, sujetas por la parte interior a cuarterones de madera o caña rolliza, o por la parte exterior se clava una latilla vertical para reforzar la unión de la caña picada con el cuarterón. 072840745	
LUGARES DE USO	Estas paredes son utilizadas en construcciones en el litoral de la costa ecuatoriana. La caña puede ser revestida con varios materiales,	
ESTRUCTURA DE LA PARED	Se emplea pies derechos de de madera o caña rolliza.	
BASE DE RECUBRIMIENTO	Caña picada	
RECUBRIMIENTO	Quincha, mortero simple de cemento, pintura.	
COSTO	Tiene un costo por m ² de \$5.00	
GRAFICOS		

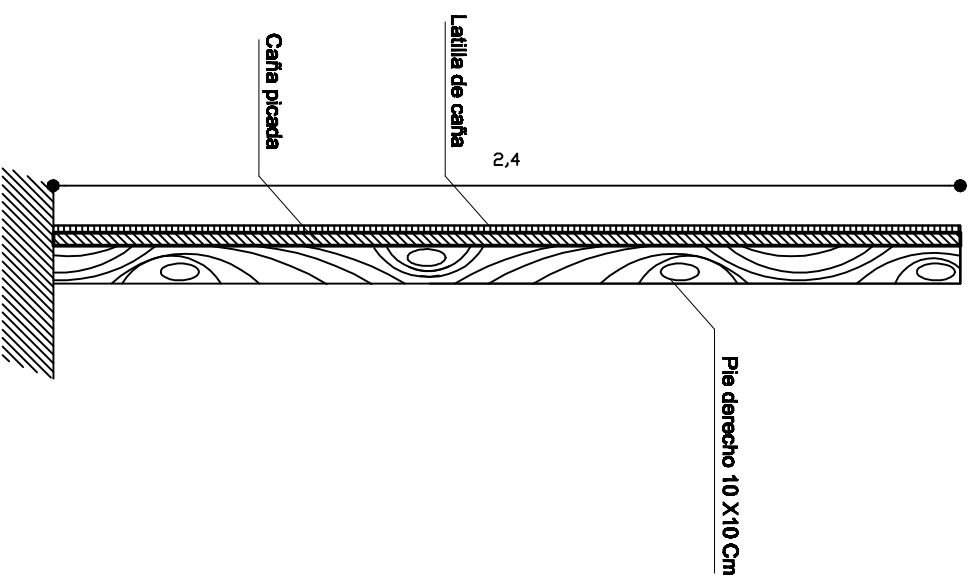
²⁹ Consiste en el despliegue de la caña rolliza (*Guadua Angustifolia Kunt*), también llamada “esterilla” (Col) o “chancada” (Perú)



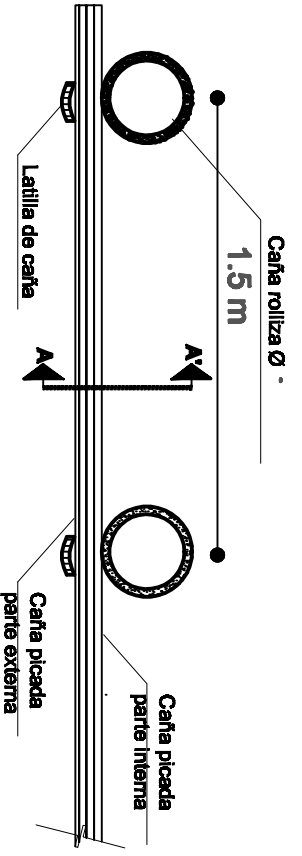
PLANTA
ESC:1 10



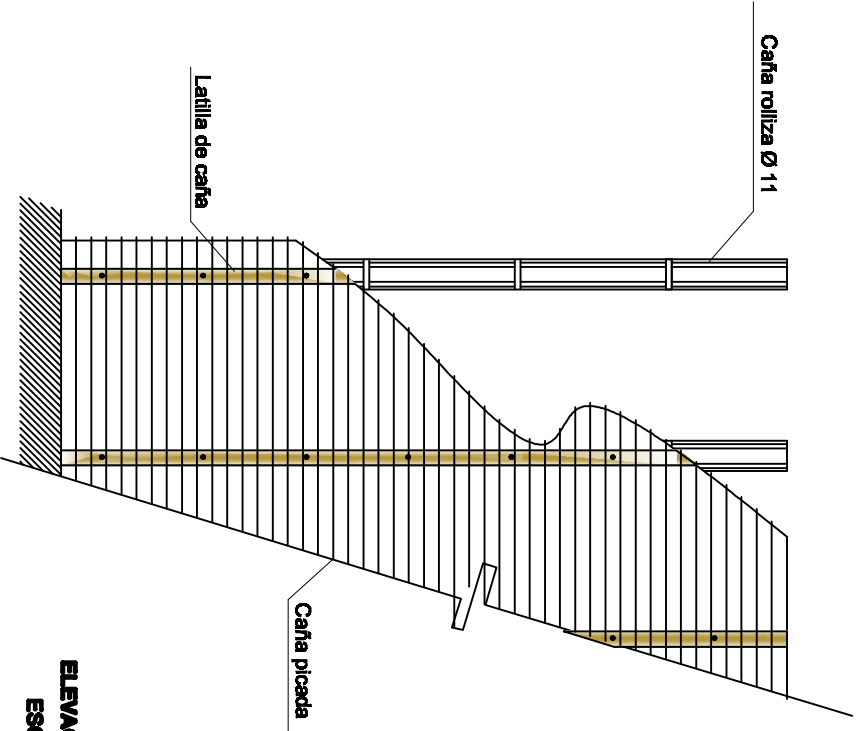
ELEVACIÓN
ESC:1 25



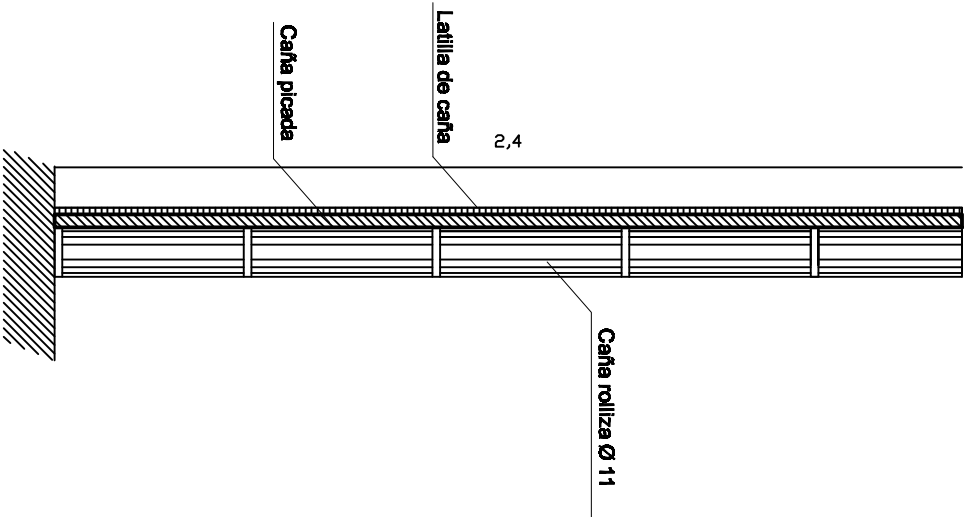
CORTE A-A'
ESC:1 20



PLANTA
ESC:110



ELEVACIÓN
ESC:125



CORTE A-A'
ESC:120

<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se sitúa la estructura de los cuartones de madera o cañas rollizas. 2. Luego se revestirá la estructura por uno de sus lados con la caña picada horizontal, y con la parte brillante hacia el exterior. 3. Posteriormente se ubican latillas de caña en posición igual que los cuartones, donde se sujetará la caña picada a la estructura. 4. Finalmente se colocará el revestimiento que se determine.
<p>VENTAJAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es liviano y resistente. • Es de aspecto natural • Es de bajo costo y disponible en la Costa Ecuatoriana. • Es renovable, de rápida regeneración y no contaminante. <p>Requiere de herramientas manuales y técnicas de fácil apropiación</p>
<p>DESVENTAJAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vida útil corta, sino es adecuadamente tratada. • Dificultad de ensamblaje, si es con caña rolliza. • Requiere de mantenimiento constante. • Poca resistencia al fuego.

REGISTRO FOTOGRÁFICO

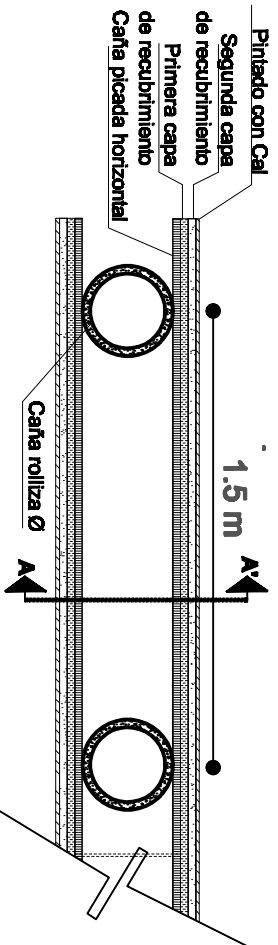


Fotos de viviendas Caña Picada en Pachinche-Manabí, colocadas en forma horizontal y vertical

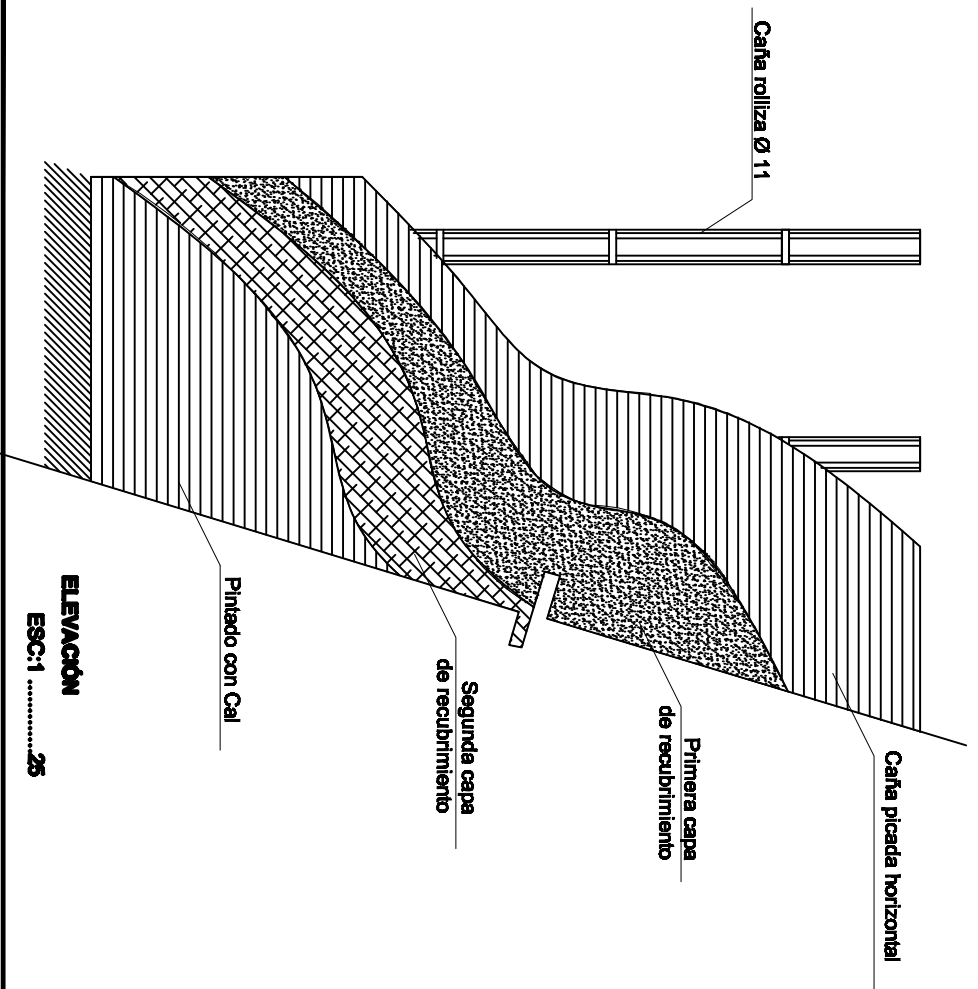


Fotos de Viviendas de Caña Picada en Pachinche-Manabí colocada en forma diagonal, formando figuras geométricas.

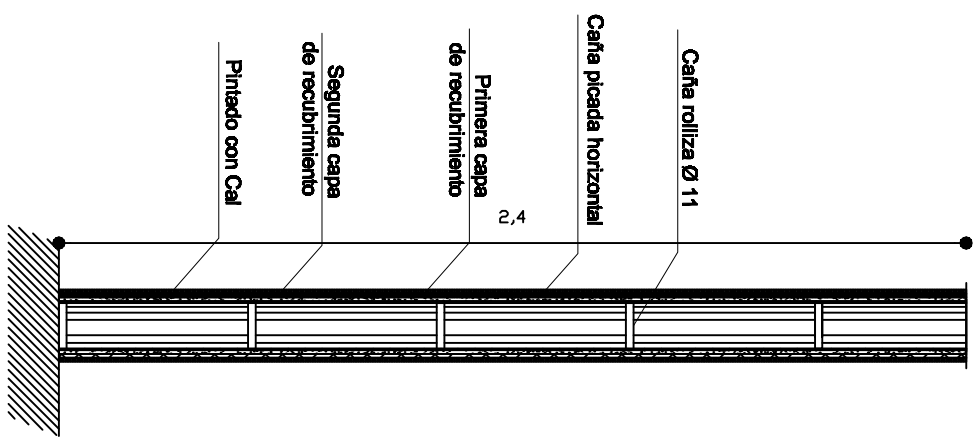
PAREDES DE QUINCHA		Nº 2
CONCEPTUALIZACIÓN	Esta pared tiene su origen en Perú, consiste en la caña picada horizontal con recubrimiento de la mezcla de arcilla, arena, estiércol de vaca, paja y agua.	
LUGARES DE USO	Por lo general se utilizan estas paredes en viviendas construidas en el litoral de la costa ecuatoriana, es muy común encontrar en la Provincia de Manabí, Esmeraldas entre otras.	
ESTRUCTURA DE LA PARED	La estructura portante empleada en esta pared consiste en el uso de las cañas rollizas, las cuales forman la estructura, las mismas que no pueden ser enterradas directamente al suelo, se requiere de una cimentación adecuada que aisle la caña de la humedad del suelo y de la lluvia.	
BASE DE RECUBRIMIENTO	Caña picada horizontal	
RECUBRIMIENTO	Quincha	
GRAFICOS		



PLANTA
 ESC:1 10



ELEVACIÓN
 ESC:1 25



CORTE A-A'
 ESC:1 20

<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se sujeta la caña picada con clavos de 1½ pulgadas picada a la estructura portante o a la pared, dejando la cabeza del clavo sobresalida para luego envolver alambre y finalmente clavarlos. 2. Se prepara el recubrimiento con una mezcla que contiene: 1 unidad de estiércol de vaca con 2 unidades de una mezcla de arena (30%) y arcilla (70%) y se añade paja y agua hasta obtener una consistencia pastosa. El estiércol de vaca es preferible por sus fibras finas. La paja puede ser de cualquier tipo en longitud no mayores a 10 cm. 3. Se aplica la primera capa de recubrimiento de aproximadamente 2 cm de espesor, sobre la caña picada, distribuyendo por igual, esta capa se la deja secar por una semana. 4. Luego se procede a realizar la segunda capa de recubrimiento, que consta de: 1 unidad de estiércol, 2 unidades de una mezcla de arena (70%) y arcilla (30%), este recubrimiento se aplica cuando haya secado bien la primera capa. 5. Finalmente se pinta la pared con cal, para aumentar la protección.
<p>VENTAJAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es de bajo costo. ▪ Es adecuada para las áreas rurales, ya que se encuentra a la mano el estiércol, la paja, la arena, la arcilla y el agua. ▪ Tiene gran adherencia a la caña
<p>DESVENTAJAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En zonas urbanas los componentes de la quinchas son de difícil obtención. ▪ Es afectado por la lluvia.

REGISTRO FOTOGRAFICO



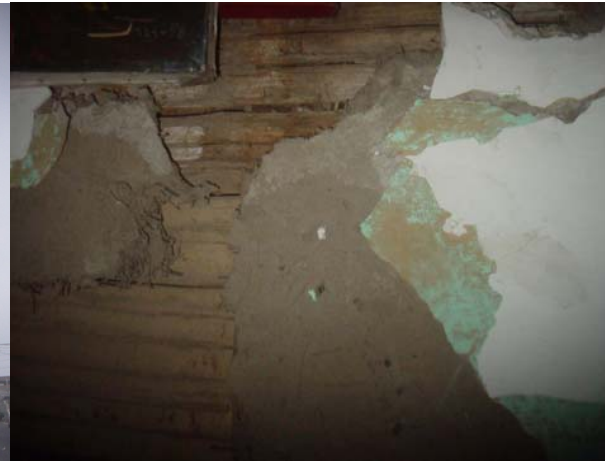
Foto pared de pared de Quincha en Guayaquil



Fotos de Vivienda de Quincha en Manabí

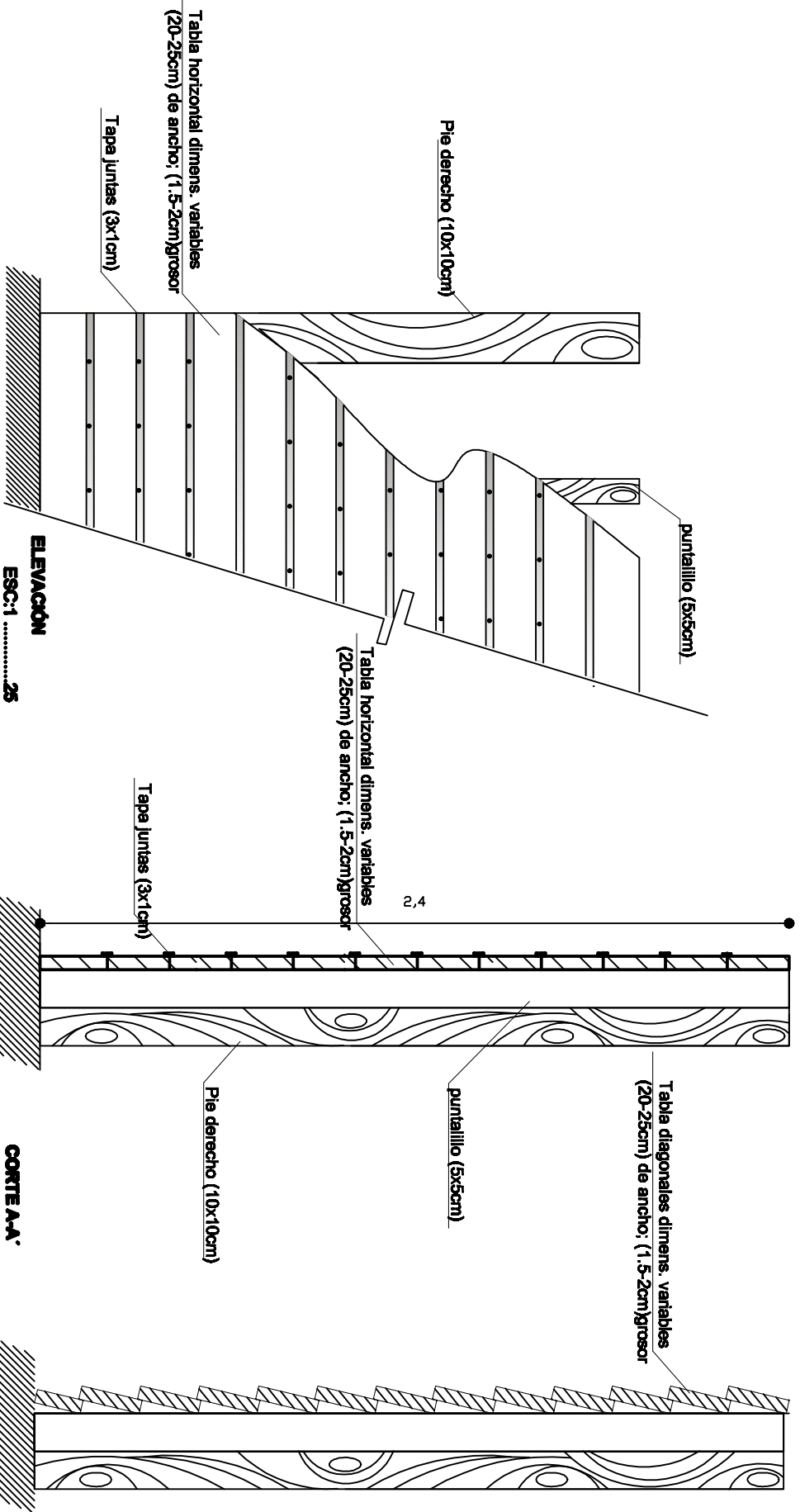
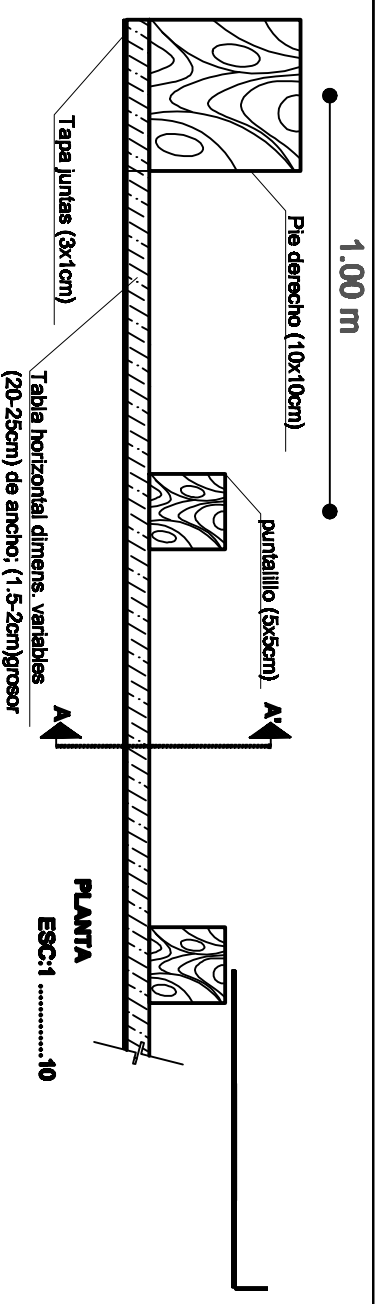


Fotos de Vivienda de Quincha en Manabí

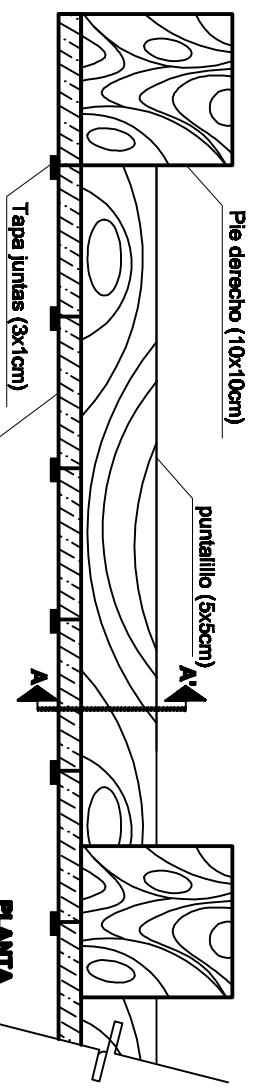


Fotos de Pared de Quincha en Guayas

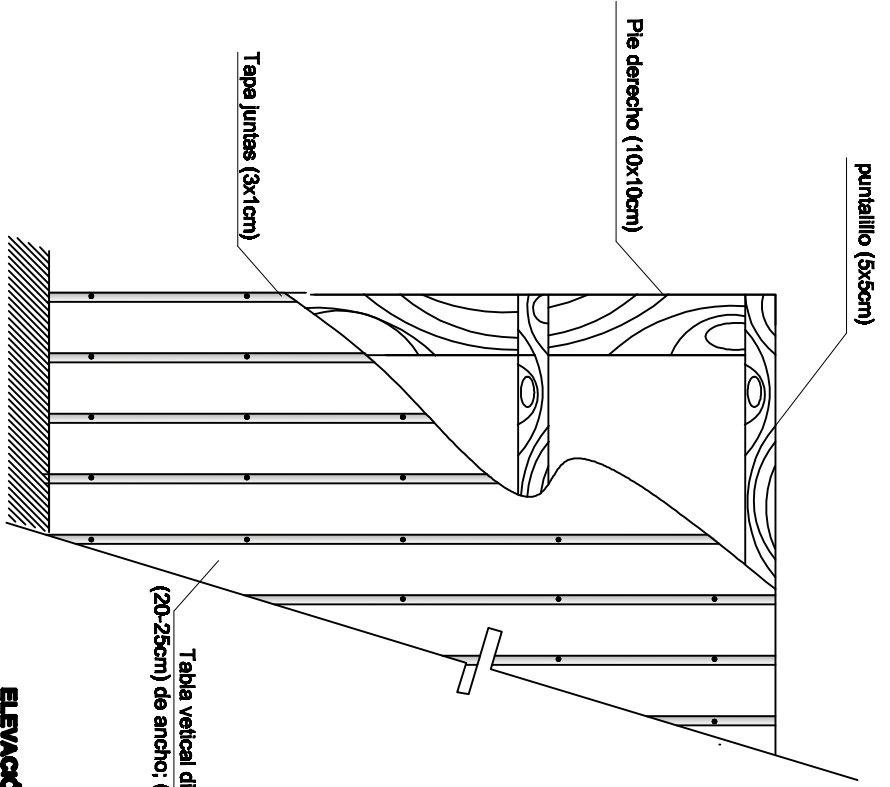
PAREDES DE MADERA		N° 3
DEFINICIÓN DE LA PARED DE MADERA	Se utiliza tablas de madera, ya sea, para fachadas principales o divisiones interiores. A estas paredes se las puede combinar con otros materiales para mejorar el aspecto estético.	
LUGARES DE USO	Son utilizadas en construcciones a lo largo del todo el país.	
ESTRUCTURA DE LA PARED	En caso de que la pared sea formada por tablas colocada en forma vertical, la estructura está formada con pies derechos y varengas horizontales. En cambio cuando la pared es con tablas colocadas horizontalmente la estructura es formada por pies derechos y puntalillo verticales.	
BASE DE RECUBRIMIENTO	Tablas	
RECUBRIMIENTO	Puede estar sin recubrimiento o con recubrimiento de pinturas, lacas o barnices.	
COSTO	El costo estimado para el m ² de pared es de \$11	
GRAFICOS		



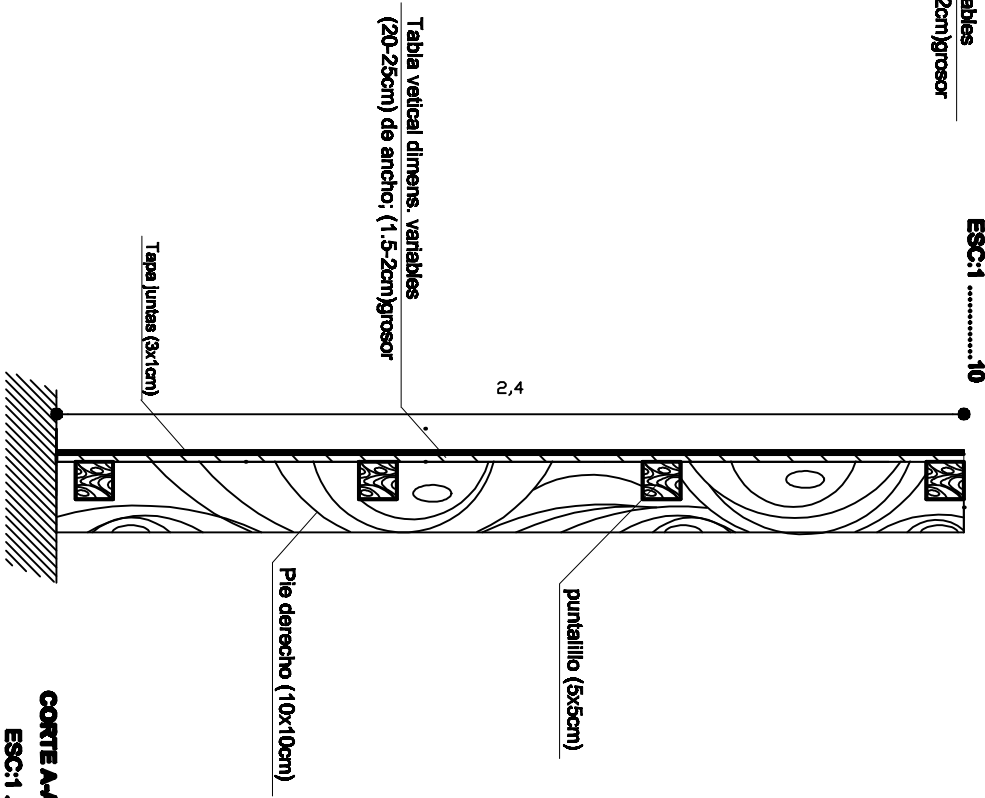
3.00 m



PLANTA
ESC:110



ELEVACION
ESC:125



CORTE A-A
ESC:120

<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se sitúa la estructura de la pared, ya sea para la colocación de tablas horizontales o verticales. Cuando las tablas van dispuestas en forma horizontal, los pie derecho se ubican cada 3 m en forma vertical y las varengas atraviesan los pie derecho en forma horizontal. En el caso de las tablas cuando van dispuestas en forma vertical, los pies derechos se ubican cada 3 m y los puntalillos cada metro en forma vertical. 2. Luego se ubican las tablas en la estructura determinada sujetándose con clavos. 3. Finalmente se coloca en cada junta de las tablas unas tirillas llamadas tapa juntas, sujetándolas con clavos, esto se da para evitar que en el acabado final exista alguna abertura.
<p>VENTAJAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dependiendo del tipo de madera presenta una gran resistencia ▪ Es duradera, dependiendo del tipo de madera ▪ La madera se puede ensamblar y pegar utilizando herramientas sencillas y produciendo uniones limpias resistentes y durables. ▪ La madera se puede cortar y trabajar en diversas formas y tamaños, con la ayuda de sencillas herramientas manuales o de máquinas-herramientas. ▪ Es de fácil transporte y utilización en el sitio de la construcción.
<p>DESVENTAJAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es mal conductor de calor ▪ La humedad es perjudicial para la madera. ▪ La tala de árboles, aumenta el calentamiento global. ▪ Reducida resistencia al fuego

REGISTRO FOTOGRAFICO



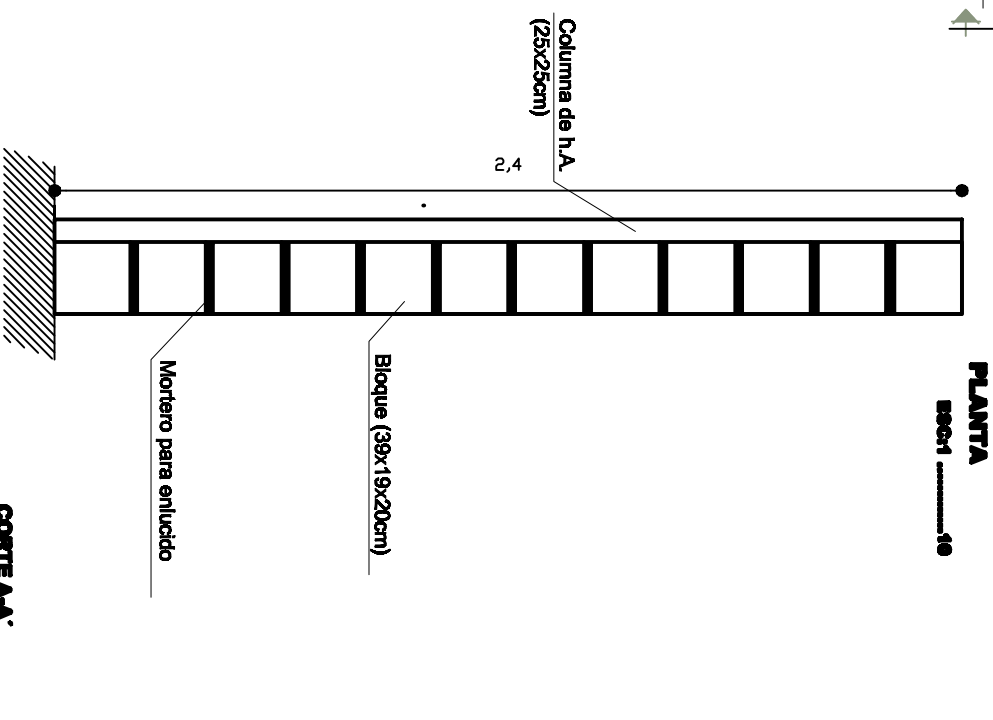
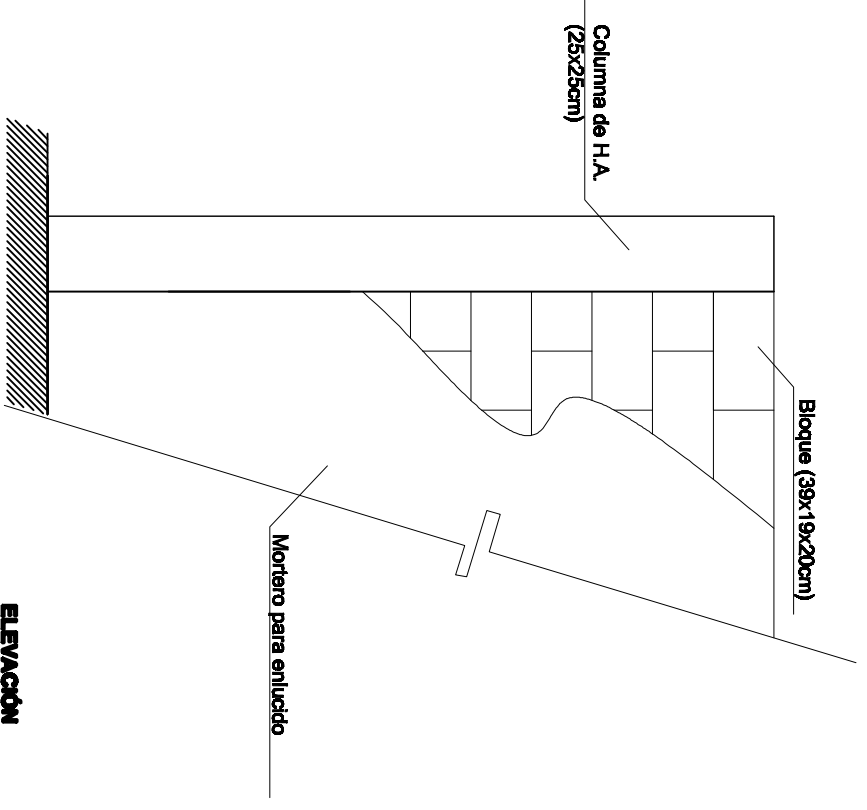
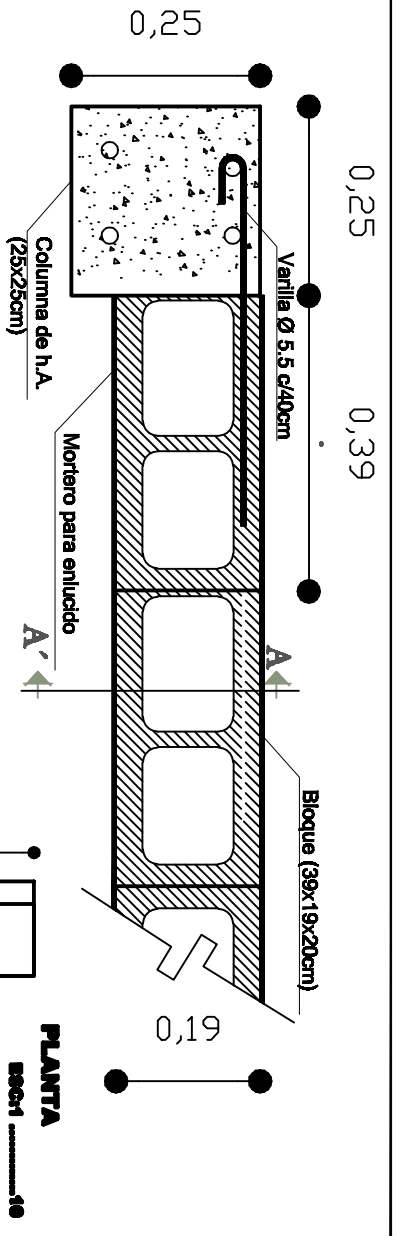
Foto de vivienda de pared de madera (registros Arq. Jorge Morán)



Foto pared de madera en Zaruma-El Oro

13.3 FICHAS TÉCNICAS DE SISTEMAS CONVENCIONALES

PAREDES DE BLOQUE DE DE CONCRETO		N° 1
CONCEPTUALIZACIÓN	Esta pared está compuesta por bloques huecos de fabricación semi-industrial o industrial; colocados en hileras sobrepuestas y unidos generalmente por mortero simple de arena y cemento; apoyados sobre un arriostramiento de hormigón armado de piedra base.	
LUGARES DE USO	Estas paredes son utilizadas en construcciones de todo el país.	
ESTRUCTURA DE LA PARED	Se debe utilizar columnas, vigas inferiores (riostras), y vigas superiores de confinamiento.	
BASE DE RECUBRIMIENTO	Bloque de concreto de diferente de diferente medida.	
RECUBRIMIENTO	Puede estar sin recubrimiento o con recubrimiento de mortero simple como enlucido, pintura, entre otros.	
COSTO	El costo por m ² es de \$16.16 para la pared.	
GRAFICOS		



REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto pared mixta de bloque y madera (registros Arq. Jorge Morán)



Foto pared de bloque (Guardería Infantil en Ricaurte)



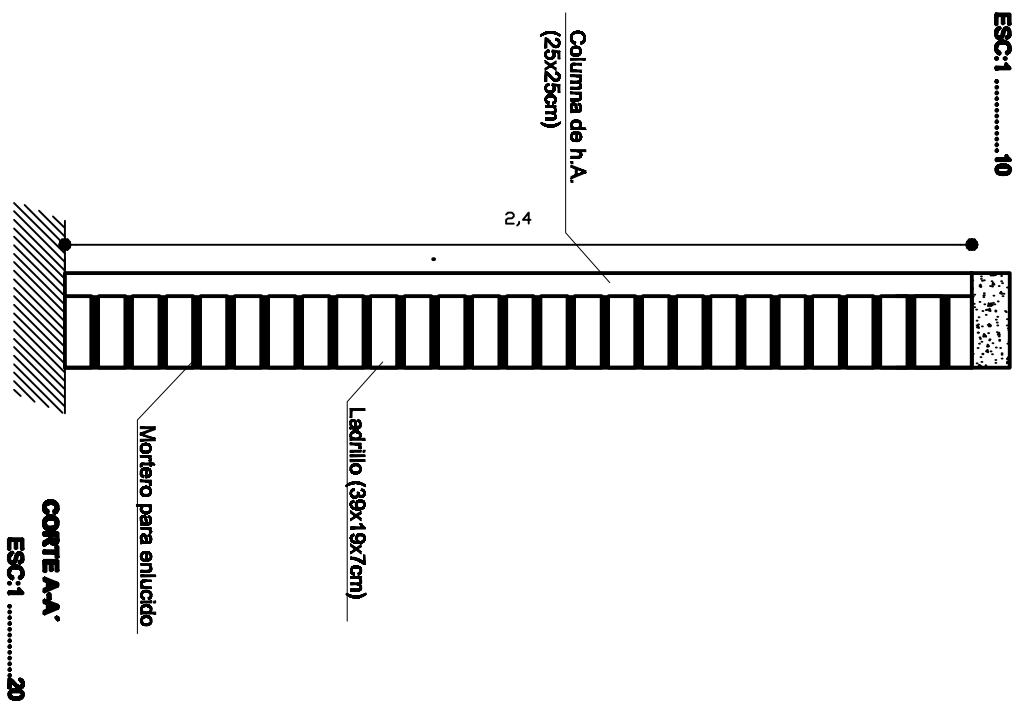
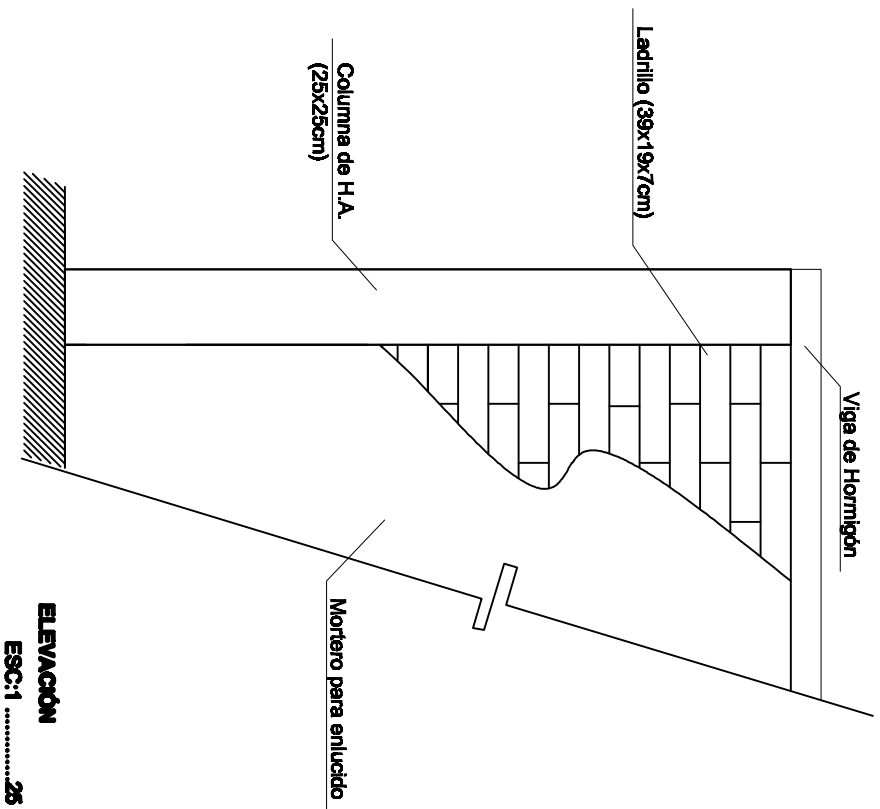
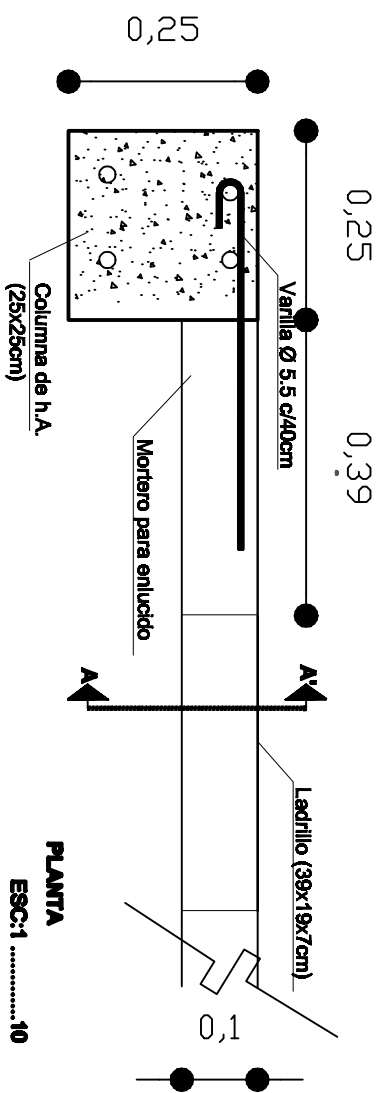
Foto de pared de bloque (registros Arq. Jorge Morán)



Foto de vivienda con pared de bloque en Pichincha (registros curso paso a paso, mayo 2009)

<p>ROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se aploma y se nivela los bloques, según avanza el levantamiento de la pared. 2. luego se colocan los bloques horizontalmente por hileras una, pegados con mortero simple. Normalmente con una proporción de 1:6 3. para mejorar la resistencia en relación a los sismos se suele colocar unas varillas de refuerzo a la pared, comúnmente llamada chicote.
<p>VENTAJAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es de bajo costo • Fácil de conseguir • Buena adhesión con el mortero de enlucido.
<p>DESVENTAJAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Por su rigidez, hace que la pared sea menos resistente a los movimientos sísmicos. • Si no se coloca revestimiento a la pared, el aislamiento a la humedad es deficiente.

PARED DE LADRILLO		N° 2
CONCEPTUALIZACIÓN	Está compuesta de ladrillos de arcilla obtenidos en forma artesanal, unidos con mortero simple.	
LUGARES DE USO	Estas paredes son utilizadas en construcciones a lo largo del todo el país.	
ESTRUCTURA DE LA PARED	Columnas y vigas.	
BASE DE RECUBRIMIENTO	Ladrillos de arcilla	
RECUBRIMIENTO	Mortero simple como enlucido, pintura.	
COSTO	El costo es de \$6.50 por m ² de pared	
GRAFICOS		



REGISTRO FOTOGRÁFICO

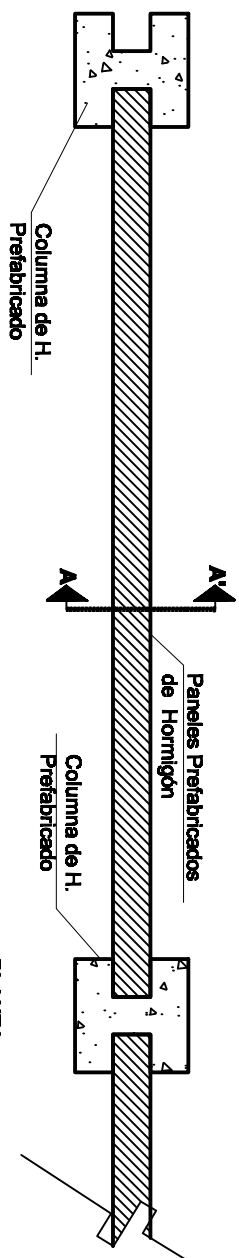


Foto de vivienda con pared de ladrillo (tomada en Guayas)

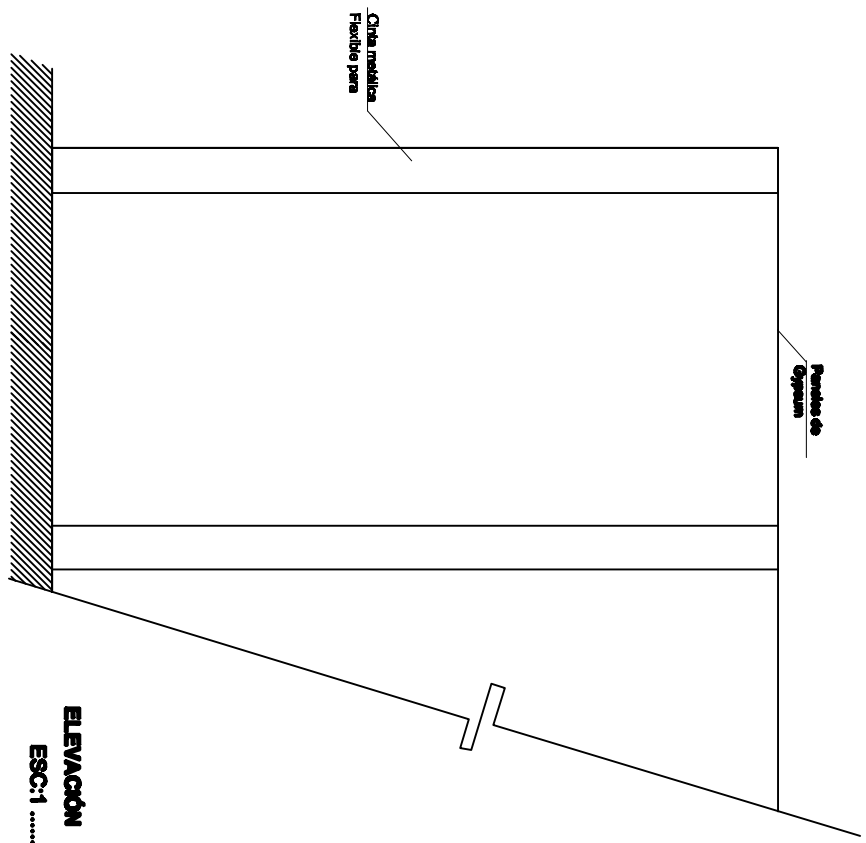
PROCESO CONSTRUCTIVO	<ol style="list-style-type: none">1. Se aploma y se nivela los ladrillos, según avanza el levantamiento de la pared.2. luego se colocan los ladrillos horizontalmente por hileras, pegados con mortero simple. Normalmente con una proporción de 1:6
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• Es fácil de armar• Es aislante térmico• Rápida absorción de la humedad• Reducen el uso de encofrados
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de características y propiedades debido al paso del tiempo y por las condiciones atmosféricas.

PAREDES DE PREFABRICADO DE HORMIGON		N° 3
CONCEPTUALIZACIÓN	<p>Se trata de una pieza fabricada en una planta de producción, usando hormigón con malla metálica electrosoldada si se requiere y vibrada</p> <p>Dicho elemento es el resultado de un proceso industrial realizado bajo un sistema de control de producción.</p>	
LUGARES DE USO	Estas paredes son utilizadas en construcciones a lo largo del todo el país.	
ESTRUCTURA DE LA PARED	Columnas prefabricadas acanaladas	
BASE DE RECUBRIMIENTO	Panel prefabricado de hormigón	
RECUBRIMIENTO	Pintura	
COSTO	El costo por m ² de pared es de \$14.50	
GRAFICOS		

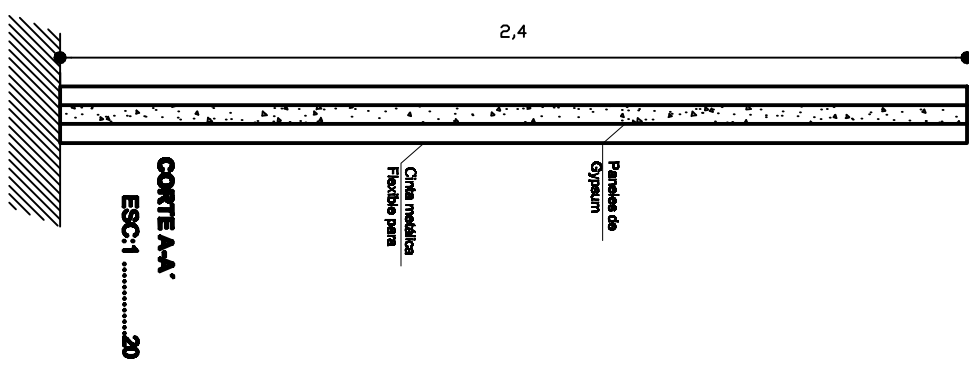
1,25



PLANTA
ESC:1 10



ELEVACION
ESC:1 25



CORTE A.A.
ESC:1 20

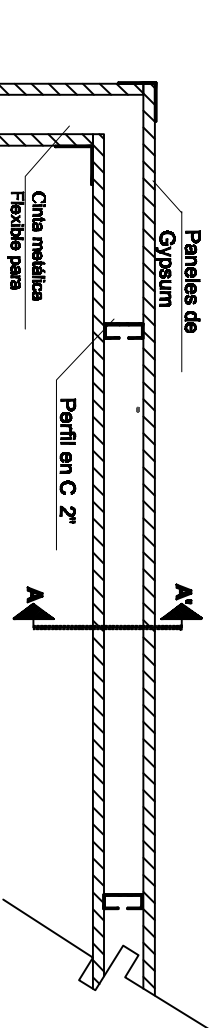
PROCESO CONSTRUCTIVO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se transportan al sitio donde van hacer instalados. 2. Se requiere de columnas acanaladas de hormigón, para ser colocados los paneles prefabricados.
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Son de alta durabilidad y resistencia.. • Son resistentes a la penetración de humedad. • Con respecto a las estructuras de hormigón convencional se ahorra el tiempo invertido en la preparación de los encofrados y del hormigón con la correspondiente colocación y curado. • Es posible su reutilización
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • En la parte estructural presenta escasa rigidez • Para su montaje se requiere de equipo liviano
	<ul style="list-style-type: none"> •

REGISTRO FOTOGRÁFICO

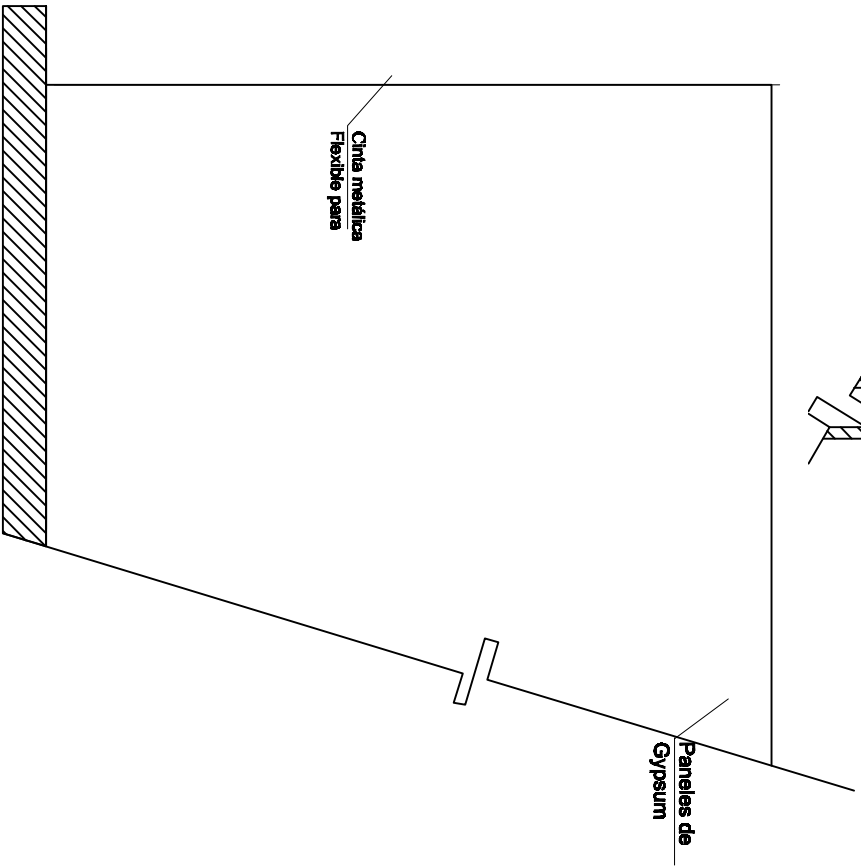


Foto de pared de hormigón prefabricado instalaciones Planta Piloto Ecomateriales - Guayas)

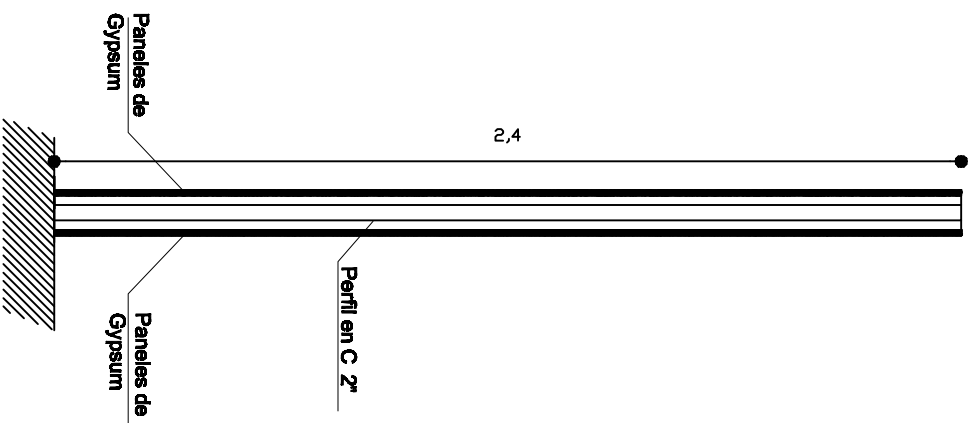
PAREDES DE GYPSUM		N° 4
CONCEPTUALIZACIÓN	Es una plancha de fibras minerales de yeso, revestida por ambas caras con fibra de celulosa.	
LUGARES DE USO	Estas paredes son utilizadas en construcciones a lo largo del todo el país.	
ESTRUCTURA DE LA PARED	Columnas prefabricadas acanaladas	
BASE DE RECUBRIMIENTO	Panel de Gypsum.	
RECUBRIMIENTO	Es una plancha de fibras minerales de yeso, revestida por ambas caras con fibra de celulosa, en un proceso industrial continuo. Su fabricación se da en varias dimensiones,	
COSTO	El costo aproximado por m ² es de \$10.00	
GRAFICOS		



PLANTA
ESC:110



ELEVACIÓN
ESC:125



CORTE A-A'
ESC:120

PROCEDIMIENTO

1. Se traza sobre el piso el lugar donde se colocará el muro con la ayuda de un tira líneas o una escuadra.
2. Con la plomada se identifica en el tumbado a ubicación del canal superior.094165016
3. Luego se realiza la fijación de canales de amarre sobre el trazado hecho, sujetándolos con tornillos y taquetes espaciados a 60 cm entre ellos y en zigzag, colocando al principio y al final doble taquete, a 10 cm de los extremos.
4. Posteriormente se inserta dentro de los canales los perfiles metálicos a una de distancia de 61 cm partiendo de uno de los extremos. Se debe verificar que el muro haya quedado plomeado procurando que coincidan las ranuras.
5. En caso de que el muro requiera de instalaciones se debe colocar en las ranuras del perfil.
6. Se procede a cortar el panel de gypsum según se requiera por el lado del cartoncillo manila, para obtener un filo liso se lija con escofina.
7. Si en la pared van a ir instalaciones eléctricas, se debe realizar previamente los respectivos vanos donde van a ir ubicados, se puede utilizar un serrotillo de punta o una navaja.
8. El panel de gypsum se puede colocar horizontal o verticalmente, en ambos casos s deberán alternar todas las juntas en los dos lados del bastidor, de tal manera que ningún perfil reciba juntas para ambos lados.
9. Fije el panel con tornillo de 1 $\frac{1}{8}$ " para panel a cada 30cm a lo largo de los perfiles, el panel deberá quedar $\frac{1}{2}$ " arriba del piso.
10. Para proteger las esquinas del muro de golpes y deterioro es recomendable instalar esquineros metálicos o PVC después de haber terminado la colocación del panel; atornille el esquinero con los mismos tornillos de 1 $\frac{1}{8}$ " para panel a cada 30 cm.
11. Con una espátula de 6 " extienda la primera capa de compuesto de 8 a 10 m sobre

	<p>cada franco del esquinero metálico, una vez que este seca esta capa, colocar una segunda capa con la espátula de 8" y la tercera capa aplicarla con la de 10 " .</p> <p>12. A continuación se coloca cinta de refuerzo en las juntas de los muros.</p> <p>13. Para el tratamiento de juntas de los paneles se colocan 4 capas de compuesto, la primera para adherir la cinta con espátula de 6" la segunda de 8" para cubierta y la tercera con 10" y la cuarta con 12" para dar el acabado.</p>
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Es versátil • Sirven de un buen aislante térmico • Son de fácil instalación • Son de bajo costo • Son durables • Es retardante al fuego
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Al contacto con el agua se producen fisuras • No son resistentes a los impactos.

14 MEMORIA DESCRIPTIVA

14.1 Recuperación de patrimonio intangible.

El documento se orienta a preservar, la cultura viva y rescatar la tradición, reflejado en materiales, herramientas, sistemas constructivos, utilizados en los años de 1920-1940, en construcciones no convencionales o vernáculas poco conocidas en el presente.

Hay investigaciones sobre algunas zonas rurales de la Costa Ecuatoriana, donde se muestran la utilización de diferentes materiales de construcción, destacándose el uso de la *Guadua Angustifolia Kunt* en los componentes constructivos, estudiando la arquitectura vernácula.

En la Colonia y a inicios de la época Republicana, se construyeron edificaciones que proporcionaban mayor confort a sus ocupantes, debido a los diferentes elementos arquitectónicos como constructivos hechos con materiales orgánicos. Se puede mencionar que las edificaciones realizadas con los materiales de construcción mas óptimos eran las que estaban ubicadas en zonas ricas en vegetación, donde fácilmente podían ser renovados, mientras que en las zonas áridas se encontraban las edificaciones en mal estado.

En las zonas rurales de las provincias de Guayas y Manabí, se comprobó la aplicación de los materiales de construcción y sistemas constructivos tradicionales empleados desde el siglo XVIII siendo común el uso de la caña picada, madera, fibras naturales, y otros materiales utilizados en las diferentes edificaciones.

Los sistemas constructivos tradicionales se realizaban con herramientas manuales, como: machete, hachuela, hacha grande, los cuales permitían mayor facilidad para trabajar en la construcción, además no representaban elevado consumo energético.

En la actualidad se están ejecutando proyectos de investigación para la obtención de ecomateriales en diferentes instituciones, los mismos que evolucionaron de los materiales naturales, que trata de disminuir el impacto negativo al ecosistema. Además, contribuyen con el desarrollo ecológico, y económico dentro de una región.

15 ECOMATERIALES

15.1 Introducción

La gran cantidad de elementos no renovables y el desarrollo tecnológico que usamos en la construcción convencional han provocado impacto negativo de los ecosistemas y cada vez es evidente que esta acción es incompatible con la naturaleza, generando factores indicadores de alarma global y que exigen un mejor trato hacia la naturaleza. Esto ha producido desequilibrios en los ecosistemas, obteniendo como resultado de ello el cambio climático y la contaminación ambiental;

Por tal motivo, se busca diseñar materiales innovadores que no atenten contra el medio ambiente; que usen materiales propios de cada región; que generen la menor cantidad de residuos posibles, que no consuman grandes cantidades de energía y que disminuyan el uso de recursos no renovables.

De esta preocupación se crea una nueva alternativa como es el caso de los Ecomateriales, con ellos no se trata de retornar los sistemas constructivos pasados, sino, investigar los recursos naturales y renovables que nos rodean, aquellos que desde hace miles de años han sido utilizados y han servido, pero el desconocimiento de sus propiedades y virtudes los ha bautizado con el paradigma de “material de pobres” como lógica respuesta a no apreciar lo que no se conoce.

Algunos de los ecomateriales que se están elaborando en el proyecto PPE son resultados derivados de la Guadua Angustifolia Kunt.

15.2 Que es la Guadua Angustifolia Kunt?

Es un bambú nativo de América, perteneciente a la familia de las gramíneas, sub familia bambusoidea, genero guadua, la especie Guadua Angustifolia Kunt, de tallo leñoso y de rápido crecimiento, es considerada como uno de los mejores bambúes, en la naturaleza donde existen 70 géneros³⁰ (Foto 4) y aproximadamente 1200-1400 especies.

Forma parte de los bosques tropicales americanos, se ubica principalmente en la región andina de Colombia, Ecuador y Venezuela, especialmente en los valles interandinos como los del río Cauca en Colombia y la zona costera del Ecuador.³¹



Imagen# 1. *Guadua Angustifolia Kunth*

15.2.1 Productividad de la Guadua Angustifolia Kunt

Se caracteriza por su rápido crecimiento, entre los 3 a 6 años alcanza la altura promedio de una planta adulta de 18 a 30 metros de alto, con diámetros entre 8 a 18cm, distancia entre nudos de 7 a 10 cm. en la base y de 25 a 35cm en el medio, adquiriendo resistencia la que necesita para su uso.

El sembrado de la planta madre genera cada año varios brotes nuevos que en pocos años alcanzan la madurez. En una plantación de bambú adulta, los brotes de 5 años pueden cortarse cada año sin que el tamaño de la población forestal disminuya, su característica principal es ser

³⁰ MORÁN UBIDIÁ Jorge Arq. *¿Por qué Bambú en el Siglo XXI?. Encuentro Tecnologías Compartidas Azogues 16 a 18 Abril 2009,*

³¹ GARCIA SIERRA Jorge Master. *Tesis de grado Maestría en Investigación de operaciones y estadísticas Pereira. Colombia 2004. 17pag.*

un recurso sostenible y renovable por su auto generación y no requiere de volver a sembrar para reproducirse.

Al comparar las características de productividad de un árbol con las características ya mencionadas de la *Guadua Angustifolia Kunt*, se puede mencionar sembrado sin autogeneración, tardío crecimiento, reforestación necesaria al momento de la tala y tiempo mayor a 15 años para su aprovechamiento.

15.2.2 Valor ambiental de la *Guadua Angustifolia Kunt*

Los beneficios medio ambientales que ofrece esta planta le permite aportar al suelo biomasa según el material vegetal que se genera en un guadual.

Es un importante y rápido fijador de CO₂, esto significa que absorbe, durante su crecimiento y vida hasta su cosecha, una gran cantidad de CO₂ de la atmósfera; este permanecerá fijado en la planta y sólo desaparecerá del material si éste se quema.

Con el fin reducir la sobre explotación y deforestación de los bosques, y por ende sus consecuencias económicas y ambientales, el uso de la *Guadua Angustifolia Kunt* en la construcción o industria se presenta como una alternativa sostenible.

15.2.3 La *Guadua Angustifolia Kunt* como material para la construcción

La *Guadua Angustifolia Kunt* es uno de los materiales de construcción usados por el hombre desde la antigüedad, esto significa considerarla como material con rigidez y fuerza comparable con la del hormigón, la madera y similar a la del acero.³²

³² Jon M. Marín. *Resseny, Entre Diseño y Medio Ambiente. ¿Es verde el Bambú?, Blog [Internet]. Madrid, España. 2008, Junio.*

<http://resseny.blogspot.com/2008/06/es-verde-el-bamb.html>

En la actualidad debido a varios estudios y proyectos realizados que se llevan a cabo a nivel mundial, determinan normas específicas para procesarla de forma artesanal, semi industrial e industrial.

En la industria de lo anterior y por las características mencionadas, de la guadua se pueden obtener elementos que sirvan para usos de pisos, tabiques, tumbados, muebles, entre otros.

15.3 Ecomateriales a partir de la Guadua Angustifolia Kunt

Los ecomateriales son viables, tanto en el aspecto ecológico como en el económico. Son el resultado de diseños que cumplen condiciones de ser recursos de una región o localidad, y que al ser explotados y transformados adecuadamente, posean condiciones de calidad y eficiencia.

Los ecomateriales que se están desarrollando en el proyecto PPE, provenientes de la guadua Angustifolia Kunt, son: Ecu-Bam, Ester-Bam, Plas-Bam y Trip-Bam. Para el desarrollo de los componentes constructivos de esta tesis se tomaran los Ecomateriales denominados Ecu-Bam y Ester-Bam, los mismos que se conceptualizan a continuación.

ECU-BAM³³

Desde épocas pasadas a la guadua angustifolia Kunt en su forma natural (rolliza) se le ha dado varios usos y aplicaciones, como material de construcción, mobiliario, artesanías, entre otros. Así también, ha sido convertida en *caña picada*³⁴ (Ecuador), *esterilla* (Colombia), *caña chancada* (Perú), para ser utilizada en pisos, tabiques de edificaciones vernáculas y marginales.

³³ ECU de Ecuador; BAM de Bambú

³⁴ Consiste en el despliegue de la caña rolliza (Guadua Angustifolia Kunt), también llamada “esterilla” (Col) o “chancada” (Perú)

En la actualidad a la guadua *Angustifolia Kunt*, en su forma rolliza, a más de ser utilizarla como elemento estructural se la transforma a caña picada, la misma que es utilizada en construcciones de viviendas de interés social; aplicándolas en los tabiques exteriores, piso, ventanas y puertas.

ECU-BAM: Es una placa formada con tramos de caña picada. Estos tramos son prensados al calor utilizando adhesivos. De esta manera se logra una placa resistente y rígida.

Potencialidades

- Material no contaminante
- Material liviano y resistente
- De bajo costo.
- De multiuso



ESTER-BAM³⁵

La primera producción a nivel industrial fue en la China a mediados de los años 40, y se las utilizaba como paneles en el interior de los aviones.³⁶ Esta estera es un componente derivado

³⁵ *ESTER de Estera; BAM de Bambú*

³⁶ *Primer Informe SENACYT, PPE*

de cintas³⁷ del mismo material que se utiliza desde hace muchos siglos para la construcción de paneles, fabricación de canastos y otros objetos de uso cotidiano.

Posteriormente se realizaron investigaciones en varios países como China, India, Indonesia, Japón, Malasia, Filipinas, Taiwán, Tailandia, Canadá Costa Rica, Cuba y Ecuador.³⁸

En Manabí este tejido es utilizada para realizar cestos y canastas de manera artesanal para el uso cotidiano.

ESTER-BAM: Es la placa formada por *cintas*³⁹ de *Guadua Angustifolia Kunt*, transformadas en esteras y encoladas, para luego ser prensadas al calor. Las dimensiones se determinan de acuerdo a los requerimientos.

Características Generales

- Material ecológico, con el cual, se puede obtener diferentes componentes arquitectónicos.
- El proceso preliminar para la fabricación de estas placas se hace en el campo, con mano de obra no calificada
- Las placas tienen un aspecto natural agradable.
- Material liviano.
- El pegante no debe sobresalir entre los espacios de las esteras al momento de ser prensada.

³⁷ Son segmentos longitudinales paralelos a las fibras obtenidas de la *guadua Angustifolia Kunt*, de dimensiones aproximadas de 1 cm de ancho y menos de 1 mm de espesor.

³⁸ http://www.fao.org/sd/teca/serch/tech_dett_an.asp?tech_id=1196

³⁹ Son segmentos longitudinales paralelos a las fibras obtenidas del bambú, de dimensiones aproximadas de 1 cm de ancho y menos de 1 mm de espesor.



PLAS-BAM⁴⁰

Esta placa que consta de tramos de caña aplastada⁴¹, prensados al calor utilizando un adhesivo.

Características Generales

- Material que no contamina el medio ambiente.
- El aspecto estético final es agradable.
- De multiuso
- No presenta oposición al corte longitudinal



TRIP-BAM⁴²

⁴⁰ *PLAS de Aplastada; BAM de Bambú.*

⁴¹ *Consiste en el despliegue de la caña aplastada mediante presión.*

⁴² *TRIP de tripa; BAM de Bambú.*

Es la placa formada por la tripa de la caña⁴³, prensada al calor utilizando aglutinante natural.

Características Generales

- Material no contaminante.
- Liviano
- Se puede utilizar como elemento decorativo en paneles de paredes, cielos rasos.



15.4 Usos potenciales

Los ecomateriales mencionados son resultados de mano de obra artesanal y semi-industrial, que pueden ser aplicados en diferentes tipos de componentes constructivos.

Dichos materiales provenientes de la *Guadua Angustifolia* Kunt como son Ecu-Bam, Ester-Bam, Plas-Bam y Trip-Bam proporcionan como resultado placas que se les dará el uso de: pisos, tabiques, tumbados, cubiertas, puertas, ventanas, entre otros.

⁴³ Consiste en el desperdicio de la caña que se desprende del interior de la caña picada.

16 DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ECOMATERIALES.

En esta etapa de la investigación se desarrollarán diseños de paredes interiores, y exteriores de Ecu-Bam o Plas-Bam las mismas que se elaboran con sistemas portantes existentes con ciertas innovaciones; estos serán mostrados mediante fichas descriptivas y planos correspondientes.

Será necesario obtener resultados de ensayos físicos y mecánicos de los diseños de las paredes realizadas con los paneles de Ecu-Bam y Plas-Bam, tomando en consideración los usos que se le darán a los paneles de acuerdo su composición (numero de capas y dirección de las fibras) y deberán ser aptos para resistir los esfuerzos que normalmente sufre una edificación.

Así mismo se fabricarán prototipos a escala 1:1 simulando los diseños mencionados y un estimado de sus costos.

Los paneles de Ecu-Bam y Plas-Bam, de acuerdo, al modelo determinado para el desarrollo de las paredes, se tomaron probetas que serán sometidas a esfuerzos de corte, de flexión (compresión /tracción), esfuerzos longitudinales de arrancamiento en el elemento de sujeción (clavo, tornillos, etc.), compresión, impacto y pandeo.

Las Normas existentes no contemplan los tipos de probetas y tampoco los procedimientos para productos como los que estamos proponiendo en este proyecto, sin embargo, los ensayos que se han realizando y se proponen realizar están establecidos tomando como referencia las Normas ASTM D 1037 (99) y ASTM D 143-94 (Reprobada e2007).

16.1 PAREDES INTERIORES

PAREDES INTERIORES DE ECU-BAM O PLAS-BAM					N° 1	
CONCEPTUALIZACIÓN	Está compuesta a partir de paneles simples de Ecu-Bam código 003 ^{44(*)} o Plas-Bam ⁴⁵ código 003(**); de dimensiones (2.44x1.22x0.02 m), utilizando una estructura soportante de caña rolliza Ø 12cm y tiras de medera semidura de 6 x 2 cm					
ESTRUCTURA DE LA PARED	Se utilizará Caña rolliza Ø 12cm, colocada a 1.22, y tiras de madera semidura de 6 x 2cm en la parte inferior y superior del panel.					
BASE DE RECUBRIMIENTO	Los paneles de Ecu-Bam podrán ser utilizados como base de recubrimiento.					
RECUBRIMIENTO	Pintura, lacas, barnices, placas de Ester-Bam ^{46(**)} .					
COSTO APROXIMADO	RUBRO (Costo por m2)	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL	
	Placa de ECU-BAM (2.44x1.22x0.02 m)	M2	1	20.00	20.00	
	Tornillos avellanados de 1 1/2"x12mm	U	17	0.04	0.20	
	Caña rolliza (estructura)	U	0.72	1.80	1.30	
	Mano de obra	M2	1	3.00	3.00	
	Tira semidura	U	0.78	1.10	0.86	
	* Costo aprox. de panel (2.44x1.22x0.02 m) 57.60			TOTAL	25.36	

⁴⁴ (*) Consiste en el despliegue de la caña rolliza (*Guadua Angustifolia Kunt*), también llamada "esterilla" (Col) o "chancada" (Perú)

⁴⁵ (***) Consiste en el despliegue de la caña aplastada mediante presión.

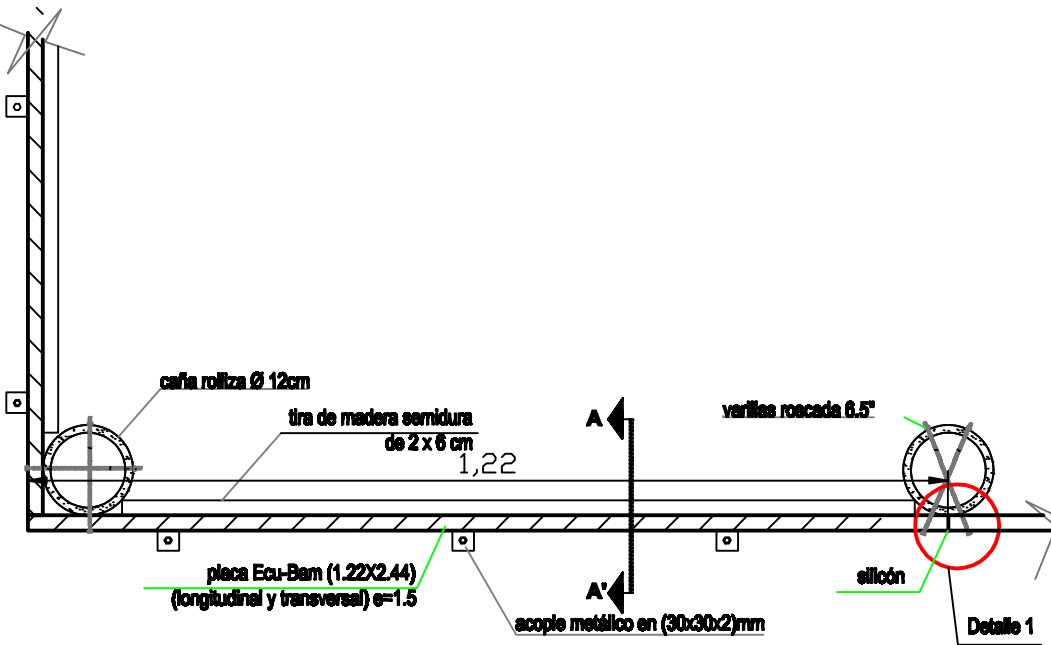
⁴⁶ (***) Son segmentos longitudinales paralelos a las fibras obtenidas del bambú, de dimensiones aproximadas de 1 cm de ancho y menos de 1 mm de espesor.

ENERGÍA INCORPORADA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Forma de uso</th> <th>Energía incorporada (MJ/Kg)</th> <th>Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>En estructura, caña secada al aire.</td> <td>1,20</td> <td>0,0000</td> </tr> <tr> <td>Pared secada al aire.</td> <td>2,00</td> <td>0,0000</td> </tr> </tbody> </table>	Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	En estructura, caña secada al aire.	1,20	0,0000	Pared secada al aire.	2,00	0,0000
	Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)							
	En estructura, caña secada al aire.	1,20	0,0000							
Pared secada al aire.	2,00	0,0000								
PROCESO CONSTRUCTIVO	<p>4. Se prefabrican los paneles en la planta, junto con la estructura portante.</p> <p>5. La estructura portante de las placas de Ecu-Bam o Plas-Bam es de caña rolliza Ø12cm, estas van ubicadas en forma vertical cada 1.22m.</p> <p>6. También se colocan en la parte inferior y superior del panel tiras de madera semidura de 6 x 2n para reforzar la estructura portante.</p> <p>7. Las placas de Ecu-Bam están sujetas a la caña rolliza con varillas roscadas de 6½”.</p> <p>8. Las tiras van sujetas a los paneles con tornillos avellanados de 1 ½”x 8.</p> <p>9. Además los paneles se sujetan al piso con acoples metálicos en de 30x30x2mm.</p>									
TIEMPO DE INSTALACIÓN	20-25 minutos cada m2 incluye anclajes (superior e inferior).									
CARACTERÍSTICAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> • Material ecológico, Inmunizado no es afectado por insectos xilófagos. • Las placas tienen un aspecto natural agradable. • Material resistente. • Bajo costo. • Fácil montaje. 									

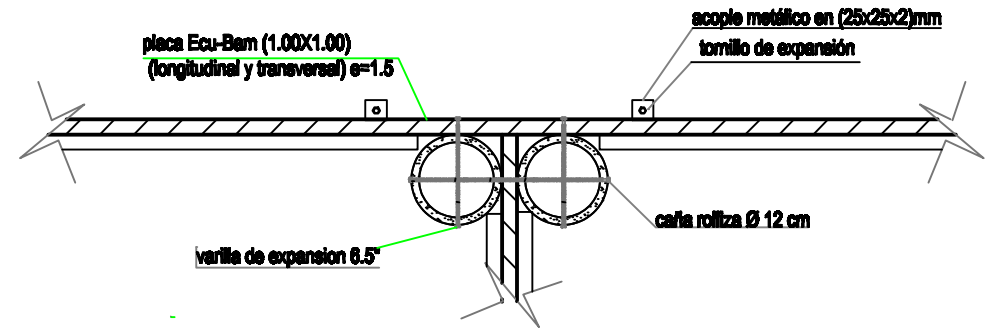
PARED INTERIOR DE ECUBAM O PLASBAM

N. 1

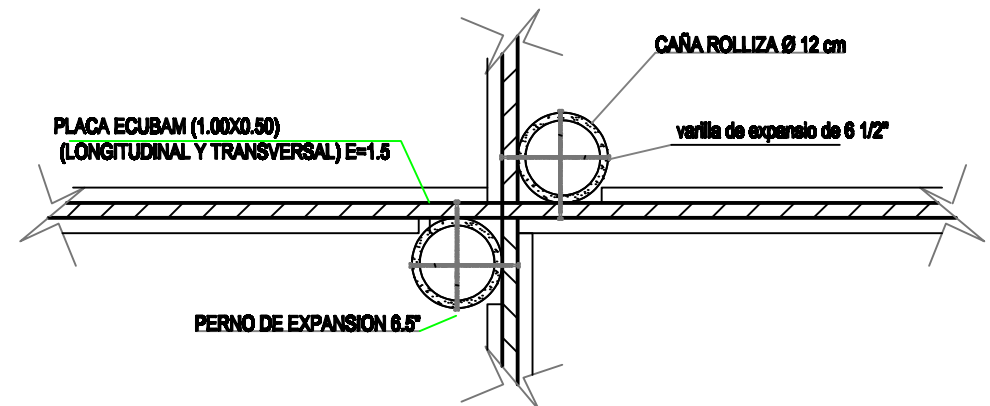
ESC: INDICADAS



PLANTA PARED CON PANELES ECU-BAM EN FORMA DE L
ESC:1.....10



PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM EN FORMA T
ESC:1.....10

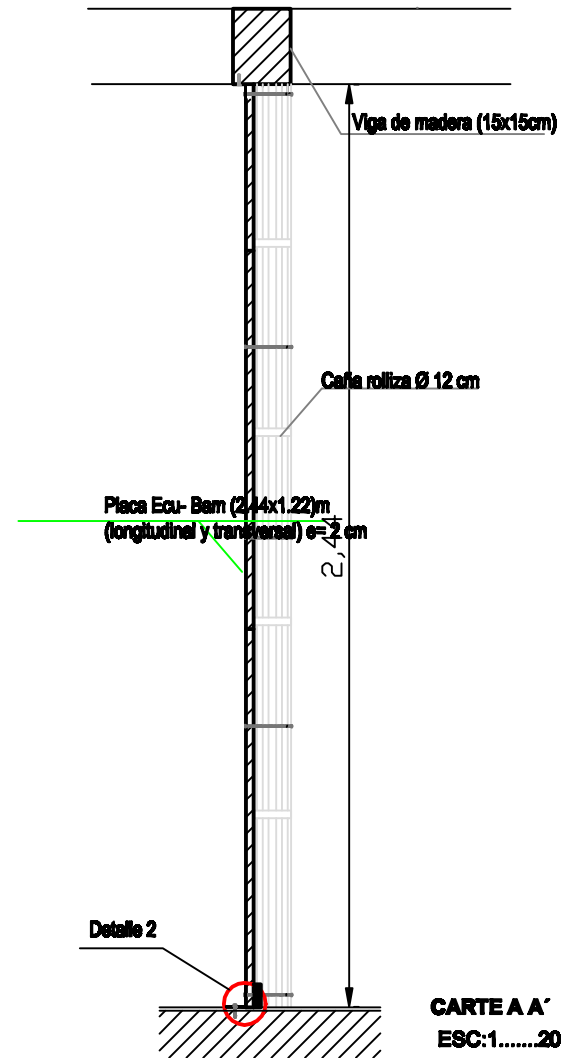
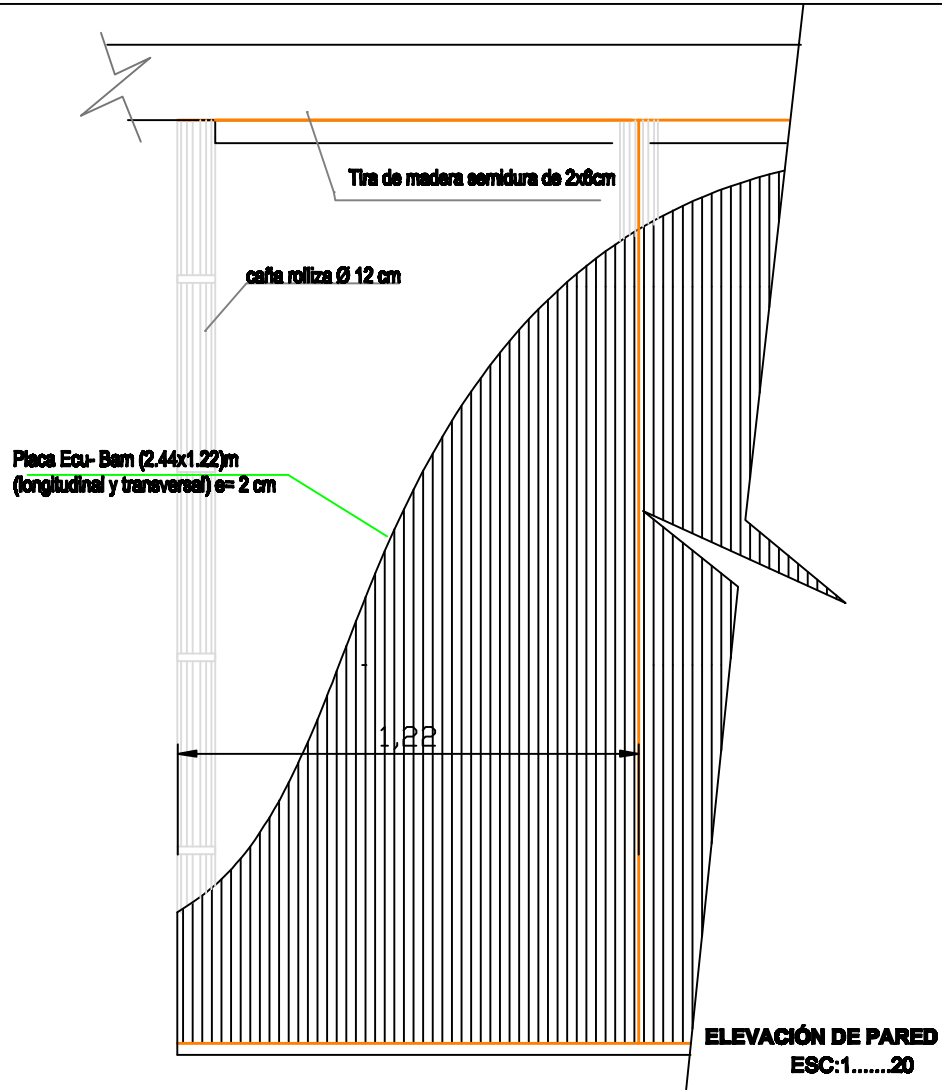


PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM EN FORMA +
ESC:1.....10

PARED INTERIOR DE ECUBAM O PLASBAM

N. 1

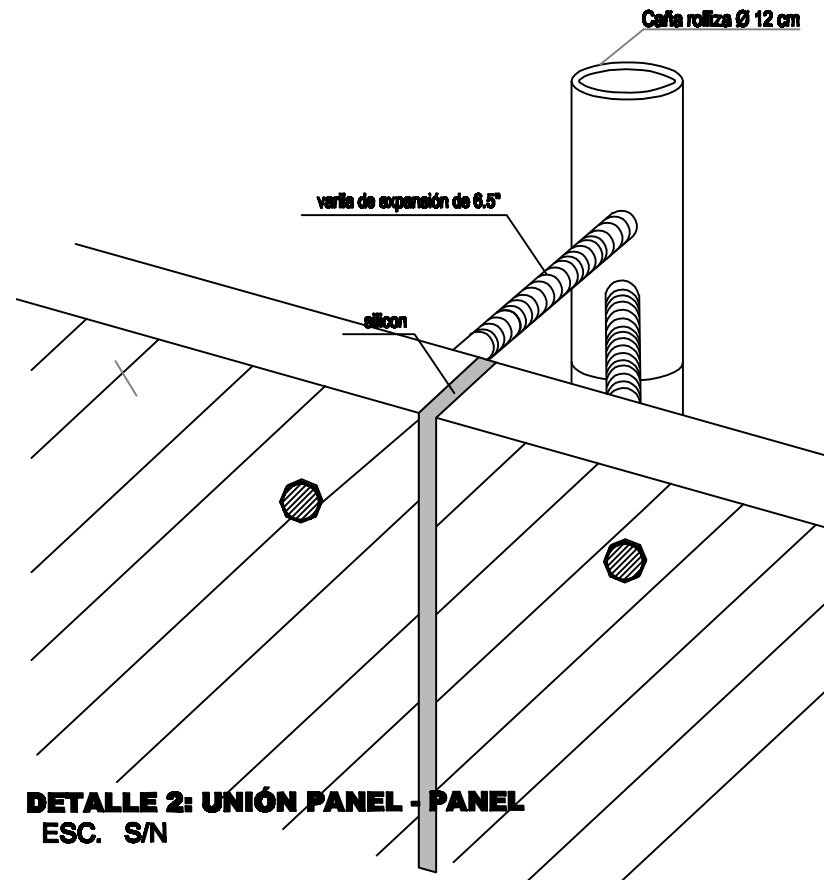
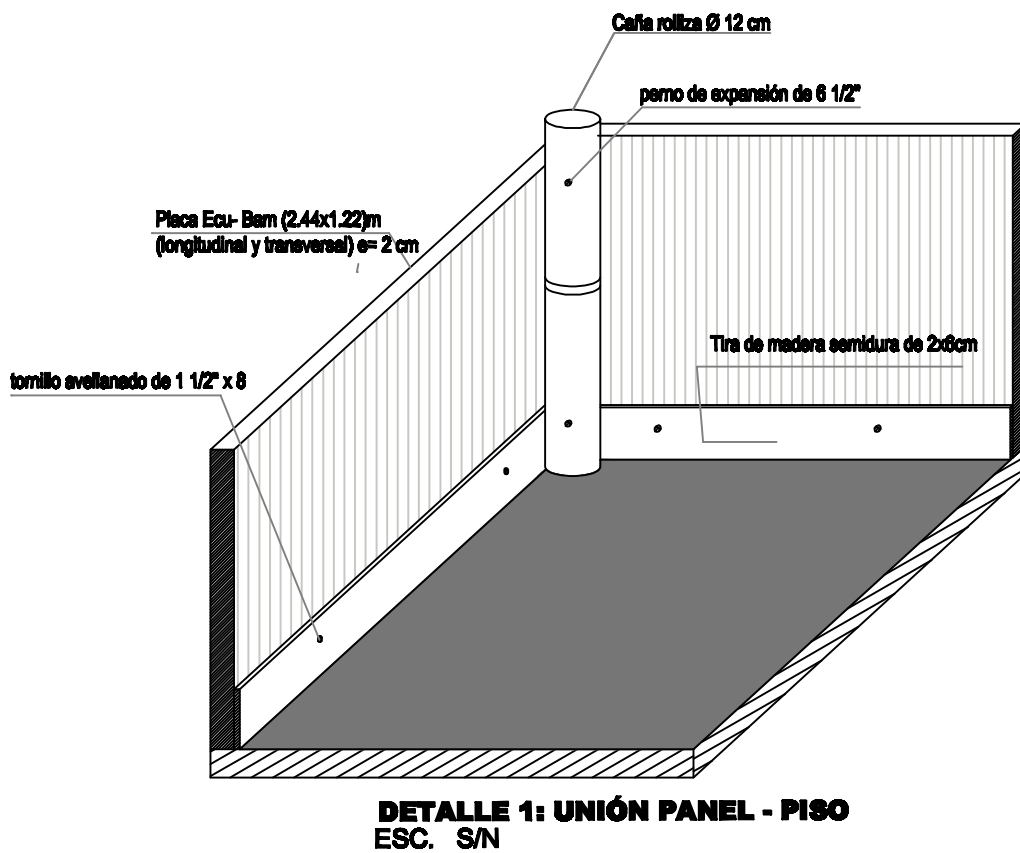
ESC: INDICADAS



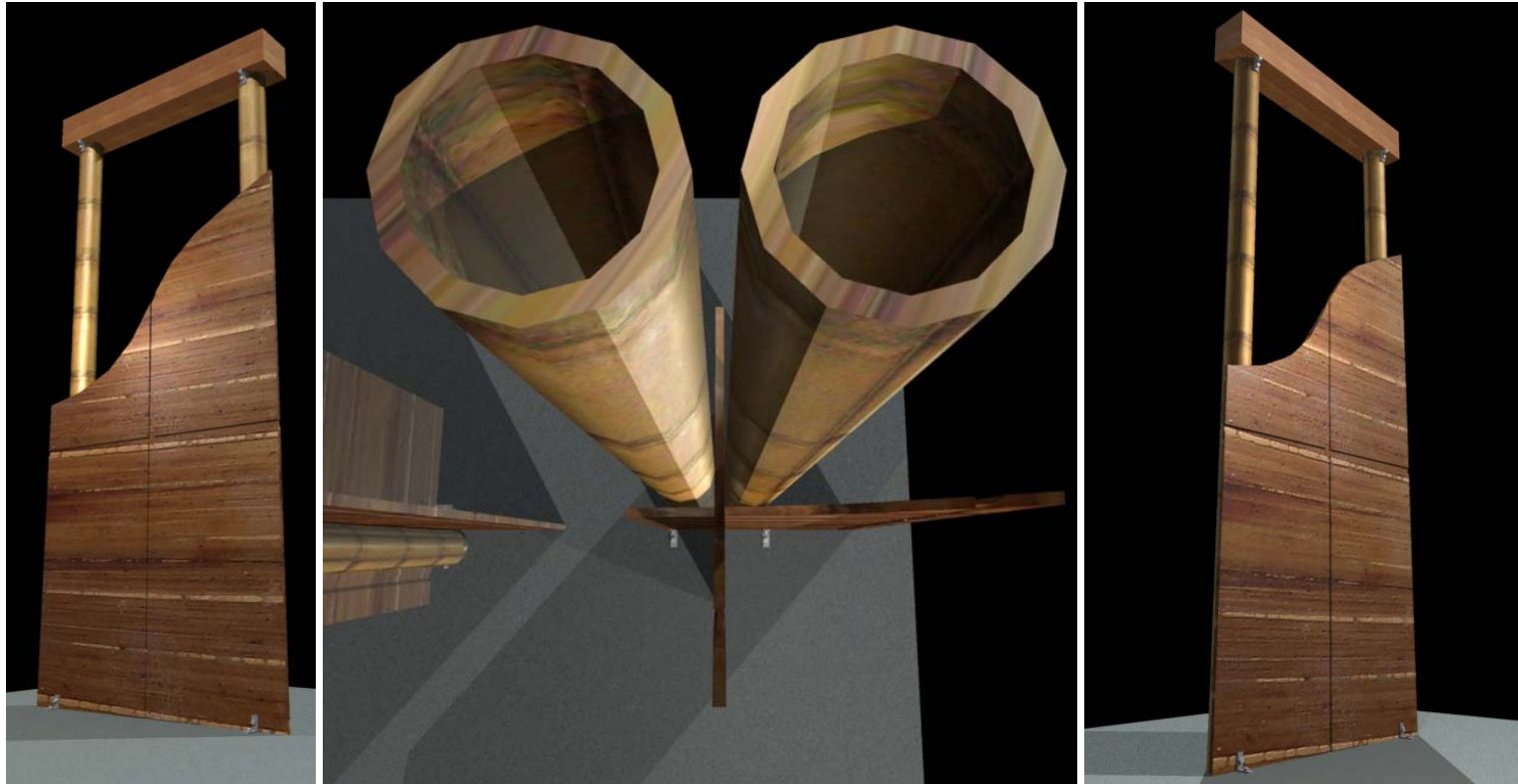
PARED INTERIOR DE ECUBAM O PLASBAM

N. 1

ESC: INDICADAS



GRAFICOS PROTOTIPO 1



Gráficos y detalles del prototipo 1

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS DETALLES DE PROTOTIPOS REALIZADOS A ESCALA



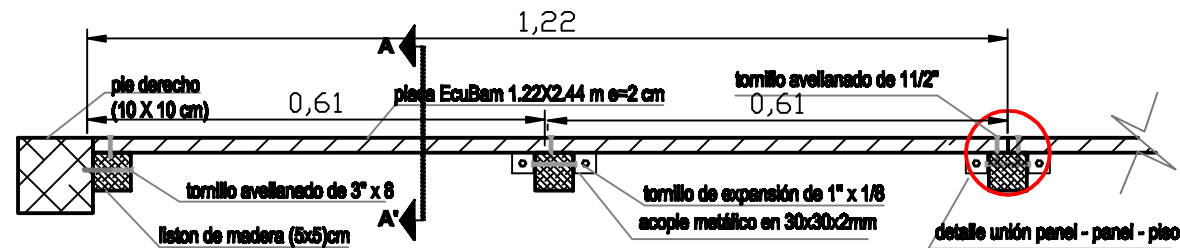
Detalle de unión en "L" realizado con Ecu-Bam C003

PAREDES INTERIORES DE ECU-BAM O PLAS-BAM					Nº 2
CONCEPTUALIZACIÓN	Está compuesta a partir de paneles simples de Ecu-Bam código 003 o Plas-Bam de dimensiones (1.22x2.44x0.02 m).				
ESTRUCTURA DE LA PARED	Se usa listones de madera (5x5)cm colocados cada 61cm.				
BASE DE RECUBRIMIENTO	Paneles de Ecu-Bam (1.22x2.44x0.02 m)				
RECUBRIMIENTO	Ester-Bam, Trip-Bam, pintura, barniz, laca.				
COSTO APROXIMADO	RUBRO (costo por m2): Material / M	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
	Placa de Ecu-Bam (1.22x2.44x0.02 m)	M2	1	20.00	20.00
	Tornillos avellanados de 1.5"x12mm	U	14	0.04	0.56
	Pernos expansivo de (1"x1/4")	U	0.72	0.38	0.28
	Cuartones de madera 2"	U	0.88	1.9	1.67
	Angulo de refuerzo (según detalle) 30x30x2mm	KG	0.28	1	0.28
	Mano de obra	M2	1	3.5	3.5
	* Costo aprox. de panel (2.44x1.22x0.02 m) 57.60			TOTAL	26.02
ENERGÍA INCORPORADA	Forma de uso		Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	En estructura madera secada al aire		1,20	0,0000	
	Sobre piso secada al aire		2,00	0,0000	

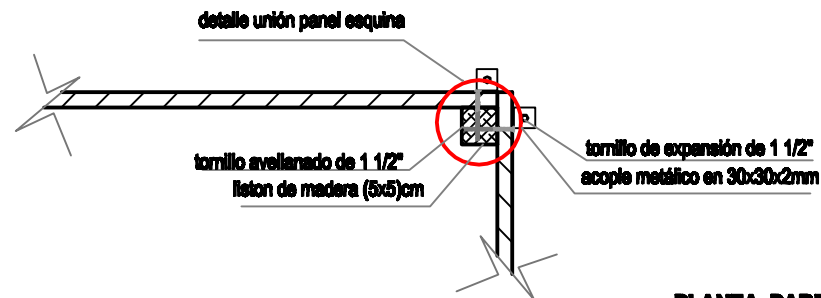
<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se prefabrican los paneles en la planta, junto con la estructura soportante. 2. La estructura soportante de las placas de Ecu-Bam recubierta de Ester-Bam es de listones de madera (5x5) cm, colocados cada 61 cm. 3. Las placas de Ecu-Bam están sujetas a la estructura soportante con pernos avellanados de 1 ½". 4. Los paneles se sujetan al piso y a la viga superior con acoples metálicos de 30x30x2mm.
<p>TIEMPO DE INSTALACIÓN</p>	<p>20-25 minutos cada m2 incluye anclajes (superior e inferior).</p>
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Material no contaminante. • El acabado final tiene aspecto natural agradable. • Material resistente • De fácil montaje • Es material resistente a los esfuerzos mecánicos.

PARED INTERIOR DE ECUBAM O PLASBAM

N.2
ESC Indicadas



PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM
ESC:1.....10

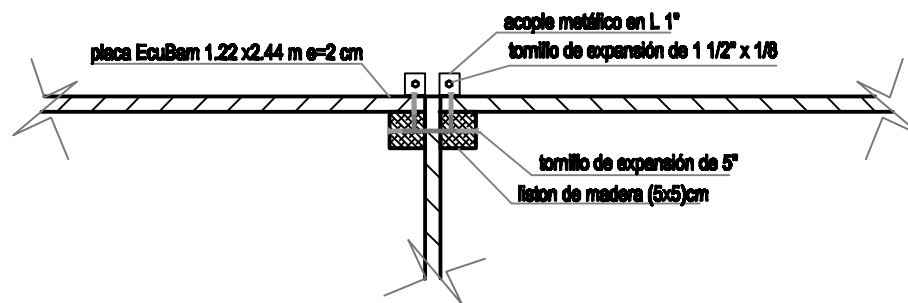


PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM EN FORMA DE L
ESC:1.....10

PARED INTERIOR DE ECUBAM O PLASBAM

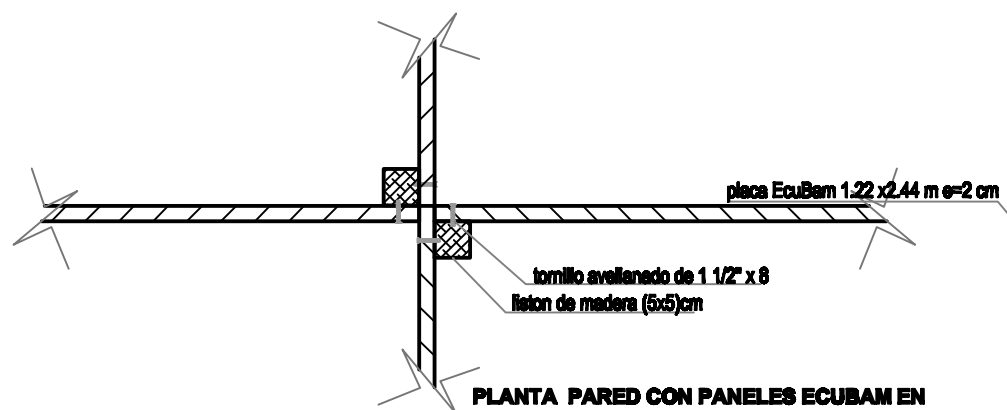
N. 2

ESC Indicadas



PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM EN FORMA T

ESC:1.....10



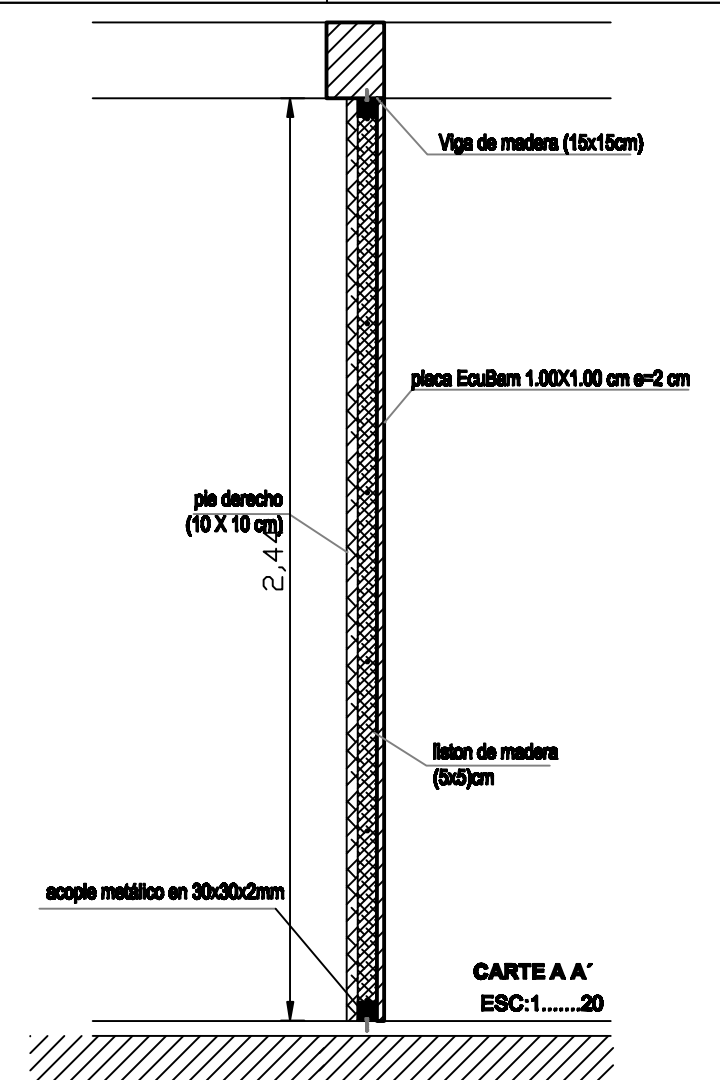
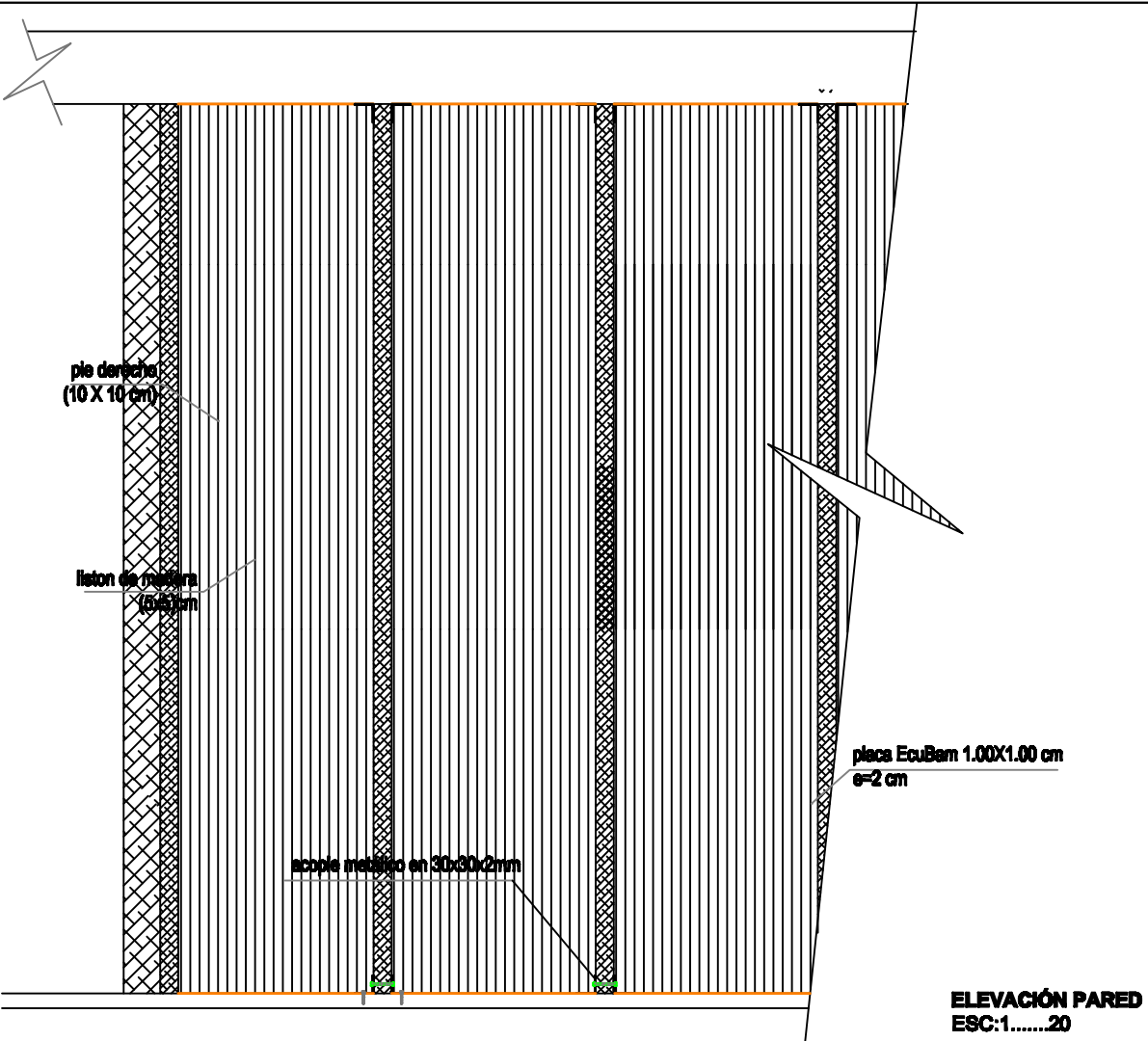
PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM EN FORMA DE +

ESC:1.....10

PARED INTERIOR DE ECUBAM O PLASBAM

N. 2

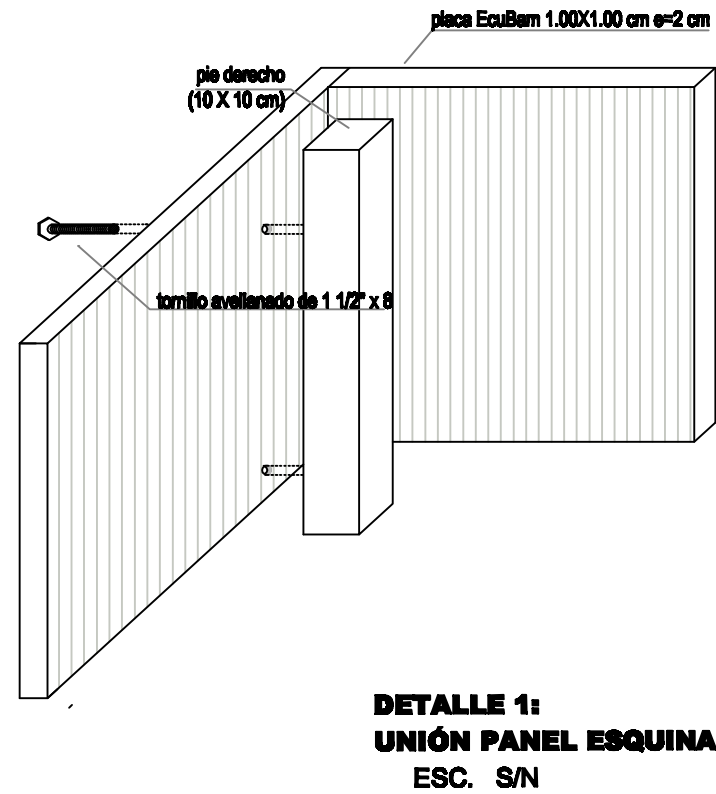
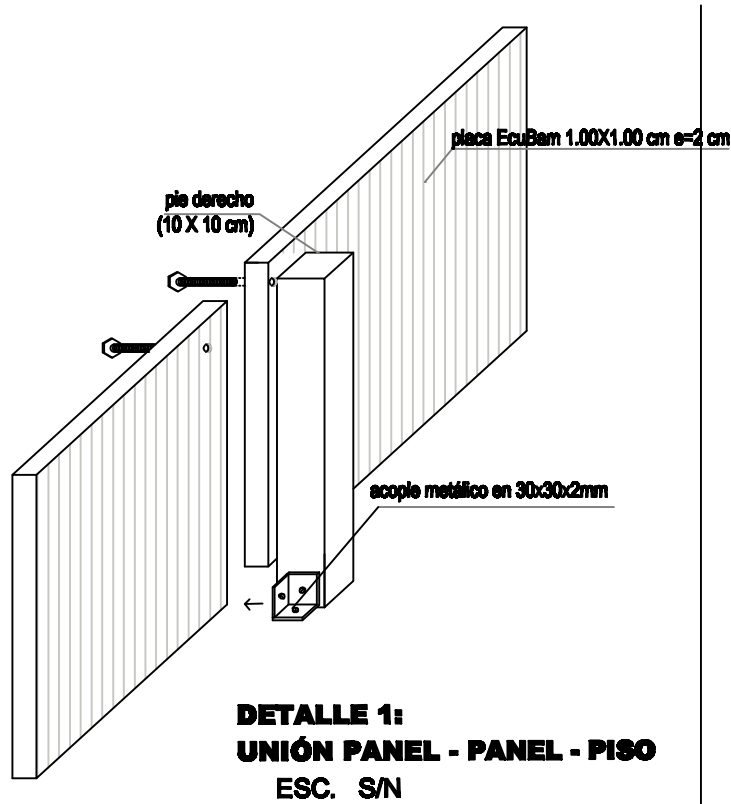
ESC Indicadas



PARED INTERIOR DE ECUBAM O PLASBAM

N.2

ESC Indicadas



GRAFICOS PROTOTIPO PARED 2



Gráficos del prototipo 2

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS PROTOTIPOS REALIZADOS EN PLACAS DE 50 X50 cm.



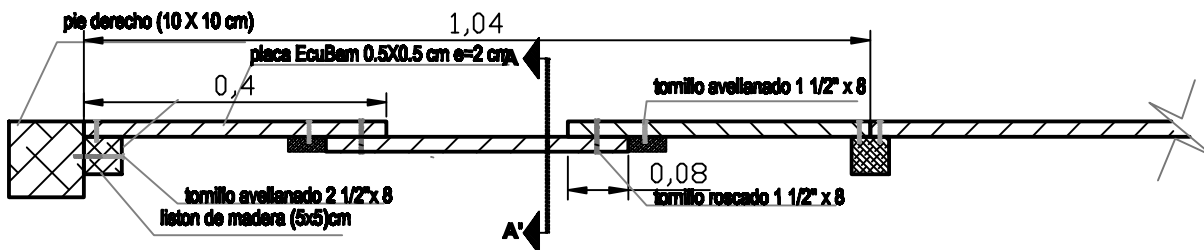
Detalle de pared contigua, utilizando Plas-Bam C003

PAREDES INTERIORES DE ECU- BAM O PLAS - BAM					Nº 3
CONCEPTUALIZACIÓN	Está compuesta a partir de paneles de Ecu-Bam código 003 o Plas-Bam de (2.44x0.406x0.02 m), que van traslapados de 8cm con una estructura soportante de listones de madera de 2 "(5x5cm) y tiras de maderas de 6 x 2cm.				
ESTRUCTURA DE LA PARED	Listones de madera de 2" colocados cada 1.22m. y tiras de madera de 6 x 2 cm				
BASE DE RECUBRIMIENTO	Los paneles de Ecu-Bam serán usados como base de recubrimiento.				
RECUBRIMIENTO	Pintura, laca, barnices.				
COSTO APROXIMADO	RUBRO (costo por m2):	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
	Placa de Ecu-Bam (2.40X0.406X0.02 m)	M2	1	20.00	20.00
	tiras	U	0.60	1.1	0.66
	cuarton	U	0.72	1.9	0.75
	Varillas roscadas	U	5	0.12	0.60
	Pernos abellanados	U	14	0.04	0.56
	Mano de obra	M2	1	3.5	3.50
				TOTAL	26.07

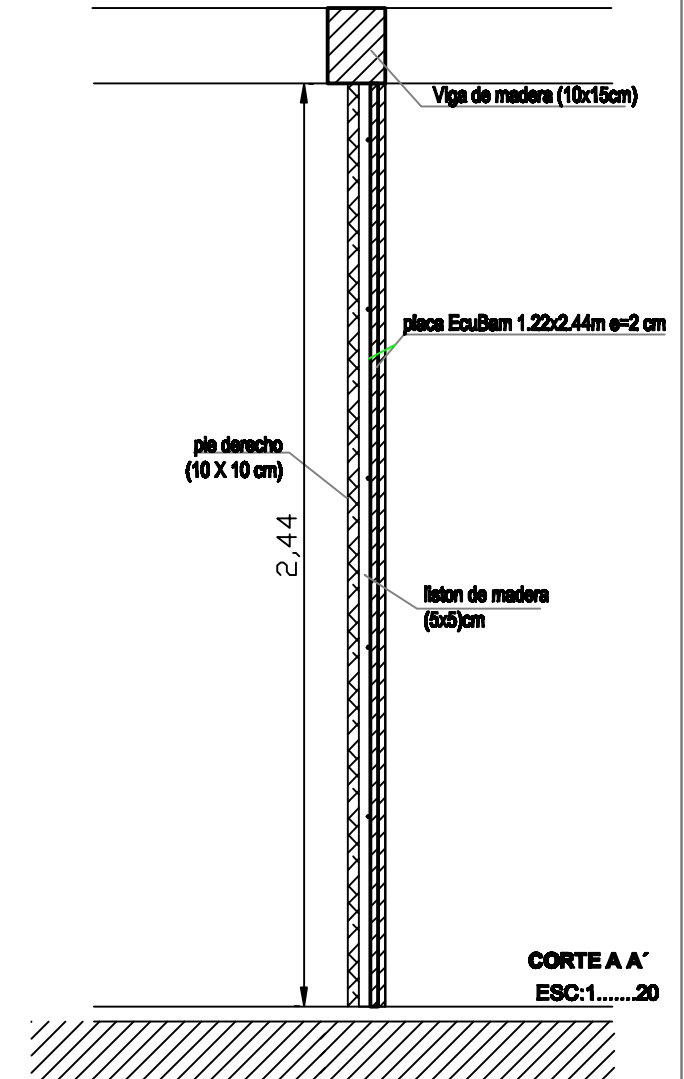
ENERGÍA INCORPORADA DEL MATERIAL (MJ/Kg)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Forma de uso</th> <th>Energía incorporada (MJ/Kg)</th> <th>Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>En estructura madera secada al aire</td> <td>1,20</td> <td>0,0000</td> </tr> <tr> <td>Paredes secada al aire</td> <td>2,00</td> <td>0,0000</td> </tr> </tbody> </table>	Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	En estructura madera secada al aire	1,20	0,0000	Paredes secada al aire	2,00	0,0000
	Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)							
	En estructura madera secada al aire	1,20	0,0000							
Paredes secada al aire	2,00	0,0000								
PROCESO CONSTRUCTIVO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se prefabrican los paneles en la planta, junto con la estructura soportante. 2. Las placas de Ecu-Bam se traslapan cada 40cm, sujetándose entre estas con tornillos avellanados de 1" y a una tiras de madera de 6 x 2 cm. 3. La estructura soportante de las placas de Ecu-Bam, es de listones de madera 450x475cm, colocados cada 40 cm y de tiras de madera de 6 x 2m colocadas justo en donde termina el traslape.. 4. Las placas de Ecu-Bam están sujetas con pernos avellanados de 1 ½" de lado y lado al listón de madera. 5. Los paneles de doble placa de Ecu-Bam a cada 40 cm se sujetan al piso y a la viga superior con acoples metálicos de 30x30x2mm. 									
TIEMPO DE INSTALACIÓN	20-25 minutos cada m2 incluye anclajes (superior e inferior).									
CARACTERÍSTICAS GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> • Material ecológico. • Las placas tienen un aspecto natural agradable. • Material resistente • De bajo costo • Fácil de armado • Material resistente a los esfuerzos mecánicos. 									

PARED INTERIOR DE ECUBAM O PLASBAM

N. 3
ESC 1_10



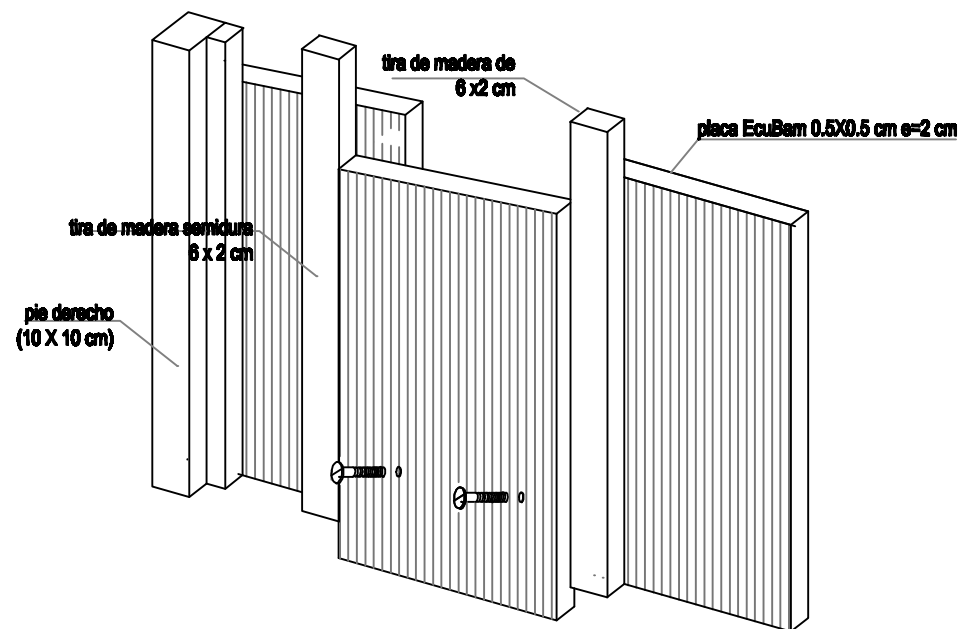
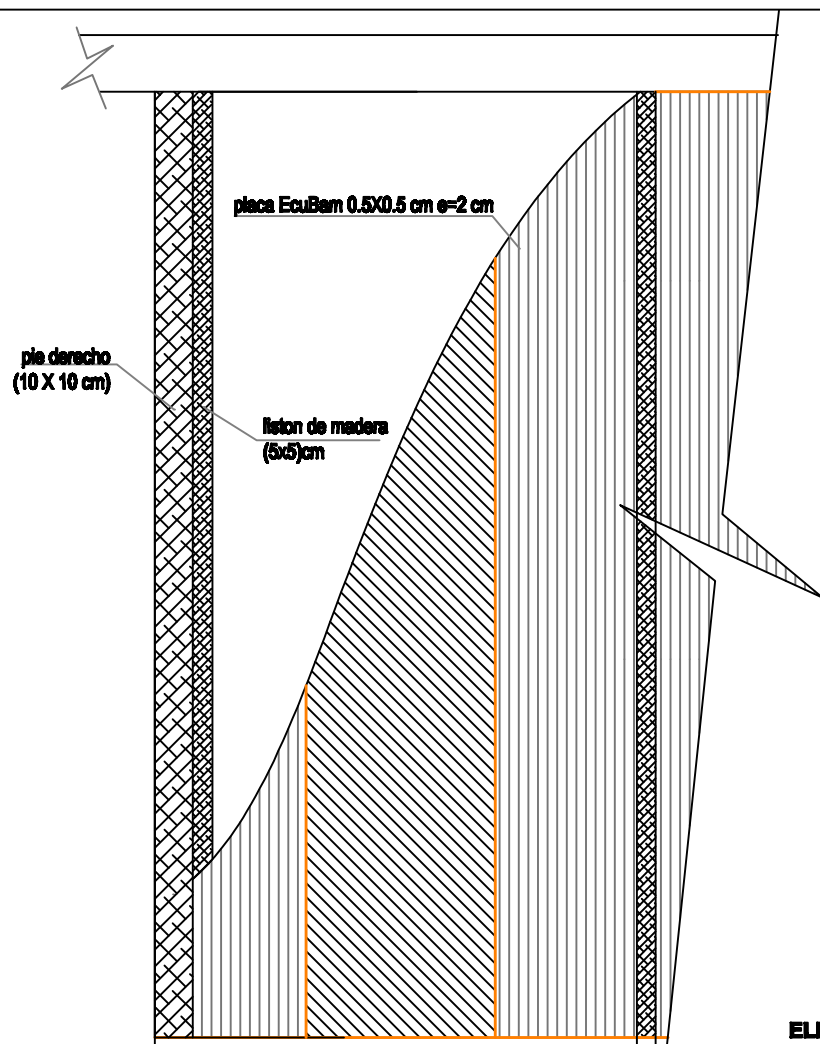
PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM
ESC:1.....10



CORTE A A'
ESC:1.....20

PARED INTERIOR DE ECUBAM O PLASBAM

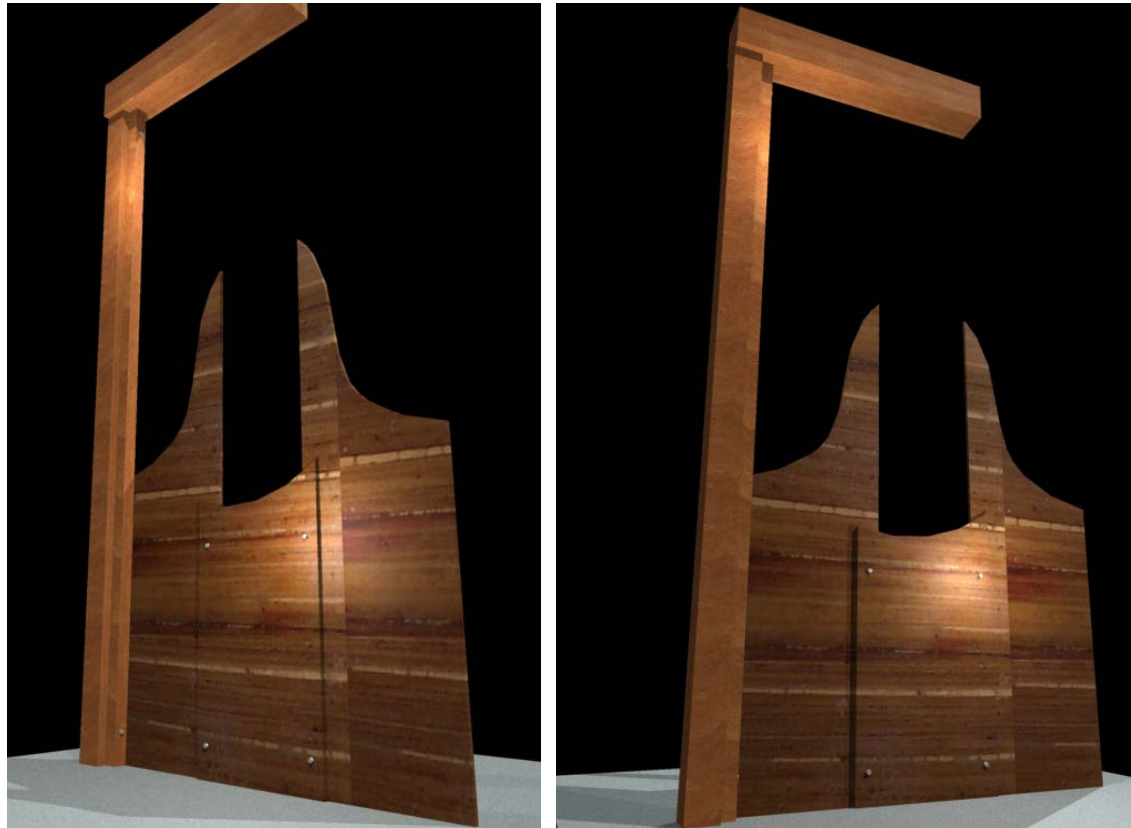
N. 3



DETALLE UNIÓN PANEL - PANEL
ESC. S/N

ELEVACIÓN DE PARED
ESC:1.....20

GRAFICOS DEL PROTOTIPO PARED 3



Gráficos del prototipo 2

16.2 PAREDES EXTERIORES

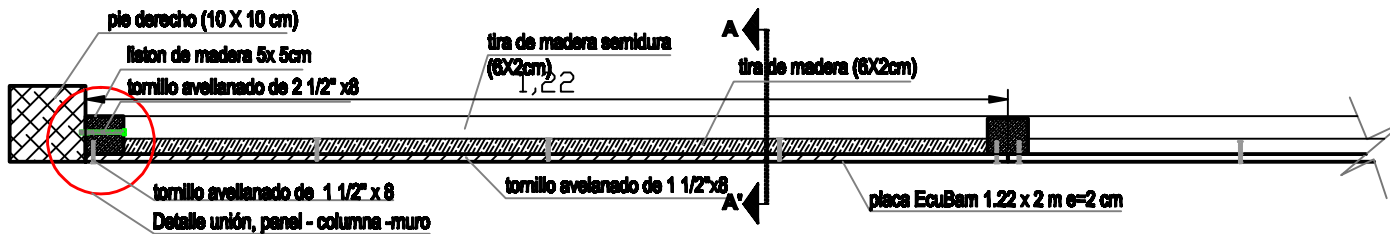
PAREDES EXTERIORES DE ECU-BAM O PLAS-BAM					Nº 4
CONCEPTUALIZACION	Es una pared conformada por 1 panel simple de Ecu-Bam (1.22x2.44x0.02 m), que descansa sobre un muro de 44 cm.				
ESTRUCTURA DE LA PARED	Se usa listones de madera (7x4cm) y tiras de madera de 6 x 2cm en forma horizontal en la parte inferior, media y superior del panel.				
BASE DE RECUBRIMIENTO	La base de recubrimiento está conformada por los bloques (del muro) y los paneles Ecu-Bam.				
RECUBRIMIENTO	Mortero para enlucido de muro y pintura, laca, barnices.				
COSTO	RUBRO (costo por m2): Material / M	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
	Placa de Ecu-Bam (1.22x2.44x0.02 m)	M2	1	20.00	20.00
	Cuarton	U	0.72	1.9	1.37
	Tiras	U	1.70	1.1	1.87
	Penos avellanados	U	14	0.04	0.56
	Mano de obra	M2	1	3.00	3.00
				TOTAL	26.80
ENERGIA INCORPORADA	Forma de uso		Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	En estructura madera secada al aire		1,20	0,0000	
	Paredes secada al aire		2,00	0,0000	

<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza un antepecho de bloque a una altura determinada. 2. Sobre éste antepecho se coloca una tira de madera (7x2cm), sujetándola a la mampostería con tornillos avellanados de 1 ½"x 8. 3. Sobre la tira de madera se ubican los paneles don la estructura soportante, los mismos que va conformados por listones de madera (5x5cm) cada 1.22m de forma vertical y tiras de madera de 6 x 2cm en forma horizontal en la parte inferior media y superior de los paneles, a manera de estructura portante, van ajustados con tornillos avellanados de 1 ½"x8". 4. Finalmente los paneles de Ecu-Bam con la estructura portante están sujetos a la tira de madera que está sobre el muro con pernos avellanados de 4"x8.
<p>TIEMPO DE INSTALACIÓN</p>	<p>20-25 minutos cada m2 incluye anclajes (superior e inferior)., sin muro de mampostería</p>
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es un material ecológico. . • Inmunizado no es afectado por insectos xilófagos. • El acabado final es agradable estéticamente. • Es fácil de armar • Es material resistente a los esfuerzos mecánicos.

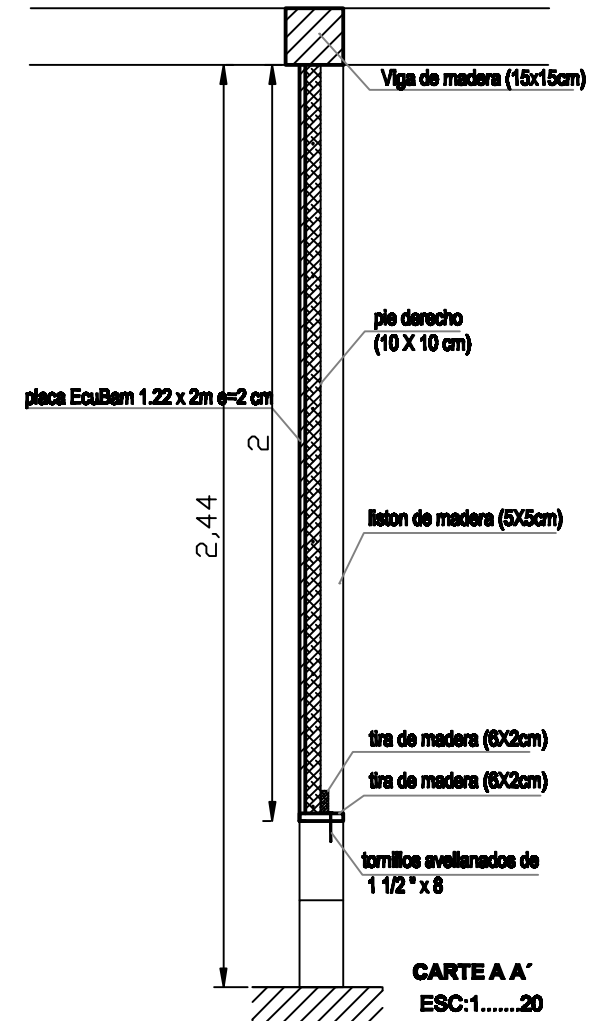
PARED EXTERIOR DE ECUBAM

N. 4

ESC: las Indicadas



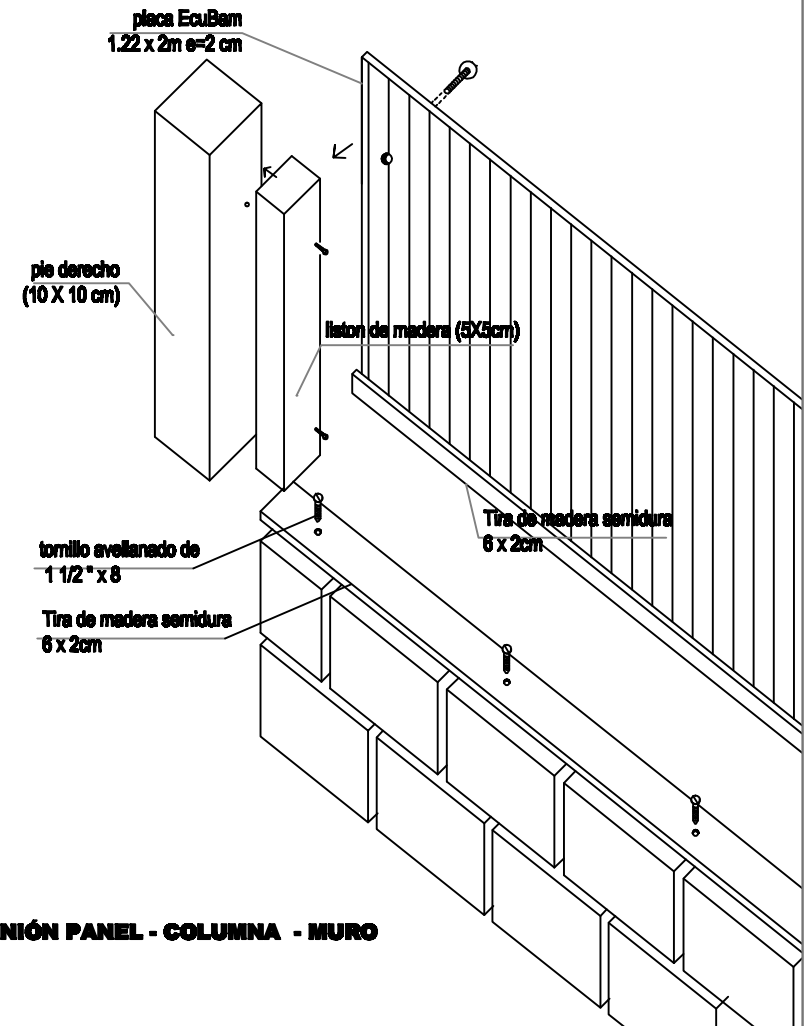
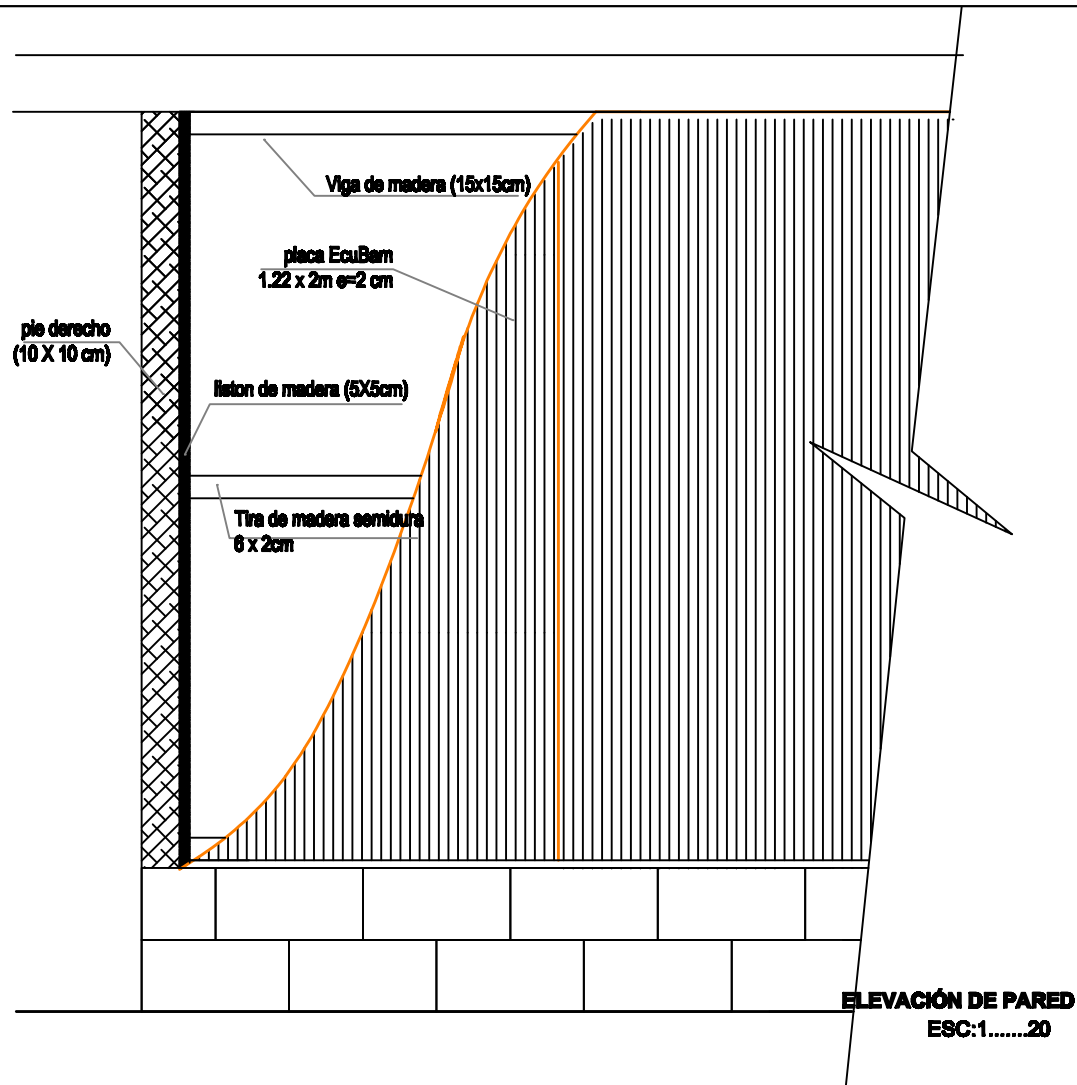
PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM
ESC:1.....10



PARED EXTERIOR DE ECUBAM

N. 4

ESC: Las Indicadas



GRAFICOS DEL PROTOTIPO 4



Gráficos del prototipo 3

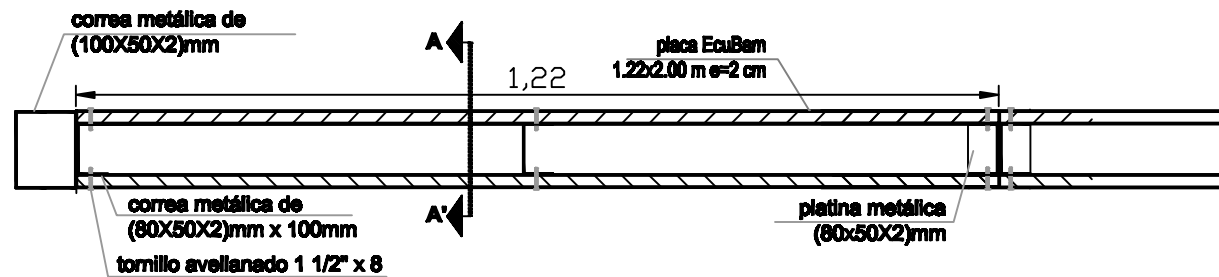
PAREDES EXTERIORES DE ECU-BAM O PLAS-BAM					Nº 5
CONCEPTUALIZACIÓN	Es una pared conformada por 2 paneles de Ecu-Bam de (1.22X2.44X0.02)m, unidos entre sí con estructura metálica, segmentos de (80X50X2)mmx100mm, que descansa sobre un muro de bloque (44 cm.)				
ESTRUCTURA DE LA PARED	Estructura portante metálica, segmentos de (80X50X2)mm x 100mm				
BASE DE RECUBRIMIENTO	La base de recubrimiento está conformada por los bloques y los paneles Ecu-Bam.				
RECUBRIMIENTO	Mortero para los bloques y pintura, laca, barnices.				
COSTO	RUBRO (costo por m2):	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
	Material / M				
	Placa de Ecu-Bam (1.22 x 2.44)m	M2	1	40	40
	Tornillos avellanados de 1.5"x12mm	U	18	0.04	0.72
	Estructura portante	Kg	0.61	1	0.61
	Mano de obra	M2	1	4	4
			TOTAL	45.3	
ENERGIA INCORPORADA	Forma de uso		Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)	
	En estructura madera secada al aire		1,20	0,0000	
	Sobre piso secada al aire		2,00	0,0000	

<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza un antepecho de bloque a una altura determinada. 2. Sobre éste antepecho se coloca una placa metálica de (70x40X2)mm que va soldada a una varilla de Ø12mm la cual, está anclada a la mampostería. 3. luego se coloca el panel doble de Ecu-Bam de (122X244X1.5)cm, conformado por segmentos metálicos de (80X50X2)mm x 100mm, los cuales, van soldado a la columna metálica. 4. Tanto la base inferior como la superior del panel doble, van soldadas a una platina metálica de (70x40x2)mm que está fijada tanto a la mampostería como a la viga metálica. 5. Finalmente el panel doble se une al otro panel, mediante soldadura entre los segmentos metálicos de (80X50X2)mm x 100mm.
<p>TIEMPO DE INSTALACIÓN</p>	<p>20-25 minutos cada m2 incluye anclajes (superior e inferior)., sin muro de mampostería</p>
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es un material ecológico. . • Inmunizado no es afectado por insectos xilófagos. • El acabado final es agradable estéticamente. • Es fácil de montaje • Es material resistente a los esfuerzos mecánicos.

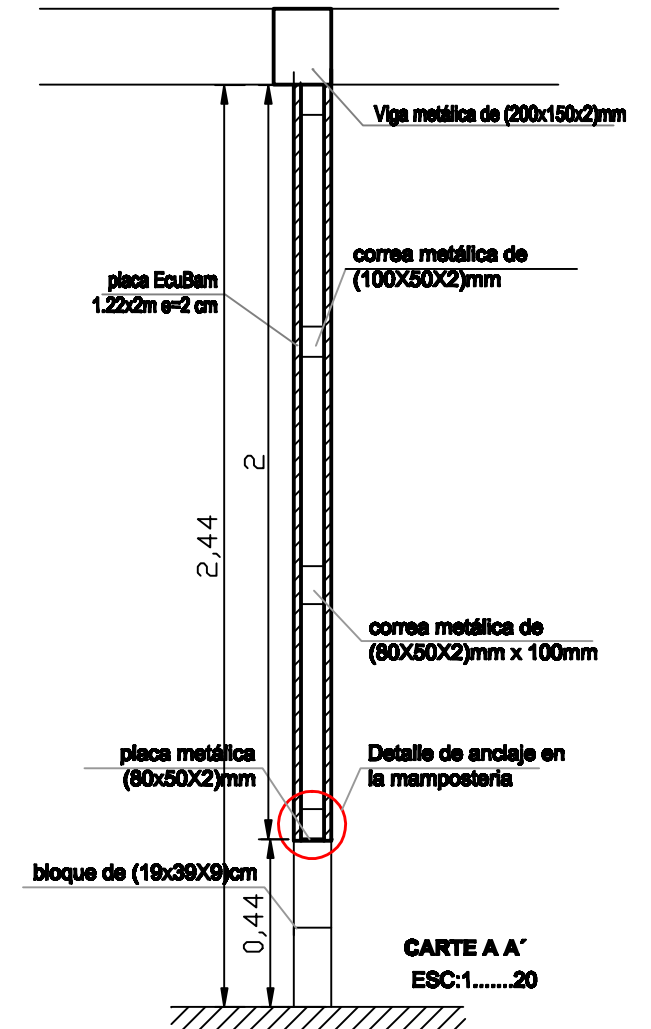
PARED EXTERIOR DE ECUBAM

N. 5

ESC: Las Indicadas



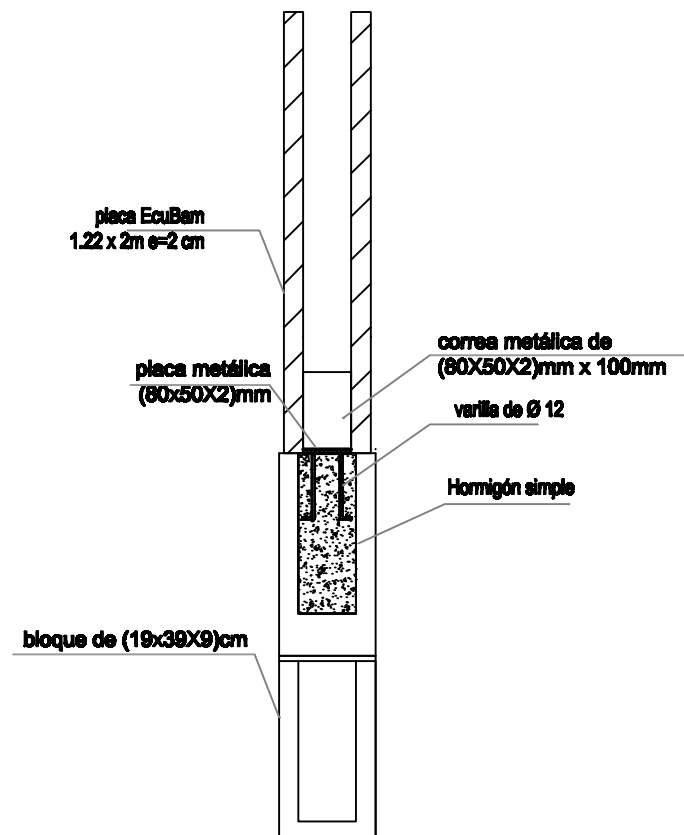
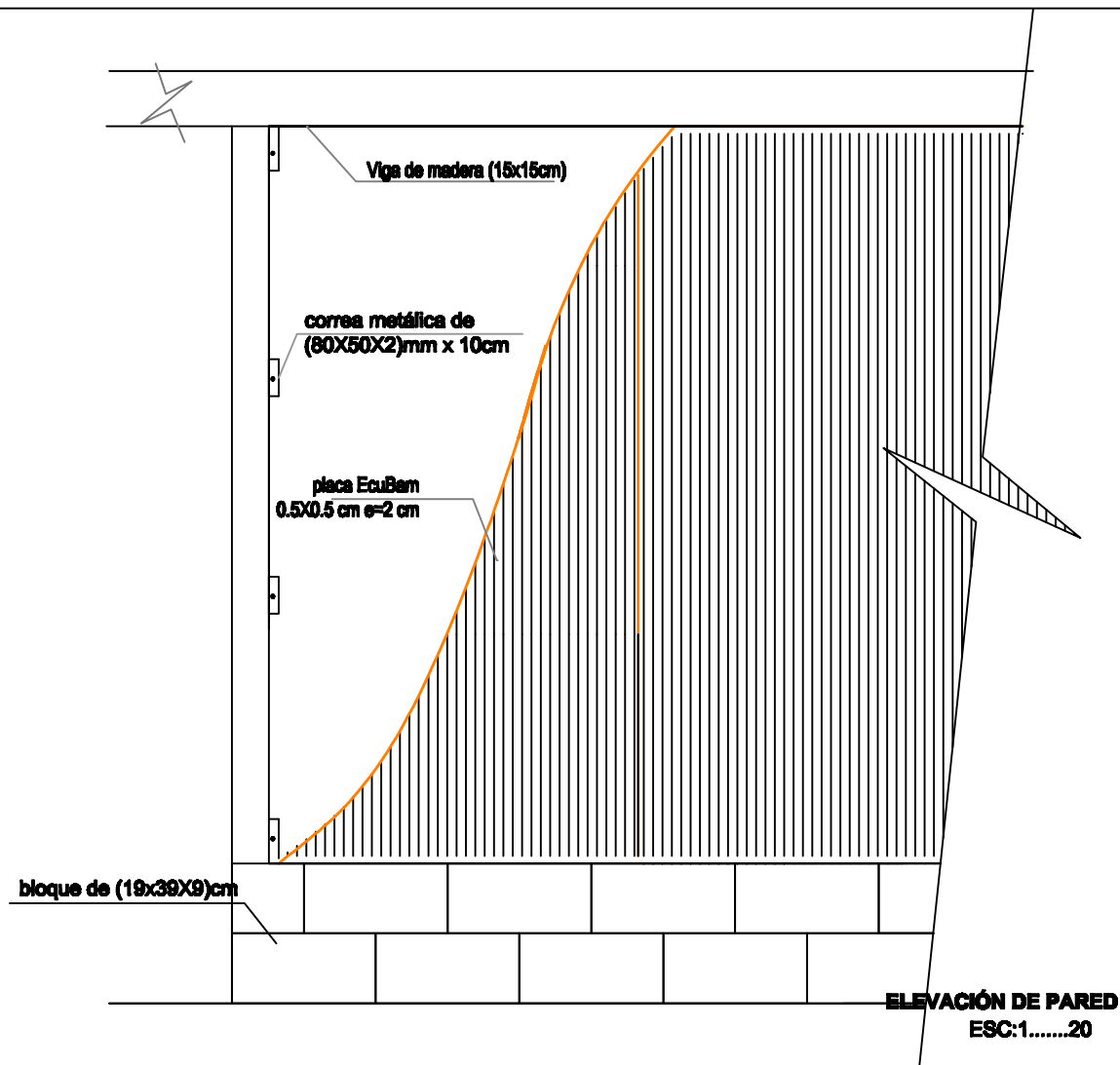
PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM
ESC:1.....10



PARED EXTERIOR DE ECUBAM

N. 5

ESC: Las indicadas



DETALLE DE ANCLAJE EN MAMPOSTERIA
ESC. S/N

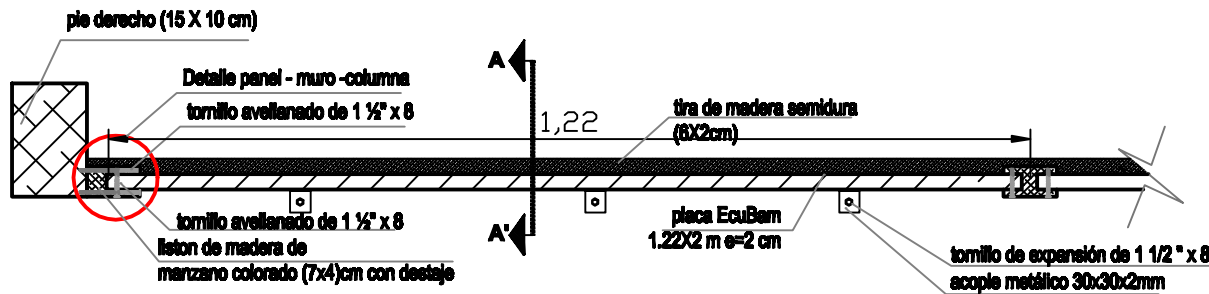
PAREDES EXTERIORES DE ECU-BAM O PLAS-BAM				N° 6	
CONCEPTUALIZACION	Es una pared conformada por 1 panel simple de Ecu-Bam (100X200X1.5)cm, que descansa sobre un antepecho de bloque (40 cm.)				
ESTRUCTURA DE LA PARED	Se usa listones de madera (7x4cm) con destaje en forma vertical y tiras de madera de 6 x 2cm en forma horizontal, ubicadas en la parte inferior, media y superior del panel.				
BASE DE RECUBRIMIENTO	La base de recubrimiento está conformada por los bloques y los paneles Ecu-Bam.				
RECUBRIMIENTO	Mortero para los bloques y pintura, laca, barnices.				
COSTO	RUBRO: Material / M	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
	Placa de Ecu-Bam (1.22x)	M2	1	20.00	20.00
	Tiras	U	0.52	1.10	0.58
	Cuarton	U	0.52	1.90	1.00
	Angulo 30x30x2mm	kg	0.61	1	0.61
	Penos expansivos	U	1	0.38	0.38
	Pernos avellanados	U	14	0.04	0.54
	Mano de Obra	M2	1	3.50	3.50
				TOTAL	26.61
ENERGIA INCORPORADA	Forma de uso	Energía incorporada (MJ/Kg)	Emisiones CO2 (Kg CO2/Kg)		
	En estructura madera secada al aire	1,20	0,0000		
	Sobre piso secada al aire	2,00	0,0000		

<p>PROCESO CONSTRUCTIVO</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza un antepecho de bloque a una altura determinada. 2. Sobre éste antepecho se coloca una tira de madera (7x2cm), sujetándola a la mampostería con tornillos avellanados de 1 1/2"x8. 3. Sobre la tira de madera se ubican los paneles conformados con los listones (7x4cm) de madera con destaje cada 122cm ajustados con tornillos avellanados de 4"x 8 y tiras de madera de 6 x 2 cm colocadas en la parte inferior, media y superior del panel a manera de estructura portante, que van ajustadas con tornillos avellanados de 1 1/2"x 8. 4. Luego se empotran los paneles de Ecu-Bam en los listones de madera con destaje sujetos con pernos avellanados de 1 1/2"x8. 5. para rigidizar los paneles se ajustan tanto al piso, como a la vida superior con acoples metálicos en de 30x30x2mm.
<p>TIEMPO DE INSTALACIÓN</p>	<p>20-25 minutos cada m2 incluye anclajes (superior e inferior)., sin muro de mampostería</p>
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es un material ecológico. . • Inmunizado no es afectado por insectos xilófagos. • El acabado final es agradable estéticamente. • Es fácil de armar

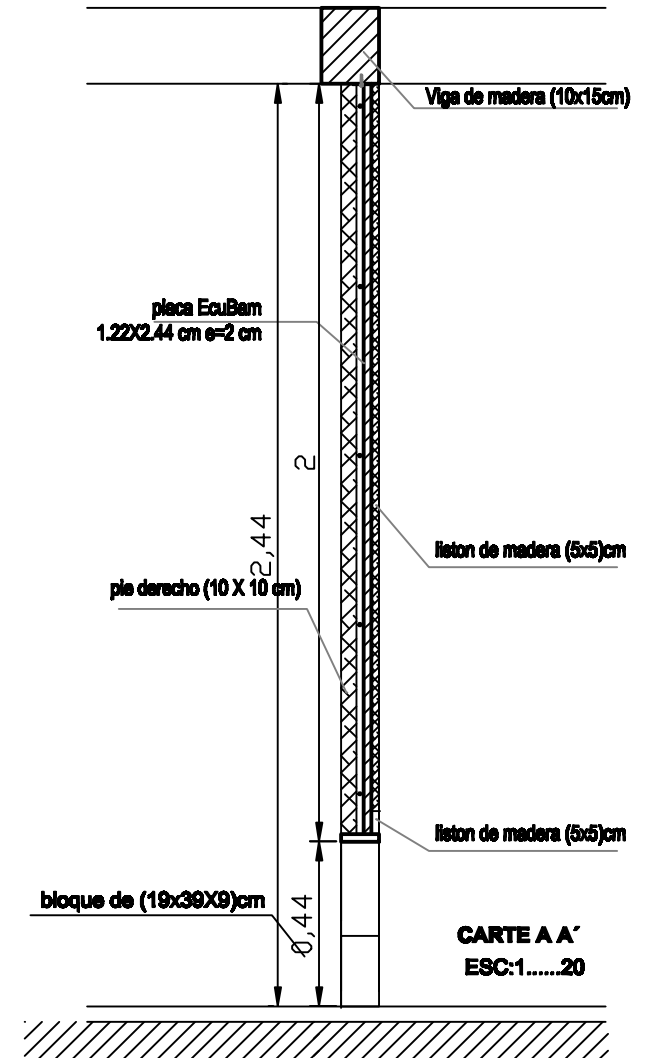
PARED EXTERIOR DE ECUBAM

N. 6

ESC: Las indicadas



PLANTA PARED CON PANELES ECUBAM
ESC:1.....10

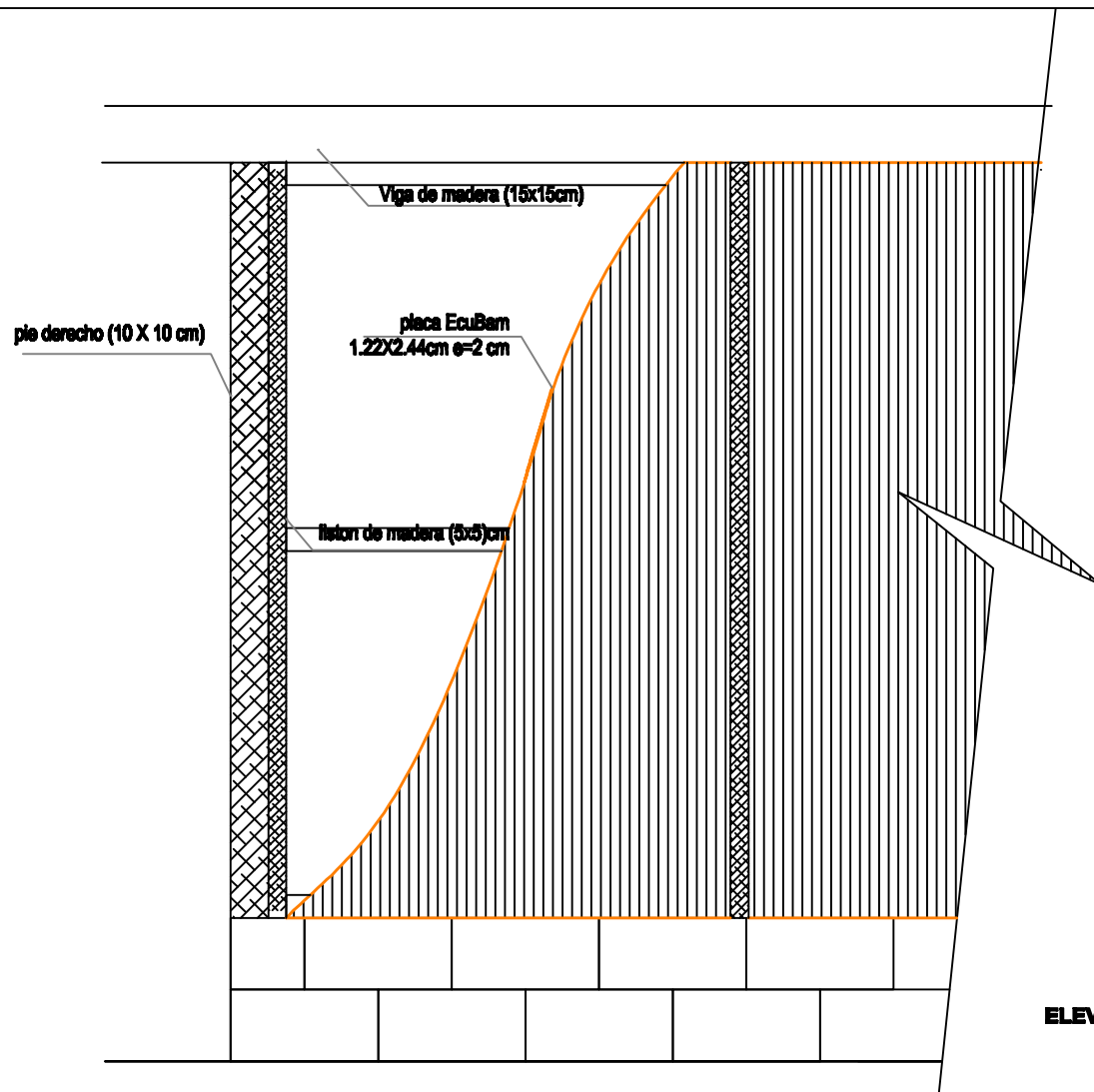


CARTE A A'
ESC:1.....20

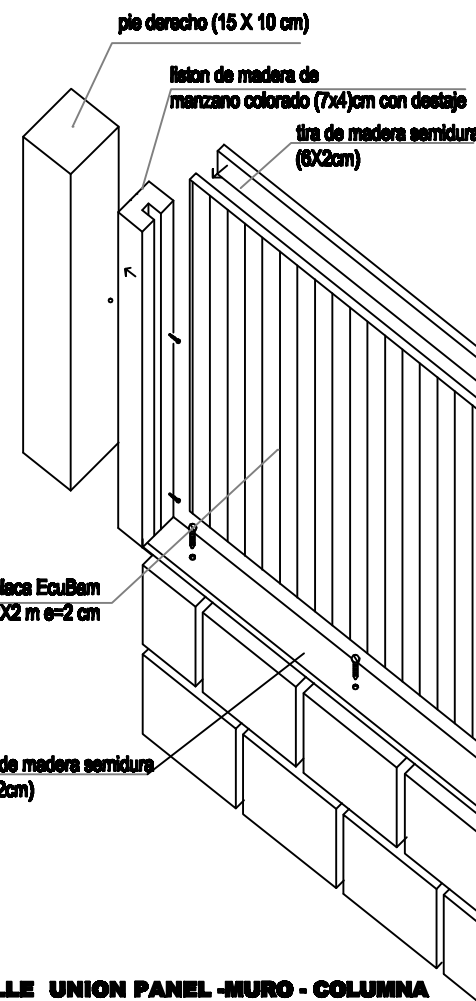
PARED EXTERIOR DE ECUBAM

N. 6

ESC: Las Indicadas



ELEVACIÓN DE PARED
ESC:1.....20



DETALLE UNION PANEL -MURO - COLUMNA
ESC. S/N

REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL PROTOTIPOS DE LA PARED 6



Registro fotográfico del prototipos de la pared 6



Registro fotográfico del prototipos de la pared 6

17 MEMORIA DESCRIPTIVA DE ENSAYOS FÍSICOS-MECÁNICOS.

17.1 Introducción

La elaboración de ensayos físico-mecánicos, nos permiten conocer las propiedades y el comportamiento del material expuesto, en este caso de la Guadua Angustifolia Kunt y sus aplicaciones (Ecu-Bam , Ester-Bam y Plas- Bam), además nos facilitará conocer los defectos de los elementos terminados.

Para determinar las propiedades de los diferentes componentes constructivos diseñados en esta tesis, se ha considerado los resultados obtenidos de las diferentes probetas sometidas a ensayos físico-mecánicos que se han desarrollado en el proyecto PPE.

Se puede mencionar que las pruebas físicas se establecieron dentro del laboratorio del mismo proyecto, mientras que, las pruebas mecánicas se desarrollaron en los laboratorios en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), bajo la dirección técnica del Ing. Marcos Tapia (Asesor Externo del proyecto PPE).

17.2 Memoria Descriptiva de Ensayos Físicos.

Es necesario elaborar probetas para obtener los primeros resultados de las propiedades físicas (absorción y pérdidas de humedad, densidad) de los Ecomateriales a ser utilizados (Ecu-Bam, Ester-Bam y Plas-Bam).

A continuación se manifiestan el procedimiento realizado, los instrumentos utilizados, y los resultados que se obtuvieron con sus respectivos análisis.

PROCEDIMIENTO

1. Se realizaron 6 probetas de Ecu-Bam y 6 probetas de Ester-Bam, utilizando PVC (poli vinil acetato) como pegante.
2. Cada una de las probetas tiene sus propias especificaciones, ya sea en cantidad de láminas, espesor, cantidad de pegante, peso específico, humedad.
3. Las dimensiones iniciales de estas probetas fueron de 25 x 12,5cm, y de espesor 1,5cm luego de prensarlos las dimensiones de estas probetas se modificaron las que están reflejadas en los cuadros posteriores.
4. Para la determinación de la densidad de las probetas, se miden el volumen de cada una (dimensiones de longitud, ancho y espesor, mediante un calibrador) y el peso en gramos.

INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para la establecer las propiedades físicas de la Ecu-Bam y Ester-Bam es preciso utilizar instrumentos que determinen las dimensiones y el peso de cada probeta, además se necesita un horno de secado.

- Calibrador



Imagen 1 Calibrador

- Balanza de precisión de 0.01gr



Imagen 2 Balanza de precisión de 0.01gr

- Horno tipo SNB con rango de 0° a 220° C



Imagen 3 Horno tipo SNB con capacidad de 220°C

MARCO CONCEPTUAL:

DENSIDAD.- Es la cantidad masa que posee un cuerpo en una unidad de volumen.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa (g)}}{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}$$

CONTENIDO DE HUMEDAD.-

Se define contenido de humedad a la cantidad de agua que contiene el material expresado en porcentajes de su peso anhidrido.

$$\text{CH (\%)} = \frac{\text{P(g) húmedo} - \text{P(g) seco}}{\text{P(g) seco}} \times 100$$

En donde:

CH.- Contenido de Humedad (%)

P húmedo.- Es la masa de la probeta que se encuentra con cierto porcentaje de humedad en diferentes intervalos de tiempo medidos (g).

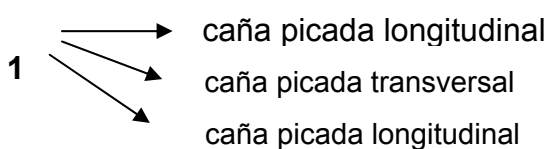
P seco.- Es la masa de volumen restante, luego de que ha sido sometida a una temperatura de 105°C.

ENSAYOS FISICOS DE PROBETAS ECU-BAM

Para efecto de los ensayos se realizaron diseños de placas para definir mediante resultados cuales eran las placas con resultados favorables.

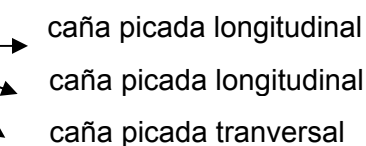
EXPLICACION DE LA COMPOSICIÓN DEL DISEÑO

MODELO 1



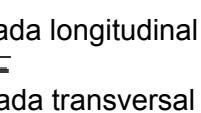
caña picada longitudinal
caña picada transversal
caña picada longitudinal

MODELO 2



caña picada longitudinal
caña picada longitudinal
caña picada transversal

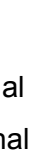
MODELO 3



caña picada longitudinal

caña picada transversal

MODELO 4




Estera

caña picada longitudinal
caña picada longitudinal

ECU-BAM PROBETA 00-1

Cuadro 1.- Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 3 capas: 2 longitudinales exteriores y 1 intermedia transversal.
Código	00-1
Diseño	
Fecha de elaboración	14 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 2,2
Peso inicial, P_i (g)	481,3
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	14.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	568,95
Peso final rústico, P_r (g)	526,30
Peso final con acabado, P_a (g)	401,30
Dimensiones (cm)	largo= 11; ancho= 23,5; espesor= 1,6
Área (cm ²)	23,5 x 11 = 258,5
Volumen (cm ³)	23,5 x 11 x 1,6 = 413,6
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	568,95 – 481,3 = 87,65
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	568,95 – 526,3 = 42,65
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	14.000 / 258,5 = 54,159
Presión = Carga / área (MPa)	54,159 / 10 = 5,415
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	401,30 / 413,60 = 0,970
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	87,65 / 258,5 = 0,339



ECU-BAM PROBETA 00-1

ECU-BAM 00 - 2

Cuadro 2.- Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 2 capas longitudinales.
Código	00-2
Diseño	
Fecha de elaboración	16 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 1,6
Peso inicial, P_i (g)	327
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	Fría
Carga aplicada (kg)	14.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	391,7
Peso final rústico, P_r (g)	354
Peso final con acabado, P_a (g)	265,5
Dimensiones (cm)	largo= 11,4; ancho= 24,3; espesor= 1,1
Área (cm ²)	24,3 x 11,4 = 277,02
Volumen (cm ³)	24,3 x 11,4 x 1,1 = 304,722
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	391,7 - 327 = 64,7
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	391,7 - 354 = 37,7
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	14.000 / 277,02 = 50,538
Presión = Carga / área (MPa)	50,538 / 10 = 5,053
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	265,5 / 304,722 = 0,871
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	64,7 / 277,02 = 0,233



ECU-BAM PROBETA 00-2

ECU-BAM 00 - 3

Cuadro 3.- *Datos iniciales de la probeta*

Descripción	Probeta de caña picada - 2 capas: 1 longitudinal y 1 transversal.
Código	00-3
Diseño	
Fecha de elaboración	20 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 1,8
Peso inicial, P_i (g)	358,3
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	Fría
Carga aplicada (kg)	14.000


Cálculos y resultados finales de la probeta

Peso con encolado, P_e (g)	387,2
Peso final rústico, P_r (g)	383,8
Peso final con acabado, P_a (g)	258,8
Dimensiones (cm)	largo= 11,4; ancho= 23,8; espesor= 1,1
Área (cm ²)	23,8 x 11,4 = 271,32
Volumen (cm ³)	23,8 x 11,4 x 1,1 = 298,452
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	387,2 – 358,3 = 28,9
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	387,2 – 383,8 = 3,4
Presión = Carga /área (kg/cm ²)	14.000 / 271,32 = 51,6
Presión = Carga /área (MPa)	51,6 / 10 = 5,16
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	258,8 / 298,452 = 0,867
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	28,9 / 271,32 = 0,106

Sin imagen testigo.

ECU-BAM 00 - 4

Cuadro 4.- Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 4 capas longitudinales y delgadas.
Código	00-4
Diseño	
Fecha de elaboración	22 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 4,6
Peso inicial, P_i (g)	245,7
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	14.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	276,5
Peso final rústico, P_r (g)	256,7
Peso final con acabado, P_a (g)	331,6
Dimensiones (cm)	largo= 11,4; ancho= 24,3; espesor= 1,1
Área (cm ²)	24,3 x 11,4 = 277,02
Volumen (cm ³)	24,3 x 11,4 x 1,1 = 304,722
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	276,5 – 245,7 = 30,8
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	276,5 – 256,7 = 19,8
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	14.000 / 277,02 = 50,538
Presión = Carga / área (MPa)	50,538 / 10 = 5,05
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	331,6 / 304,722 = 1,088
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	30,8 / 277,02 = 0,111



ECU-BAM PROBETA 00-4

ECU-BAM 00 - 5

Cuadro 5.- Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 2 capas longitudinales: colocadas dermis de la primera sobre la epidermis de la segunda.
Código	00-5
Diseño	
Fecha de elaboración	24 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 1,6
Peso inicial, P_i (g)	414,19
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	Fría
Carga aplicada (kg)	14.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	451,7
Peso final rústico, P_r (g)	448,9
Peso final con acabado, P_a (g)	197,4
Dimensiones (cm)	largo= 11,4; ancho= 23,3; espesor= 0,9
Área (cm ²)	23,3 x 11,4 = 265,62
Volumen (cm ³)	23,3 x 11,4 x 0,9 = 239,058
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	451,7 - 414,19 = 37,51
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	451,7 - 448,9 = 2,8
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	14.000 / 265,62 = 52,707
Presión = Carga / área (MPa)	52,707 / 10 = 5,27
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	197,4 / 239,058 = 0,825
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	37,51 / 265,62 = 0,141



ECU-BAM PROBETA 00-5

ECU-BAM 00 - 6

Cuadro 6.- Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta de caña picada - 2 capas longitudinales y una lámina externa de Ester-Bam.
Código	00-6
Diseño	
Fecha de elaboración	28 de abril del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 1,2
Peso inicial, P_i (g)	174,1
Pegante	PVA (goma blanca)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	Fría
Carga aplicada (kg)	20.000

Cálculos y resultados finales de la probeta

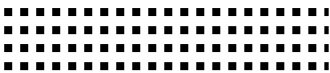
Peso con encolado, P_e (g)	210
Peso final rústico, P_r (g)	197,7
Peso final con acabado, P_a (g)	160
Dimensiones (cm)	largo= 10,9; ancho= 22,7; espesor= 0,8
Área (cm ²)	22,7 x 10,9 = 247,43
Volumen (cm ³)	22,7 x 10,9 x 0,8 = 197,944
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	210 - 174,1 = 35,9
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	210 - 197,7 = 12,3
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	20.000 / 247,43 = 80,831
Presión = Carga / área (MPa)	80,831 / 10 = 8,08
Peso específico = P_a / volumen (gr/cm ³)	160 / 197,944 = 0,808
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	35,9 / 247,43 = 0,145



ECU-BAM PROBETA 00-6

ESTER-BAM 00 - 5

Cuadro 10.- Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta: 4 láminas de esteras de Guadua de Pachinche, provincia de Manabí.
Código	00-5
Diseño	
Fecha de elaboración	18 de mayo del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor= 0,3
Peso inicial, P_i (g)	91,3
Pegante	Pegamite (Urea Formaldehido)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	fría
Carga aplicada (kg)	20.000

Cálculos y resultados finales de la probeta


Peso con encolado, P_e (g)	151,1
Peso final rústico, P_r (g)	114,5
Peso final con acabado, P_a (g)	
Dimensiones (cm)	largo= 12,8; ancho= 25,6; espesor= 0,3
Área (cm ²)	25,6 x 12,8 = 327,68
Volumen (cm ³)	25,6 x 12,8 x 0,3 = 98,304
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	151,5 – 91,3 = 59,8
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	151,5 – 114,5 = 37
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	20.000 / 327,68 = 61,035
Presión = Carga / área (MPa)	61,035 / 10 = 6,10
Peso específico = P_r / volumen (gr/cm ³)	114,5 / 98,304 = 1,165
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	59,8 / 327,68 = 0,182



ESTER-BAM PROBETA 00-5

ESTER-BAM 00 - 7

Cuadro 11.- Datos iniciales de la probeta

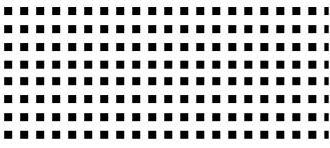
Descripción	Probeta de 4 capas: 2 láminas de esteras y 2 capas de caña picada, intermedias y longitudinales.
Código	00-7
Diseño	
Fecha de elaboración	20 de mayo del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor=
Peso inicial, P_i (g)	
Pegante	Urea Formaldehido (Pegamite)
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	Fría
Carga aplicada (kg)	20.000

Cálculos y resultados finales de la probeta

Peso con encolado, P_e (g)	
Peso final rústico, P_r (g)	99,2
Peso final con acabado, P_a (g)	
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 22,5; espesor= 0,35
Área (cm ²)	22,5 x 12,5 = 281,25
Volumen (cm ³)	22,5 x 12,5 x 0,35 = 98,434
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	
Presión = Carga / área (kg/cm ²)	20.000 / 281,25 = 71,111
Presión = Carga / área (MPa)	71,111 / 10 = 7,1
Peso específico = P_r / volumen (gr/cm ³)	99,2 / 98,304 = 1,009
Pegamento por m ² = Peso pegante / área (g/ m ²)	

ESTER-BAM 00 - 8

Cuadro 12.- Datos iniciales de la probeta

Descripción	Probeta: 8 láminas de esteras de Guadua de Pachinche, provincia de Manabí.
Código	00-8
Diseño	
Fecha de elaboración	22 de mayo del 2009
Dimensiones (cm)	largo= 12,5; ancho= 25; espesor=
Peso inicial, P_i (g)	
Pegante	Urea Formaldehido / Blancola
Tiempo de prensado	24 horas
Prensa	Fría
Carga aplicada (kg)	20.000

Cálculos y resultados finales de la probeta

Peso con encolado, P_e (g)	
Peso final rústico, P_r (g)	220,8
Peso final con acabado, P_a (g)	
Dimensiones (cm)	largo= 12; ancho= 24,5; espesor= 0,75
Área (cm²)	24,5 x 12 = 294
Volumen (cm³)	24,5 x 12 x 0,75 = 220,50
Cálculos:	
Peso pegante = $P_e - P_i$	
Peso desperdicio = $P_e - P_r$	
Presión = Carga / área (kg/cm²)	20.000 / 294 = 68,027
Presión = Carga / área (MPa)	68,027 / 10 = 6,80
Peso específico = P_r / volumen (gr/cm³)	220,8 / 220,50 = 1,001
Pegamento por m² = Peso pegante / área (g/ m²)	

CONTENIDO DE HUMEDAD

El procedimiento para determinar el contenido de humedad en las probetas obtenidas de la caña guadua *Angustifolia Kunt* es el siguiente:

1. Tomar el peso inicial de las probetas.
2. Registrar datos obtenidos, tanto de peso y dimensiones.
3. Ingresan al horno hasta que cada probeta alcanza un peso de equilibrio a una temperatura de 105°C.
4. Finalmente registrar los pesos obtenidos.

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad es una prueba física importante ya que es la relación entre la masa de agua y la masa de sólidos presentes en un material y las propiedades mecánicas de las placas de Ecu-Bam, Ester-Bam y Plas-Bam dependen de esta propiedad.

La muestra correspondiente fue pesada para obtener el peso húmedo, empleando una balanza con una incertidumbre de + 0.01 gramos, posteriormente fue llevada al horno y sometida a una temperatura de 105° C por un tiempo de 24 horas, con lo cual se lograba que el peso de la muestra fuera constante, lo que se denomina peso seco.

Calcúlese el contenido de agua de la muestra así:

$$CH = ((p1-p2)/(p2)) \times 100$$

Donde:

CH = Contenido de agua %

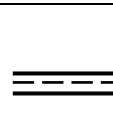

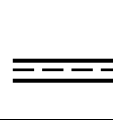
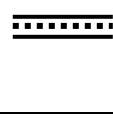
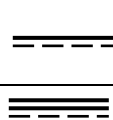
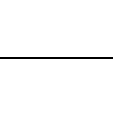
P1= peso del espécimen húmedo, g

P2= peso del espécimen seco, g

Una vez realizados los ensayos respectivos para saber las características físicas favorables de las placas se concluye:

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

Cuadro 13.- Proceso del cálculo de contenido de humedad en las 17 probetas de Ecu-Bam y Ester-Bam combinadas.

Probeta Nº	Modelo	Código	Denominación	Peso inicial g.	Peso1 luego horno (g)A	Peso2 luego horno (g)B	Peso3 luego horno(g)C	Peso4 luego horno(g)D	Peso5 luego horno (g)E	Tiempo	%Humed. A	%Humed. B	%Humed. C	%Humed. D	%Humed E
1	1		001B'	106.4	94.00	100.20	98.00	97.10	97.40	45min	13.191	6.188	8.571	9.578	9.382
2			001B''	102.0	104.00	94.30	92.40	92.20	92.80	45min	-1.923	8.165	10.390	10.629	6.815
3			001B'''	103.4	101.90	94.90	93.80	95.00	94.50	45min	1.472	8.957	10.235	8.842	7.376
4			001B''''	107.2	104.30	97.70	99.50	97.70	98.20	45min	2.780	9.724	7.739	9.724	7.492
5	4		004A'	82.5	80.00	75.10	38.80	77.00	76.20	45min	3.125	9.854	112.629	7.143	33.188
6			004A''	81.5	78.50	79.40	74.90	75.00	74.40	45min	3.822	2.645	8.812	8.667	5.986
7			004A'''	82.5	77.50	76.00	79.90	76.20	75.80	45min	6.452	8.553	3.254	8.268	6.632
8			004A''''	81.0	76.90	74.20	75.70	73.80	73.50	45min	5.332	9.164	7.001	9.756	7.813
9	1		001A'	121.4	118.10	113.40	109.80	113.20	112.40	45min	2.794	7.055	10.565	7.244	6.914
10			001A''	133.2	134.00	121.80	122.80	122.80	126.20	45min	-0.597	9.360	8.469	8.469	6.425
11			001A'''	124.1	122.70	115.10	115.90	114.60	116.30	45min	1.141	7.819	7.075	8.290	6.081
12			001A''''	128.0	122.70	115.10	120.40	118.10	119.10	45min	4.319	11.208	6.312	8.383	7.556
13	4		004A''''''	49.7	47.70	46.60	46.70	45.50	47.10	45min	4.193	6.652	6.424	9.231	6.625
14	3		003A'	71.2	49.90	47.80	48.00	47.20	45.80	45min	42.685	48.954	48.333	50.847	47.705
15			003A''	50.3	46.10	41.80	46.00	44.70	43.90	45min	9.111	20.335	9.348	12.528	12.830
16			003A'''	48.7	47.50	43.60	46.00	47.40	46.10	45min	2.526	11.697	5.870	2.743	5.709
17	2		002 (ENTERA)	677.4	657.90	659.50	650.00	645.80	641.80	45min	2.964	2.714	4.215	4.893	3.697

Cuadro 13. Resultados de Contenido de Humedad

17.3 Memoria de ensayos mecánicos.

La elaboración de los componentes constructivos a partir de ecomateriales Ecu-Bam, es necesario determinar las propiedades mecánicas en función de los esfuerzos a los que están sometidos.

Para ello, se elaboraron 87 probetas que fueron sometidas a varios ensayos de esfuerzos, ejecutándose bajo las normas *ASTM D143-94 (2007)*⁴⁷.

La información que se expone en el presente documento incluye, especificaciones del diseño de las probetas de los modelos que se determinaron para la realización de los prototipos de paredes.

Por consiguiente se determinaron los ensayos de Flexión, Tensión, Corte, Compresión, esfuerzos longitudinales de arrancamiento en el elemento de sujeción (clavo, tornillos, etc), impacto y Pandeo, los mismos que se detallan más adelante, haciendo referencia a instrumentos y maquinarias utilizadas, procedimientos, forma de obtención de datos y resultados.

⁴⁷ Norma que se enfoca sobre la metodología empleada para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Instrumentos y Equipos Utilizados

Para la establecer las propiedades mecánicas de la Ecu-bam y Ester-bam es preciso utilizar instrumentos y maquinaria que determinen la flexión.

EQUIPOS

- Calibrador



Imagen 4 Calibrador

- Balanza de precisión de 0.01gr



Imagen 5 Máquina Universal de ensayos

17.3.1 ESFUERZO DE FLEXIÓN

Flexión es la combinación de esfuerzos a compresión, tracción y cortante en la sección transversal de un elemento. En la madera a diferencia del concreto y el acero no se puede lograr una falla balanceada para una sección uniforme debido a la diferencia que existe entre la resistencia a la compresión y tensión de las fibras. Para determinar el esfuerzo a flexión debido a una carga en el centro de la luz se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$\sigma \text{ max.} = \frac{3*P*L}{2*B*h^2}$$

En donde:

P= Carga máxima de rotura (Kg)

L= Luz entre los soportes (cm)

B= Ancho de la probeta (cm)

h= Altura de la probeta (cm)

Las probetas utilizadas en el presente ensayo no están sujetas a ninguna norma ya que no existen para el material desarrollado y por lo tanto se consideró dimensiones que permitan resultados aceptables para hacer una evaluación de las propiedades mecánicas.

El ensayo de flexión es siempre uno de los primeros de los ensayos mecánicos recomendados para materiales que son utilizados en elementos arquitectónicos para edificación de viviendas. Razón por la cual en este caso se procede a realizar este ensayo en el Laboratorio de Mecánica de Sólidos de la ESPOL.

Parámetros De Fabricación de las Probetas

- Pegante: PVA
- Cantidad de pegante: 70mg/cm²
- Presión: 10km/cm²
- Temperatura:100C
- Tiempo: 15-20min
- Porcentaje de humedad de la caña 15%

Procedimiento

1. Tomar las dimensiones de las muestras.
2. Someter a los ensayos de flexión en la máquina universal de ensayos, a la que se acoplaron los accesorios e instrumentos para el efecto.
3. Mediante un graficador incorporado a la máquina de ensayos, se tomó la lectura de las cargas aplicadas hasta la falla.
4. Luego mediante las fórmulas, se determinaron los esfuerzos de flexión de cada muestra.

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

Donde:

σ = Esfuerzo de flexión

M= Momento máximo que se produce en la probeta al aplicar la carga.

c= Distancia desde la línea neutra hasta el borde de la sección transversal.

I= Inercia

Para calcular la inercia se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Donde:

b= Base

La composición de probetas de Ecu-Bam está definida con caña picada colocada en forma longitudinal y/o transversal. Las características de los modelos utilizados se describen a continuación:

1. Tipo: C 001

Superficies en contacto: 3 capas

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: ancho $b=50\text{mm}$, longitud $=280\text{mm}$, L entre apoyos $=250\text{mm}$

Cantidad: 10u

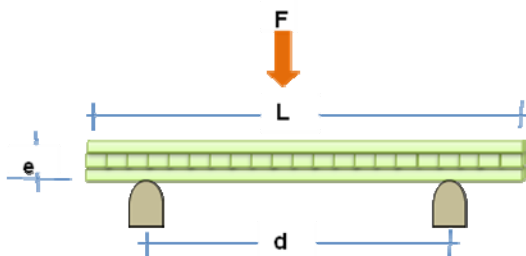
Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte inferior

Edad: madura (3-4 años).

Probetas para este ensayo: 3 unidades.

Explicación de la composición del diseño.



Donde:

F= Carga

L= Longitud de probeta 15xe

d= Distancia entre apoyos

e= Espesor de probeta

a= ancho 2xe

Cuadro 14.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo.

No.	a	E	L	P	A	Esfuerzo
	Cm	Cm	cm	Kg	cm ²	Kg/cm ²
1	14.63	1.89	45.00	447	658.35	97.10
2	15.13	1.96	46.00	399	695.98	81.20
3	14.68	1.85	44.00	396	645.92	86.44

Cuadro 14. Datos y resultados obtenidos en el ensayo placa C001.

Grafico 4.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Flexión.

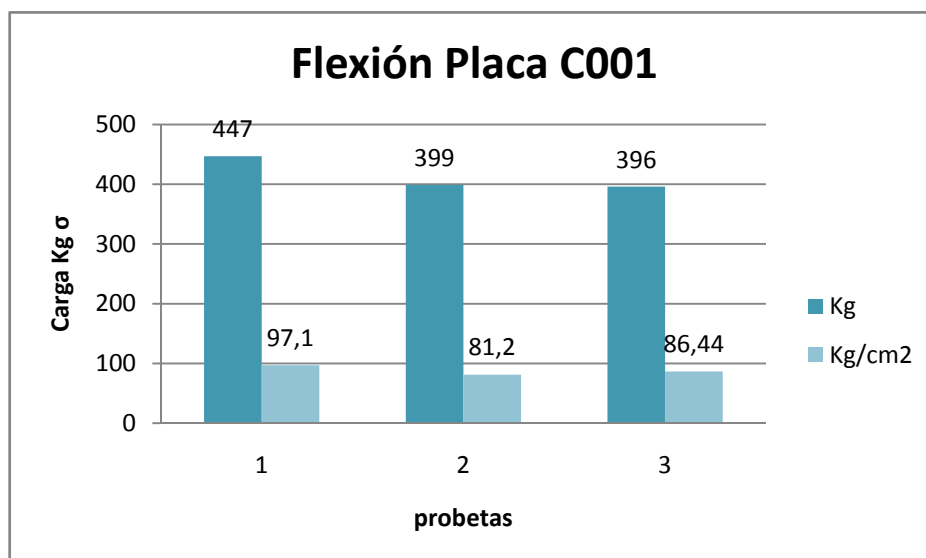


Grafico 4.- Gráfico de los datos y resultados obtenidos en el ensayo

Registro Fotográfico Ensayo de Flexión, realizado en el Laboratorio de mecánica de sólidos de la ESPOL.



Fotografías de probetas C 001

La placa C001 apoyada en los extremos a 55cm entre apoyos se deflecta 10 m.m. cuando la carga concentrada esta por encima de 447 Kg.

En condiciones reales las cargas son menores y normalmente distribuidas por lo que la deflexión estará por debajo de los 10 m.m. lo que asegura una aplicación adecuada y sin riesgos de falla de este producto como elemento arquitectónico para paredes.

2. Tipo C: 003

Superficies en contacto: **EE**

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: ancho $b=50\text{mm}$, longitud $=280\text{mm}$, L entre apoyos $=250\text{mm}$

Cantidad: 10u

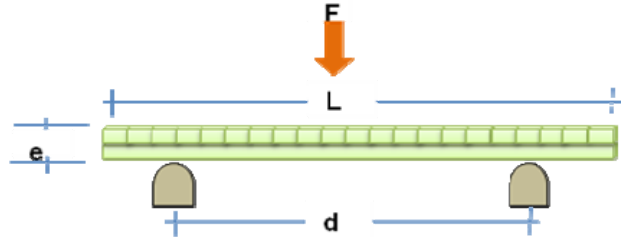
Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte inferior

Edad: madura (3-4 años).

Probetas para este ensayo: 2 unidades

Explicación de la composición del diseño.



Donde:

F= Carga

L= Longitud de probeta $15xe$

d= Distancia entre apoyos

e= Espesor de probeta

a= ancho $2xe$

Cuadro 15.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

No.	a cm	e cm	L Cm	P Kg	A cm ²	Esfuerzo Kg/cm ²
1	14.62	1.42	48.50	170	709.07	427.92
3	15.39	3.06	48.00	196	738.72	478.70

Cuadro 15.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo placa C003.

Grafico 5.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Flexión.

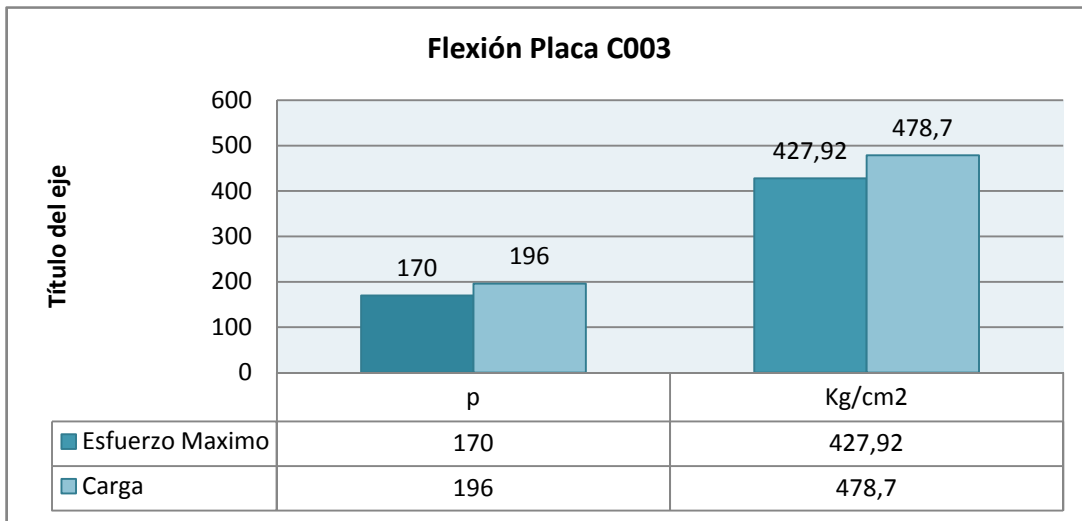


Grafico 5.- Gráfico de los datos y resultados obtenidos en el ensayo flexión.

17.3.2 ENSAYO DE CORTE

Este ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a la probeta, a una velocidad de carga prescrita hasta que presente la falla.

La resistencia al corte de los testigos se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo entre el área de la sección longitudinal del material.

Las probetas que se realizaron para efecto de este ensayo son como indica la figura, tomando en consideración que el sentido de las fibras de ambas capas es paralelo.

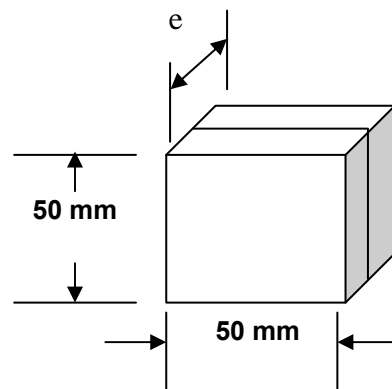


Imagen #1. Modelo de probeta utilizados para ensayos de corte

Debido a estos resultados preliminares se decidió utilizar el pegante sintético PVA, como adhesivo para la elaboración de los productos; en consecuencia las probetas para los ensayos mecánicos de laboratorio se elaboraran con este pegante.

Los ensayos a continuación detallados se los realizará, controlando el material utilizado (Guadua) la parte de la longitud de la guadua, el pegante y los parámetros de fabricación, los mismos que están indicados.

Parámetros de Fabricación de las Probetas

- Pegante: PVA
- Cantidad de pegante: 70mg/cm²
- Presión: 10km/cm²
- Temperatura:100C
- Tiempo: 15-20min
- Porcentaje de humedad de la caña 15%

1. Tipo: 003

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: 50x50mm

Cantidad: 10u

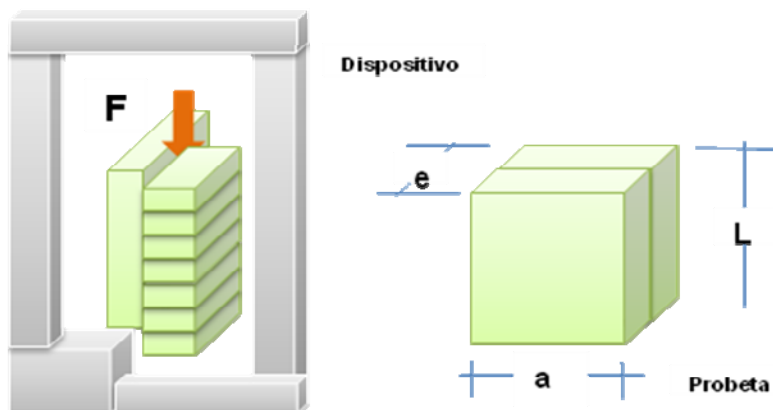
Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte superior

Edad: madura (3-4 años).

Probetas utilizadas:9 unidades.

Explicación de la composición de la probeta.



Donde:

F= Carga

L= Longitud de probeta 15xe

a= ancho (base)

e= Espesor de probeta.

Cuadro 16.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo.

#	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Fuerza (Kg)	Area cm2	Resistencia al corte
1	1.484	5.097	4.872	270	24.83	10.87
2	1.585	5.033	4.853	400	24.43	16.38
3	1.793	6.092	4.923	160	29.99	5.33
8	1.511	4.887	5.213	220	25.48	8.64
9	1.661	5.216	4.982	60	25.99	2.31
10	1.581	4.935	5.232	325	25.82	12.59
12	1.664	4.515	5.241	230	23.66	9.72
13	1.572	4.916	4.995	260	24.56	10.59
18	1.561	5.138	4.934	285	25.35	11.24

Cuadro 16.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo.

Grafico 6.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Corte en línea de pegado

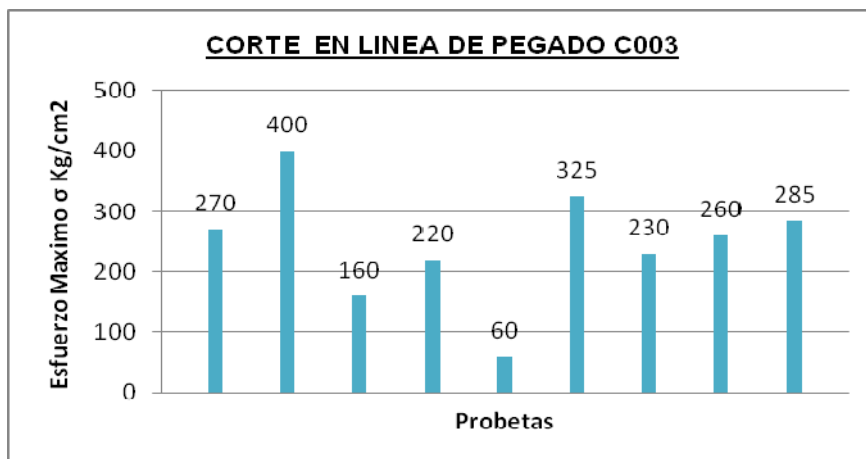


Grafico 6.-Datos y resultados obtenidos en el ensayo.

Registro Fotográfico Ensayo de corte en línea de pegado, realizado en el Laboratorio de mecánica de sólidos de la ESPOL.



Fotografías de probetas C 003

2. Tipo: 006

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: 50x50mm

Cantidad: 9u

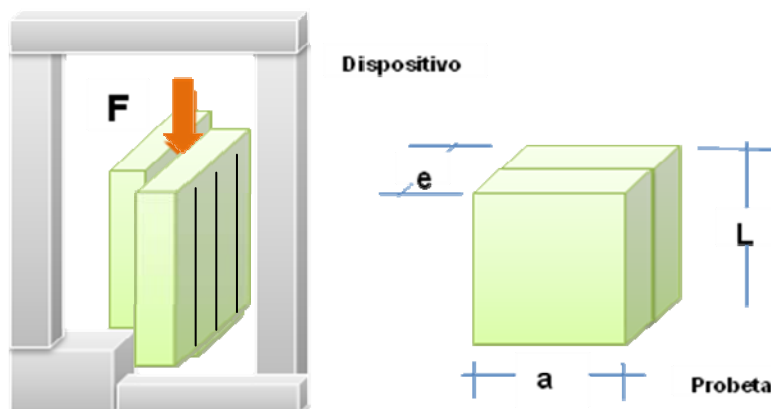
Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte superior

Edad: madura (3-4 años).

Probetas utilizadas: 9 unidades

Explicación de la composición de la probeta.



Donde:

F = Carga

L = Longitud de probeta $15e$

a = ancho (base)

e = Espesor de probeta

Cuadro 17.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo C006

Probeta #	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Area	P (Kg)	Esfuerzo Kg/cm ²
3	1,8	5,09	5,09	25,91	2100	81,06
2	2,005	4,835	4,935	23,86	1850	77,53
1	1,9525	5,015	5,33	26,73	1900	71,081
5	1,855	5,1775	5,1775	26,81	1820	67,89
9	6,27	5,19	6,31	32,75	1970	60,15
8	2,21	5,277	6,27	33,09	1950	58,94
10	6,31	5,2	6,113	31,79	1741	54,77
6	2,17	5,543	5,96	33,04	1710	51,76
7	2	5,57	6,13	34,14	1110	32,51
4	1,9325	4,8825	4,8825	23,84	620	26,01

Cuadro 17.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Grafico 7- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Corte.

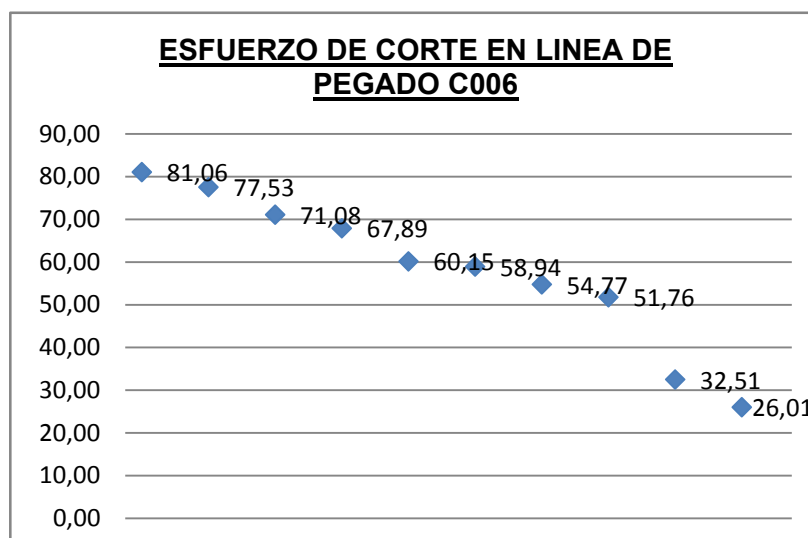
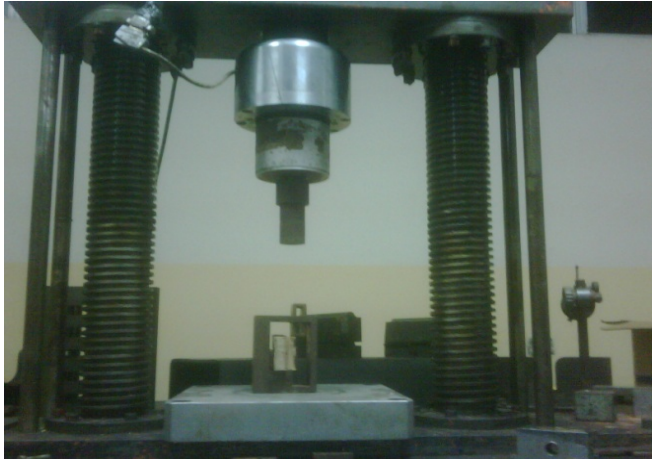


Grafico 7.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Registro Fotográfico Ensayo de Corte en línea de pegado, realizado en el Laboratorio de mecánica de sólidos de la ESPOL.



Fotografías de probetas C 006.

17.3.3 ESFUERZOS LONGITUDINALES DE ARRANCAMIENTO EN EL ELEMENTO DE SUJECIÓN

Consiste en someter las probetas a esfuerzo de resistencia lateral, en el agujero del clavo.

1. Tipo C: 001

Superficies en contacto: 3 capas

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: ancho $b= 50/75\text{mm}$, longitud $=250\text{mm}$

Cantidad: 15u

Material: Guadua A.K.

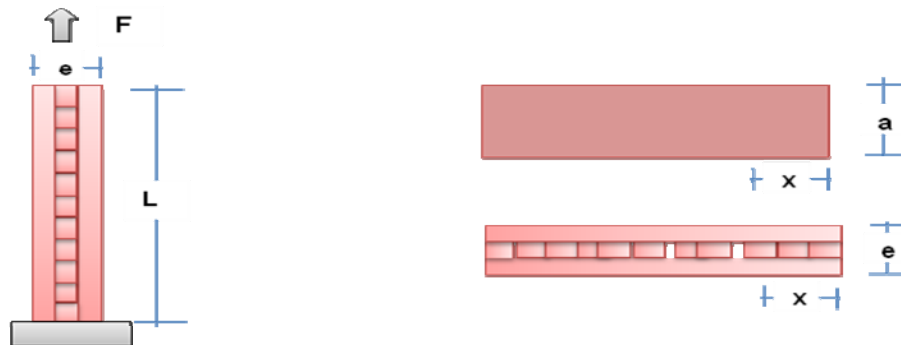
Partes de la Guadua: caña comercial parte inferior

Edad: madura (3-4 años).

Distancia del agujero al extremo de la probeta: 9 , 12 o 18 m.m.

Probetas Utilizadas: 17 unidades.

Explicación de la composición de la probeta.



Donde:

F= Carga

e= Espesor

L= longitud

a= ancho

x=3/4",3/8",1/2"

Cuadro 18.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

N°	ESPESOR (mm)	UBICACIÓN DEL AGUJERO (mm)	CARGA (kg)
1	17.97	12	92
2	18.43	12	106
3	18.41	12	156
4	18.64	12	172
5	18.68	12	95
6	17.57	12	147
7	18.84	12	190
Promedio			136.86

Cuadro18.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Gráfico 8.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Corte.

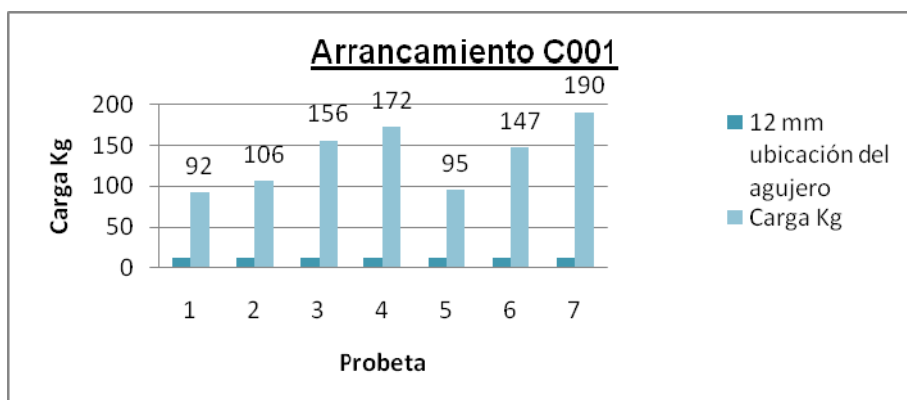


Gráfico8.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Gráfico 9.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Corte.

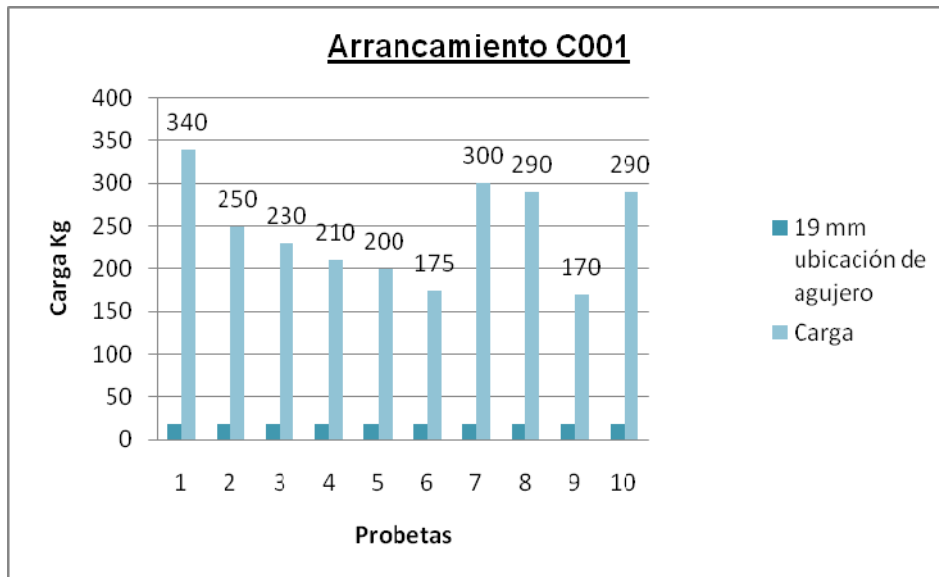


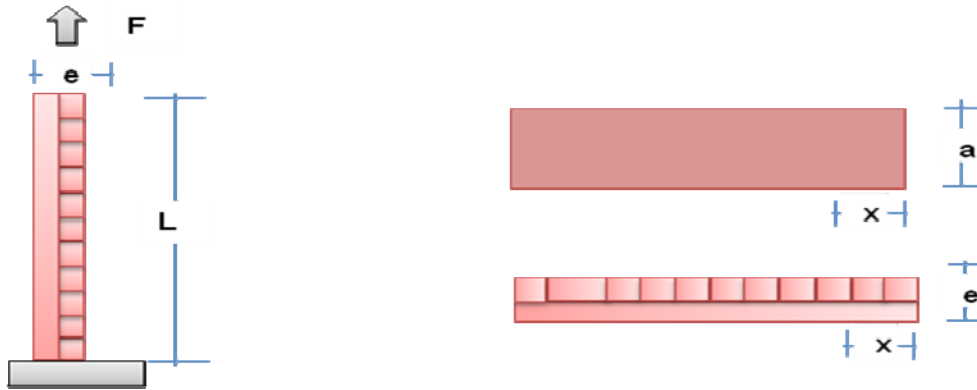
Gráfico 9- Datos y resultados obtenidos en el ensayo.

Registro Fotográfico Ensayo de Arrancamiento, realizado en el Laboratorio de mecánica de sólidos de la ESPOL.



Fotografías de los ensayos realizados.

2. Tipo: 003



Donde:

F= Carga

e= Espesor

L= longitud

a= ancho

x=3/4",3/8",1/2"

Cuadro 19.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

PROBETAS (mm)	ESPESOR (mm)	UBICACIÓN DEL AGUJERO (mm)	CARGA kg
1	14.37	18	220
2	13.96	18	220
3	13.49	18	145
4	14.64	18	185
5	13.14	18	150
6	15.17	18	195
7	13.24	18	150
Promedio			180.71

Cuadro 19.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Cuadro 20.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

PROBETAS	ESPESOR	UBICACIÓN DEL AGUJERO (mm)	CARGA kg
8	13.47	12	165
9	13.37	12	145
10	13.06	12	210
11	13.47	12	195
12	14.16	12	140
13	12.66	12	85
14	13.79	12	145
Promedio			155.00

Cuadro 20.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Gráfico 9.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Arrancamiento

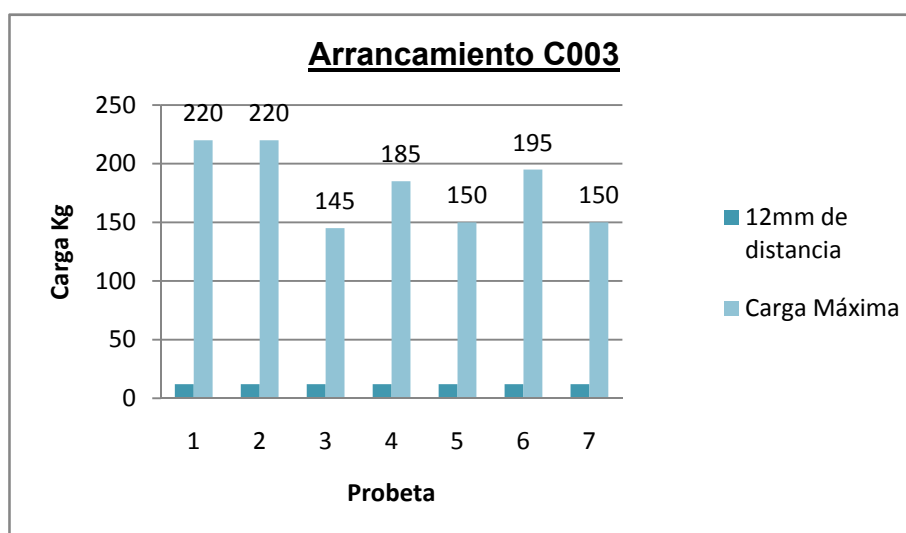


Gráfico 9. Datos y resultados obtenidos en el ensayo.

Gráfico 10.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Arrancamiento

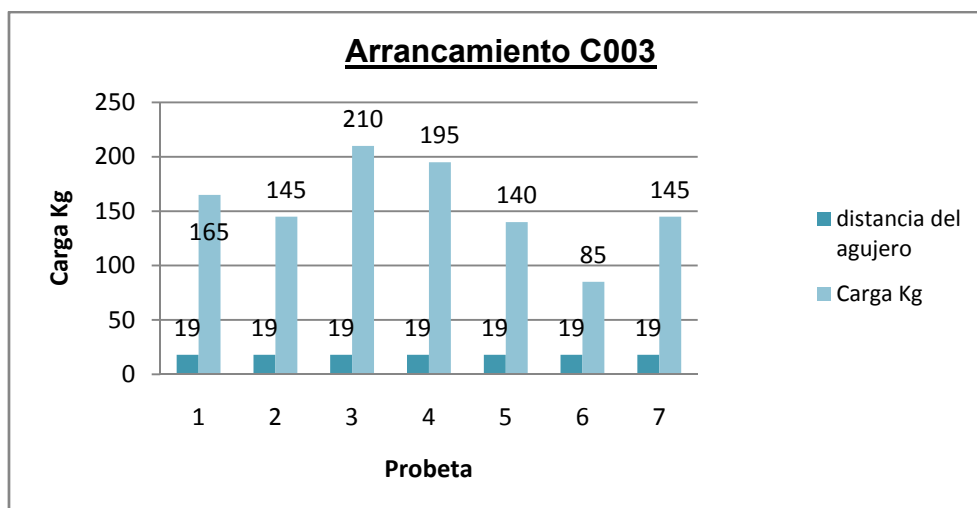


Gráfico 10.-. Datos y resultados obtenidos en el ensayo.

17.3.4 ENSAYOS DE IMPACTO

Consiste en determinar la resistencia que tienen la placa, por medio, de un elemento con una fuerza determinada que impactará a la placa, produciendo una anomalía a la misma.

1. Tipo: 006

Pegante: P.V.A.

Dimensiones: 50x50mm

Cantidad: 1u

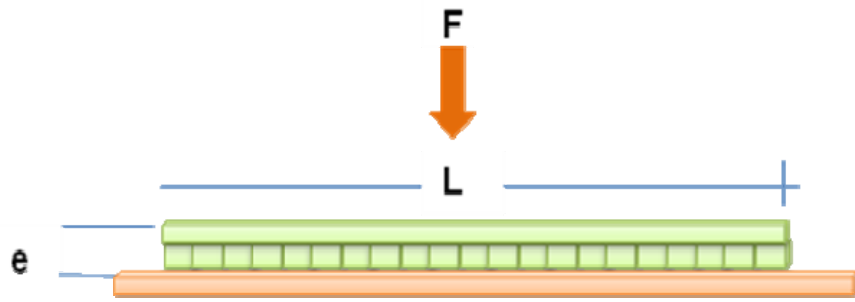
Material: Guadua A.K.

Partes de la Guadua: caña comercial parte superior

Edad: madura (3-4 años).

Probetas utilizadas 1 unidad.

Explicación de la composición de la probeta.



Donde:

F= Carga

e= Espesor

L= longitud

a= ancho

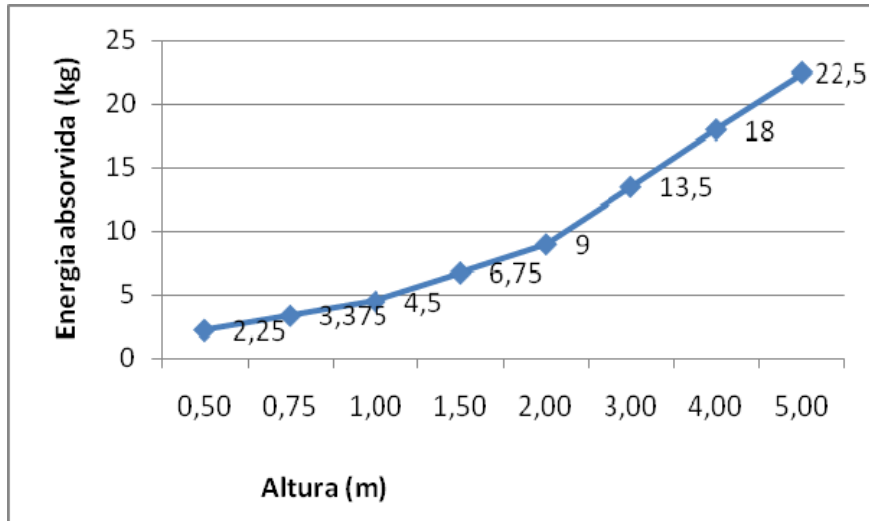
x=3/4",3/8",1/2"

Cuadro 21.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

# DE PROBETA	ALTURA (m)	MASA (Kg)	ENERGÍA ABSORBIDA (kgm)
1	0.50	4.5	2.25
	0.75	4.5	3.375
	1.00	4.5	4.5
	1.50	4.5	6.75
	2.00	4.5	9
	3.00	4.5	13.5
	4.00	4.5	18
	5.00	4.5	22.5

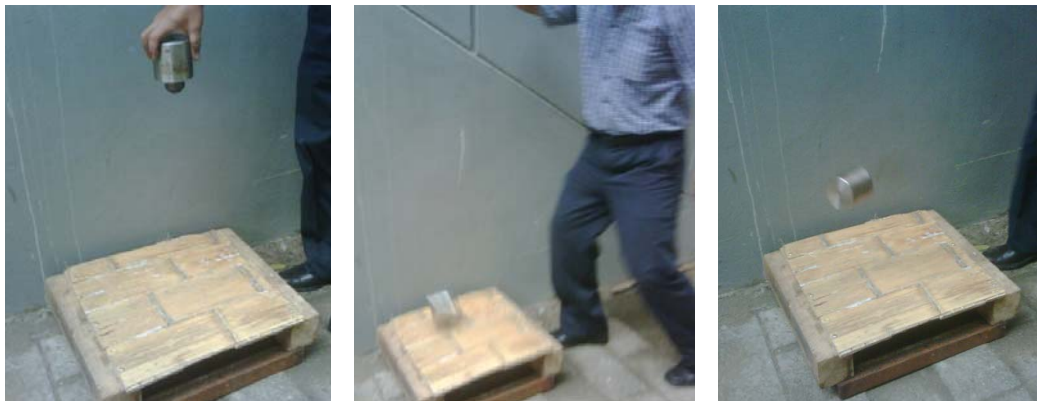
Cuadro 21.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Gráfico 11.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Arrancamiento



Cuadro 11.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Registro Fotográfico Ensayo de Impacto, realizado en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería mecánica de la ESPOL.



50cm de altura

1 metro de altura

1.50 metros de altura



1.50 metros de altura

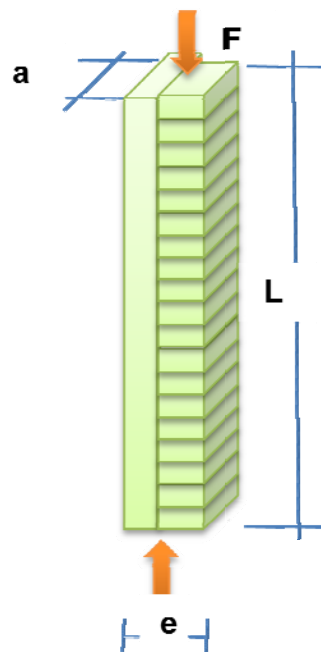
5 metros de altura

17.3.5 ENSAYO DE PANDEO

Este ensayo consiste en investigar el comportamiento de los ecomateriales a partir de la guadua angustifolia Kunt en placas esbeltas sometidas a cargas de compresión axial, es decir, que no fallan por aplastamiento. Tanto el ensayo de compresión y pandeo están sometidos a los mismos esfuerzos, lo que diferencian a estos dos ensayos son las dimensiones de las probetas.

Explicación de la composición de la probeta.

1. TIPO:C003



Donde:

F= Carga

e= Espesor

L= longitud

a= ancho

x=3/4",3/8",1/2"

Cuadro 22.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Probeta #	A Cm	L Cm	e cm	P Kg	Área cm ²	Esfuerzo Máximo σ Kg/cm ²
1	14.86	110	1.50	71	22.290	3.19
2	15.06	100	1.70	70	25.602	2.73
3	15.12	90	1.59	72	24.0408	2.99
4	15.86	80	1.60	140	25.376	5.52
5	14.64	70	1.41	142	20.642	6.88
6	14.6	60	1.41	386	20.586	18.75
7	13.90	46	1.35	879	18.765	46.84

Cuadro 22.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Gráfico 12.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Arrancamiento

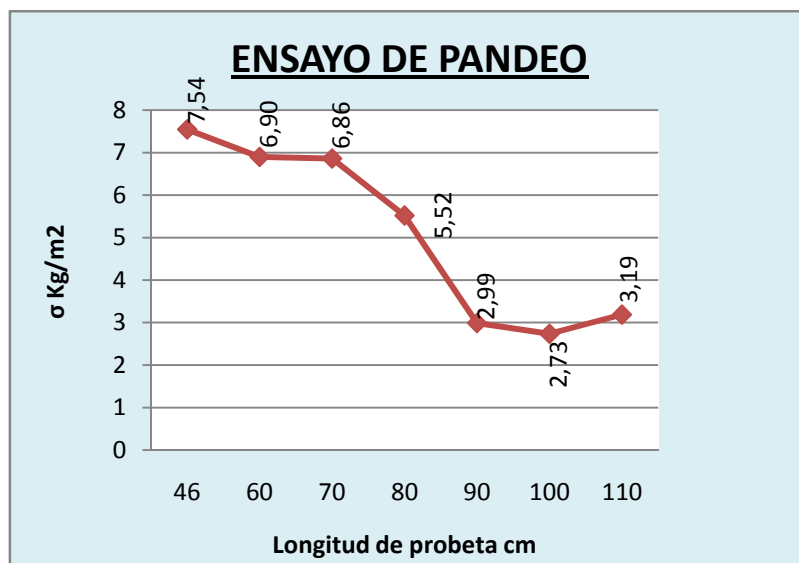


Gráfico 12.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Registro Fotográfico Ensayo de Impacto, realizado en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería mecánica de la ESPOL.



Registro fotográfico de los ensayos realizados

17.3.6 ESFUERZO DE COMPRESIÓN.

Este ensayo consiste en investigar el comportamiento de los ecomateriales a partir de la guadua angustifolia Kunt en probetas sometidas a cargas de compresión axial.

Cuadro 23.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

No.	a	E	L	P	A	Esfuerzo σ Máximo Kg/cm ²
	Cm	Cm	Cm	Kg	cm ²	
1	2,52	1,46	10,17	1492,00	3,68	405,43
3	2,41	1,42	10,14	2273,00	3,42	664,61
4	2,65	1,24	10,17	1387,00	3,28	422,43
5	2,42	1,31	10,23	1297,00	3,16	410,11
7	2,38	1,26	10,18	905,00	2,99	302,34
8	2,48	1,27	10,21	1327,00	3,14	422,66
9	2,43	1,36	10,20	1847,00	3,31	557,52
10	2,45	1,51	10,08	1497,00	3,68	406,73
11	2,42	1,28	10,04	1281,00	3,11	412,54
12	2,42	1,29	9,84	838,00	3,11	269,41
13	2,66	1,12	10,17	1286,00	2,97	432,72
14	2,71	1,25	10,08	1794,00	3,38	531,26
15	2,50	1,30	10,08	554,00	3,26	170,13
16	2,42	1,23	10,08	1326,00	2,98	445,61
17	2,42	1,29	10,08	1476,00	3,11	474,15
18	2,47	1,41	10,08	1986,00	3,47	571,73
19	2,51	1,46	10,08	2212,00	3,65	605,51
21	2,50	1,51	10,08	1687,00	3,79	445,58
22	2,53	1,27	10,08	2370,00	3,21	737,22
23	2,43	1,51	10,08	2225,00	3,66	608,30
24	2,49	1,48	10,08	2112,00	3,69	572,61
25	2,53	1,51	10,08	2180,00	3,82	570,56
26	2,51	1,44	10,08	2044,00	3,60	568,13
					PROMEDIO	477,57

Cuadro 23.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo

Gráfico 13.- Datos y resultados obtenidos en ensayo de Arrancamiento

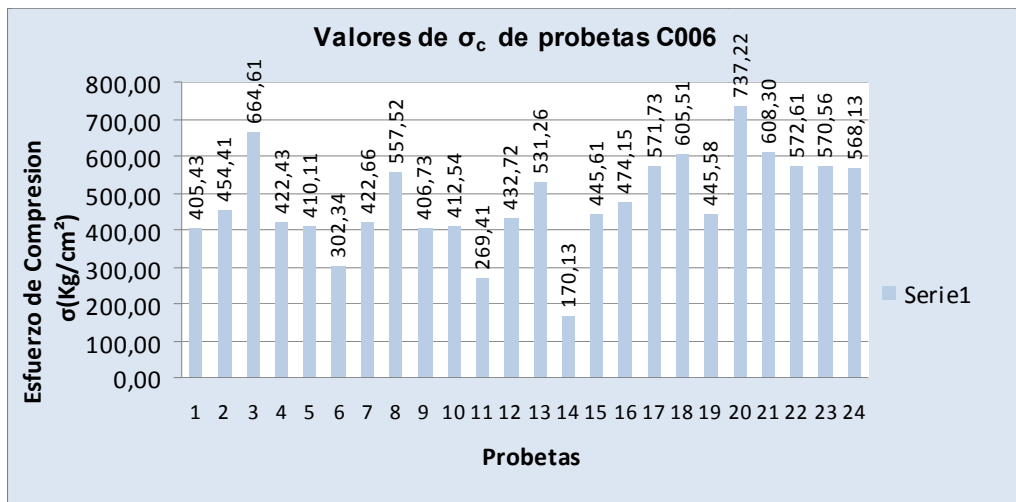
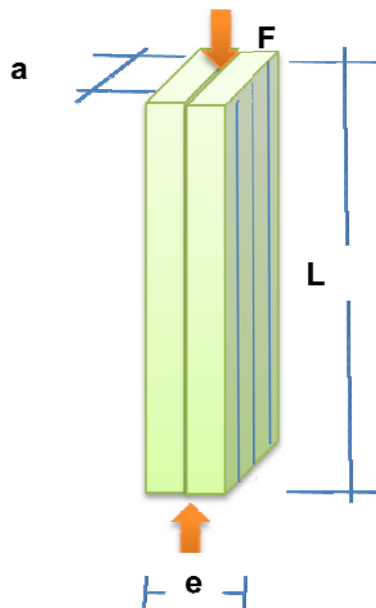


Gráfico 13.- Datos y resultados obtenidos en el ensayo



Donde:

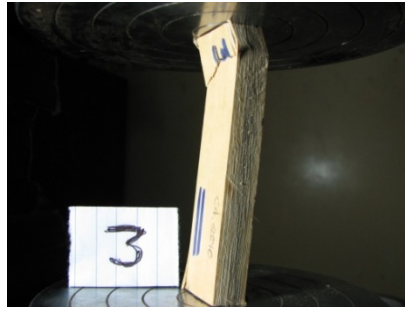
F= Carga

e= Espesor

L= longitud

a= ancho

Registro Fotográfico Ensayo de Impacto, realizado en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería mecánica de la ESPOL



Registro fotográfico de los ensayos realizados

18 COSTOS EN EL MERCADO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS DE ESTUDIO

Luego de realizar los ensayos físicos y mecánicos de los diseños de componentes constructivos para vivienda, se analizarán materiales actuales en la ciudad para ver su variabilidad en tanto a características, así como de costos.

Para un mejor estudio de los componentes realizados, se tomará en cuenta determinados sitios, en los que se considerará el valor del material, del transporte y las características del mismo.

Es por esto que al colocar los materiales de la PPE en el mercado es necesario hacer una comparación de los productos existentes en la actualidad, y analizar sus esfuerzos, resistencia, calidad, propiedades físicas y mecánicas, para certificar el material de los componentes realizados, para poder comprobar que son componentes óptimos para las viviendas de la costa ecuatoriana.

18.1 Cuadro descriptivo de esfuerzos: flexión, tracción y humedad; costos de los materiales existentes.

Fecha de actualización: Viernes 15/01/010

Proveedor: EDIMCA

TABLEROS DE MDF									
Paneles en crudo									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha	PVP / m ²
MDF						2,44x2,12	3	\$ 12,74	
MDF Fibraplac						2,44x1,83	6	\$ 19,50	
MDF Fibraplac						2,44x1,83	9	\$ 24,10	
MDF Fibraplac	670					2,44x1,83	12	\$ 29,92	
MDF Fibraplac	650					2,44x1,83	15	\$ 37,84	
TABLEROS MELAMÍNICOS									
Paneles recubiertos									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha	PVP / m ²
MDF Melamina						2,44x1,83	6	\$ 45,70	
MDF Melamina						2,44x1,83	9	\$ 46,10	
MDF Melamina	690					2,44x1,83	12	\$ 49,99	
MDF Melamina	680					2,44x1,83	15	\$ 56,31	
TABLEROS DE PLYWOOD									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha	PVP / m ²
TRIPLEX						2,44x1,22	6	\$ 10,00	
TRIPLEX						2,44x1,22	9	\$ 18,59	
TRIPLEX						2,44x1,22	12	\$ 23,26	

Proveedor: MASISA

TABLEROS AGLOMERADOS									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
ECOPLAC PLUS (Placa Industrial)	780	3,1	150 ± 15	4,5 ± 1,2	5 -- 11	2,44x2,16	4		
ECOPLAC PLUS (Placa Industrial)	730	4,4	150 ± 15	4,5 ± 1,2	5 -- 11	2,44x2,16	6		
ECOPLAC PLUS (Placa Industrial)	720	5,8	150 ± 15	4,5 ± 1,2	5 -- 11	2,44x2,16	8		
Placa	700	6,3	170 ± 15	5,0 ± 1,5	5 -- 11	2	9		
Placa	660	7,9	170 ± 15	5,0 ± 1,5	5 -- 11	2	12		
Placa	640	9,6	170 ± 15	5,0 ± 1,5	5 -- 11	2	15		
Placa	630	11,3	160 ± 15	5,0 ± 1,5	5 -- 11	2	18		
Placa	600	14,4	150 ± 15	4,5 ± 1,5	5 -- 11	2	25		
Placa	570	18,2	140 ± 15	4,0 ± 1,5	5 -- 11	2	30		
Panel	490	11,8	100 ± 20	2,5 ± 0,5	5 -- 11	2,44x2,14	24		
Panel	450	14,4	80 ± 20	2,5 ± 0,5	5 -- 11	2,44x2,14	32		
Panel	410	18,5	60 ± 20	2,5 ± 0,5	5 -- 11	2,44x2,14	45		
HR-100	680	8,2	210 ± 30	7,5 ± 1,5	5 -- 11	2,42x1,52	12		
HR-100	680	10,2	200 ± 30	6,5 ± 1,5	5 -- 11	2,42x1,52	15		
HR-100	680	12,2	190 ± 30	5,5 ± 1,5	5 -- 11	2,42x1,52	18		

TABLEROS DE MDF									
Paneles en crudo									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
MDF(crudo)	620	11,2	350 ± 50	7,5 ± 2	5 -- 8	2,44x1,83	18	\$ 42,10	
MDF(crudo)						2,60x2,14	63	\$ 15,80	
FibroPlus							6	\$ 21,99	
FibroPlus							12	\$ 32,09	
FibroPlus							15	\$ 39,98	
MDF Durafibra							12	\$ 47,29	
MDF Laminado							15	\$ 71,59	
Paneles recubiertos									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²

Proveedor: MASISA

TABLEROS OSB									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
OSB						2,44x1,22	9,5	\$ 15,42	
OSB						2,44x1,22	11,1	\$ 18,01	
OSB						2,44x1,22	15,1	\$ 24,00	
OSB						2,44x1,22	18	\$ 27,94	

TABLEROS DE PLYWOOD									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
Plywood corriente						2,44x1,22	3,6	\$ 9,95	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	4	\$ 9,95	
Plywood corriente						2,44x1,22	5,2	\$ 11,85	
Plywood corriente						2,44x1,22	6	\$ 14,30	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	9	\$ 18,55	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	12	\$ 23,20	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	15	\$ 28,95	
Plywood corriente y pizano						2,44x1,22	18	\$ 32,75	
Plywood marino						2,44x1,22	4	\$ 10,90	
Plywood marino						2,44x1,22	6	\$ 19,45	
Plywood marino						2,44x1,22	9	\$ 24,55	
Plywood marino						2,44x1,22	12	\$ 32,89	
Plywood marino						2,44x1,22	15	\$ 38,94	
Plywood marino						2,44x1,22	18	\$ 44,34	
Triplex marino						2,44x1,22	3,6	\$ 10,59	
Triplex marino						2,44x1,22	5,2	\$ 18,59	
Triplex marino						2,44x1,22	9	\$ 25,94	
Triplex marino						2,44x1,22	12	\$ 32,79	

Proveedor: MASISA

TABLEROS DE PLYWOOD									
Denominación	Densidad Kg/m ³	Peso Kg/m ²	Flexion Kg/m ²	Traccion Kg/m ²	Humedad %	Largo y ancho m	Espesor mm	PVP por plancha*	PVP / m ²
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	6	\$ 15,06	
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	9	\$ 20,74	
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	12	\$ 25,16	
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	15	\$ 30,40	
Plywood Fenólico Masisa						2,44x1,22	18	\$ 35,65	

* Precio venta al público + 12% de IVA

19 CONCLUSIONES GENERALES

Los diseños de paredes con Ecomateriales, desarrollados con el presente estudio, demuestran que la *Guadua angustifolia* Kunt permite facilidad para proyectar, construir y adornar edificaciones sujeto a las normas constructivas, impulsando a crear con esto nuestra propia arquitectura, a partir de este material de bajo costo, ampliamente utilizado por nuestros antepasados, de manera preponderante en la Costa Ecuatoriana. Consecuentemente, su uso intensivo en la construcción de viviendas promoverá la siembra, con un impacto altamente positivo al ambiente y de la misma manera el procesamiento, que implica utilización de fuentes de energía de muy bajo efecto contaminante comparado con el procesamiento de los materiales de construcción que se utilizan actualmente.

Las paredes construidas con paneles de los Ecomateriales, de excelentes propiedades mecánicas encontradas con las pruebas de laboratorio, totalmente comparables con paredes construidas a base de materiales de bloques de cemento, ladrillos o similares, seguramente posibilitará recuperar la memoria histórica del uso de la *Guadua* que han tenido nuestros antepasados en Guayaquil.

Por una parte, la percepción de un material más seguro, durable y de aspecto natural por la exposición de sus fibras y por otra parte, la fabricación de los Ecomateriales empleados en el presente estudio, compuestas por dos y tres láminas de *guadua* picadas, pegadas y prensadas, formando placas rígidas, con la epidermis, superficie de alta dureza, expuesta en ambas caras hacia el exterior, y en la parte interna de la sección transversal, la parte de la *guadua* fibrovascular en la que se encuentran las células parénquimas, los haces vasculares y las fibras, que le dan diferentes

propiedades mecánicas, hará que este material tenga amplia aceptación en la construcción actual y futura.

Así mismo las diferentes opciones probadas en el sistema constructivo de paredes, utilizando las placas de los Ecomateriales, se logró encontrar que existen varias formas de sujeción de fácil montaje, utilizando pernos y tornillos en la estructura portante que puede ser de la guadua rolliza, listones de madera, perfiles metálicos o listones de madera con destaje o perfiles metálicos acanalados. Los ecomateriales de tres capas tienen mayor resistencia para ser empleados en paredes exteriores, pudiendo ser utilizada como elemento auto soportante para la cubierta.

Así también podemos indicar que el uso de pernos y tornillos para la sujeción de los paneles, es suficiente para cumplir su función, evidenciada por los resultados de los ensayos de arrancamiento, realizados en el Laboratorio de Mecánica de Sólidos de la ESPOL, con el perno ubicado a 12 y a 19 mm, cuya carga de resistencia máxima promedio fue de 155 kg y 180.71 kg respectivamente.

En los diseños de las paredes utilizando paneles de 2.44 x 1.22 m se propuso que el número de tornillos de sujeción a utilizar sea de 7 en el lado de 2.44 y 3 tornillos en lado de 1.20, para lograr una resistencia al arrancamiento de alrededor de 1000 kg., producida por fuerzas laterales estáticas o dinámicas por impacto.

El panel tiene altas resistencias mecánicas a la flexión (la placa C003 411,21 Kg/cm² y la placa C001 480,74 Kg/cm²) lo que permite minimizar el uso de elementos horizontales intermedios de soporte de las placas e incluso en algunos caso eliminarlos.

El panel C006 ofrece resistencias al corte comparable con las maderas más duras utilizadas en la construcción (58,17 Kg/cm²), sin embargo la placa C003 tuvo resistencias muy bajas (9,74 Kg/cm²) debido a su fabricación con láminas picadas perpendiculares a las fibras.

Los paneles tienen propiedades mecánicas que permiten ser estructuralmente auto soportantes debido a la alta resistencia a la compresión (477,57 Kg/cm²) y al pandeo (3 Kg/cm² en alturas de 1,10m).

Los paneles pueden resistir fuerzas de impacto de aproximadamente 5000kg, calculada a partir de la resistencia al impacto de 22.5 kg-m, obtenida del ensayo realizado en el Laboratorio de Mecánica de Sólidos de la ESPOL, utilizando una masa de acero con punta redondeada de 4.5kg lanzada desde una altura de 5m, y considerando un tiempo de impacto de una centésima de segundo, tiempo que está muy por debajo de los reportados en ensayos de laboratorio que determinan que el tiempo de impacto es de 2 a 3 milésimas de segundos.⁴⁸

Según la Norma ASTM D 1037 el espécimen para el ensayo de impacto debe tener 228 mm x 254 mm, sin embargo se utilizó la placa de 500 mm x 500 mm. Así mismo, el dispositivo de impacto utilizado fue de 4,5 Kg. de peso, mientras que la norma establece que este dispositivo sea de 0,536 Kg, debido a alta tenacidad de los ecomateriales.

La guadua angustifolia Kunt, material que se utiliza para la fabricación de las placas, demuestran tener una alta tenacidad, debido a la elevada deformación que admite al ser sometido a grandes esfuerzos sin que sufra deformación permanente.

⁴⁸ Ensayo realizado en el departamento de física de materiales, Facultad de Ciencias Físicas Universidad Complutense de Madrid, 2040, Madrid, España.

RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar a profundidad el estudio de los Ecomateriales optimizando el proceso de fabricación y de manera especial el tipo de pegante a ser utilizado a fin de obtener mejores resultados en cuanto a la resistencia mecánica y otros factores como la humedad, temperatura y ataque de insectos.

Se recomienda estudiar también las formas de recubrimientos que deberían utilizarse para protección de las placas así como para darle aspectos estéticos confortables y agradables a la vista.

20 ANEXOS

REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA ELABORACIÓN DEL PANEL DE 0.50 X 2.50m



RESULTADOS GLOBALES DE ENSAYOS QUE REALIZARON EN EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE MECANICA DE SOLIDOS DE LA ESPOL

TIPO DE PROBETA: C006

FECHA: 00/05/2010

HAY
TESTIGOS

REALIZADO POR: ING. VICTOR GUADALUPE, LESLYE GONZALEZ, VIRGINIA AVELLAN

a ancho e espesor A Area de seccion de corte
h altura P Carga de rotura

No.	a	h	E	P	a (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Esfuerzo Cortante		
	mm	mm	mm	Kg	mm	mm	mm	mm ²	Kg/mm ²	K/cm ²	Mpa
4	49,39	51,51	13,96		49,45	51,60	13,99		340		
	49,49	51,64	14,01								
	49,46	51,57	13,90								
	49,44	51,69	14,10								
5	44,28	50,62	15,79		44,63	50,65	15,63		680		
	45,01	50,75	15,77								
	44,91	50,5	15,40								
	44,31	50,73	15,55								
6	49,60	51,04	15,22		49,17	50,98	15,35		320		
	49,13	51,14	15,55								

	48,84	50,93	15,35								
	49,09	50,80	15,26								
7	50,93	49,56	14,62		50,92	49,49	14,54		335		
	50,77	49,29	14,45								
	50,99	49,69	14,48								
	51,00	49,43	14,62								
11	49,45	50,88	12,92		48,93	50,92	13,10		850		
	49,19	51,16	13,12								
	49,09	50,83	13,31								
	48,00	50,79	13,03								
14	51,77	49,23	15,55		51,98	49,14	15,25		710		
	51,88	49,05	15,22								
	51,96	49,06	15,1								
	52,30	49,23	15,11								
15	49,02	51,04	14,82		49,17	50,91	15,13		390		
	49,11	51,03	15,04								
	49,33	50,89	15,25								
	49,21	50,68	15,40								
16	49,21	48,86	16,26		49,37	48,00	16,30		280		
	49,15	47,74	16,39								
	49,11	47,74	16,25								

	50,02	47,66	16,29							
17	45,75	50,73	16,69		47,02	50,50	16,94	1.100		
	48,34	50,42	17,08							
	47,89	50,56	16,99							
	46,08	50,29	16,98							

TIPO DE PROBETA: C003

FECHA: 00/05/2010

HAY
TESTIGOS

REALIZADO POR: ING. VICTOR GUADALUPE, LESLYE GONZALEZ, VIRGINIA AVELLAN

No.	b	h	E	P	b (Promed)	h(Promed)	e(Promed)	A	Area de seccion de corte		
	mm	mm	Mm	Kg	mm	mm	mm	mm2	Kg/mm2	K/cm2	Mpa
1	51,01	48,55	13,38		50,97	48,73	14,84		270		
	50,92	48,79	15,54								
	51,01	48,94	15,60								
	50,95	48,62									
2	50,22	48,32	15,80		50,34	48,53	15,85		400		
	50,74	48,63	15,74								
	50,14	48,64	15,85								
	50,24	48,52	16,00								
3	53,36	49,59	18,06		53,42	49,23	17,93		160		
	53,66	49,19	18,16								
	53,35	48,55	17,43								
	53,32	49,59	18,07								
8	52,04	48,88	15,57		52,13	48,88	15,11		220		
	52,08	48,75	15,55								
	52,11	48,98	13,93								

	52,29	48,89	15,40							
9	51,94	50,21	16,56		52,16	49,83	16,61		60	
	52,20	49,65	16,52							
	52,40	49,64	16,68							
	52,11	49,63	16,69							
10	49,39	52,04	16,01		49,35	52,32	15,81		325	
	49,33	52,06	15,73							
	49,26	52,98	15,8							
	49,42	52,18	15,7							
12	44,26	52,69	16,59		45,40	52,41	16,64		230	
	45,38	52,24	16,97							
	45,09	52,42	16,57							
	46,85	52,28	16,44							
13	49,09	49,95	15,77		49,16	49,97	15,72		260	
	49,06	49,83	15,76							
	49,17	50,08	15,68							
	49,30	50,02	15,67							
18	45,75	50,78	15,69		47,02	50,51	15,61		285	
	48,34	50,42	15,56							
	47,89	50,56	15,52							
	46,08	50,29	15,68							

ENSAYO DE FLEXION C001

TIPO DE
PROBETA: C001
FECHA: 00/05/2010

REALIZADO POR: ING. VICTOR GUADALUPE, LESLYE GONZALEZ, VIRGINIA AVELLAN

TIME		DATE	UNIT	WEIGHT	TIME
15:52:40		06-08-10	kg	0	15:52:40
59:21,0	207	06-08-10	kg	172	0,66836806
15:59:206	206	06-08-10	kg	171	15:59:206
15:59:205	205	06-08-10	kg	170	15:59:205
15:59:204	204	06-08-10	kg	170	15:59:204
15:59:203	203	06-08-10	kg	168	15:59:203
15:59:202	202	06-08-10	kg	166	15:59:202
15:59:201	201	06-08-10	kg	166	15:59:201
15:59:200	200	06-08-10	kg	164	15:59:200
15:59:199	199	06-08-10	kg	163	15:59:199
15:59:198	198	06-08-10	kg	162	15:59:198
15:59:197	197	06-08-10	kg	161	15:59:197
15:59:196	196	06-08-10	kg	159	15:59:196
15:59:195	195	06-08-10	kg	158	15:59:195
15:59:194	194	06-08-10	kg	158	15:59:194
15:59:193	193	06-08-10	kg	157	15:59:193
15:59:192	192	06-08-10	kg	156	15:59:192
15:59:191	191	06-08-10	kg	154	15:59:191
15:59:190	190	06-08-10	kg	153	15:59:190
15:59:189	189	06-08-10	kg	152	15:59:189
15:59:188	188	06-08-10	kg	151	15:59:188
15:59:187	187	06-08-10	kg	151	15:59:187
15:59:186	186	06-08-10	kg	150	15:59:186
15:59:185	185	06-08-10	kg	150	15:59:185
15:59:184	184	06-08-10	kg	149	15:59:184
15:59:183	183	06-08-10	kg	148	15:59:183
15:59:182	182	06-08-10	kg	148	15:59:182
15:59:181	181	06-08-10	kg	147	15:59:181
15:59:180	180	06-08-10	kg	146	15:59:180
15:59:179	179	06-08-10	kg	145	15:59:179
15:59:178	178	06-08-10	kg	144	15:59:178
15:59:177	177	06-08-10	kg	144	15:59:177
15:59:176	176	06-08-10	kg	143	15:59:176
15:59:175	175	06-08-10	kg	142	15:59:175
15:59:174	174	06-08-10	kg	142	15:59:174
15:59:173	173	06-08-10	kg	141	15:59:173
15:59:172	172	06-08-10	kg	140	15:59:172

15:59:171	171	06-08-10	kg	140	15:59:171
15:59:170	170	06-08-10	kg	139	15:59:170
15:59:169	169	06-08-10	kg	138	15:59:169
15:59:168	168	06-08-10	kg	137	15:59:168
15:59:167	167	06-08-10	kg	136	15:59:167
15:59:166	166	06-08-10	kg	136	15:59:166
15:59:165	165	06-08-10	kg	135	15:59:165
15:59:164	164	06-08-10	kg	135	15:59:164
15:59:163	163	06-08-10	kg	134	15:59:163
15:59:162	162	06-08-10	kg	133	15:59:162
15:59:161	161	06-08-10	kg	132	15:59:161
15:59:160	160	06-08-10	kg	131	15:59:160
15:59:159	159	06-08-10	kg	130	15:59:159
15:59:158	158	06-08-10	kg	130	15:59:158
15:59:157	157	06-08-10	kg	129	15:59:157
16:00:172	172	06-08-10	kg	128	16:00:172
16:00:171	171	06-08-10	kg	127	16:00:171
16:00:170	16:00:170	06-08-10	kg	126	16:00:170
16:00:169	16:00:169	06-08-10	kg	125	16:00:169
16:00:168	16:00:168	06-08-10	kg	124	16:00:168
16:00:167	16:00:167	06-08-10	kg	123	16:00:167
16:00:166	16:00:166	06-08-10	kg	123	16:00:166
16:00:165	16:00:165	06-08-10	kg	122	16:00:165
16:00:164	16:00:164	06-08-10	kg	122	16:00:164
16:00:163	16:00:163	06-08-10	kg	122	16:00:163
16:00:162	16:00:162	06-08-10	kg	121	16:00:162
16:00:161	16:00:161	06-08-10	kg	121	16:00:161
16:00:160	16:00:160	06-08-10	kg	121	16:00:160
16:00:159	16:00:159	06-08-10	kg	121	16:00:159
16:00:158	16:00:158	06-08-10	kg	121	16:00:158
16:00:157	16:00:157	06-08-10	kg	122	16:00:157
16:00:156	16:00:156	06-08-10	kg	121	16:00:156
16:00:155	16:00:155	06-08-10	kg	121	16:00:155
16:00:154	16:00:154	06-08-10	kg	122	16:00:154
16:00:153	16:00:153	06-08-10	kg	122	16:00:153
16:00:152	16:00:152	06-08-10	kg	123	16:00:152
16:00:151	16:00:151	06-08-10	kg	123	16:00:151
16:00:150	16:00:150	06-08-10	kg	123	16:00:150
16:00:149	16:00:149	06-08-10	kg	124	16:00:149
16:00:148	16:00:148	06-08-10	kg	124	16:00:148
16:00:147	16:00:147	06-08-10	kg	125	16:00:147
16:00:146	16:00:146	06-08-10	kg	125	16:00:146
16:00:145	16:00:145	06-08-10	kg	126	16:00:145
16:00:144	16:00:144	06-08-10	kg	128	16:00:144
16:00:143	16:00:143	06-08-10	kg	129	16:00:143

16:00:142	16:00:142	06-08-10	kg	130	16:00:142
16:00:141	16:00:141	06-08-10	kg	131	16:00:141
16:00:140	16:00:140	06-08-10	Kg	133	16:00:140
16:00:139	16:00:139	06-08-10	Kg	135	16:00:139
16:00:138	16:00:138	06-08-10	Kg	136	16:00:138
16:00:137	16:00:137	06-08-10	Kg	137	16:00:137
16:00:136	16:00:136	06-08-10	Kg	139	16:00:136
16:00:135	16:00:135	06-08-10	Kg	142	16:00:135
16:00:134	16:00:134	06-08-10	Kg	145	16:00:134
16:00:133	16:00:133	06-08-10	Kg	147	16:00:133
16:00:132	16:00:132	06-08-10	Kg	143	16:00:132
16:00:131	16:00:131	06-08-10	Kg	141	16:00:131
16:00:130	16:00:130	06-08-10	Kg	139	16:00:130
15:59:156	15:59:156	06-08-10	Kg	174	15:59:156
15:59:155	15:59:155	06-08-10	Kg	173	15:59:155
15:59:154	15:59:154	06-08-10	Kg	172	15:59:154
15:59:153	15:59:153	06-08-10	Kg	172	15:59:153
15:59:152	15:59:152	06-08-10	Kg	171	15:59:152
15:59:151	15:59:151	06-08-10	Kg	170	15:59:151
15:59:150	15:59:150	06-08-10	Kg	170	15:59:150
15:59:149	15:59:149	06-08-10	Kg	168	15:59:149
15:59:148	15:59:148	06-08-10	Kg	166	15:59:148
15:59:147	15:59:147	06-08-10	Kg	166	15:59:147
15:59:146	15:59:146	06-08-10	Kg	164	15:59:146
15:59:145	15:59:145	06-08-10	Kg	163	15:59:145
15:59:144	15:59:144	06-08-10	Kg	162	15:59:144
15:59:143	15:59:143	06-08-10	Kg	161	15:59:143
15:59:142	15:59:142	06-08-10	Kg	159	15:59:142
15:59:141	15:59:141	06-08-10	Kg	158	15:59:141
15:59:140	15:59:140	06-08-10	Kg	158	15:59:140
15:59:139	15:59:139	06-08-10	Kg	157	15:59:139
15:59:138	15:59:138	06-08-10	Kg	156	15:59:138
15:59:137	15:59:137	06-08-10	Kg	154	15:59:137
15:59:136	15:59:136	06-08-10	Kg	153	15:59:136
15:59:135	15:59:135	06-08-10	Kg	152	15:59:135
15:59:134	15:59:134	06-08-10	Kg	151	15:59:134
15:59:133	15:59:133	06-08-10	Kg	151	15:59:133
15:59:132	15:59:132	06-08-10	Kg	150	15:59:132
15:59:131	15:59:131	06-08-10	Kg	150	15:59:131
15:59:130	15:59:130	06-08-10	Kg	149	15:59:130
15:59:129	15:59:129	06-08-10	Kg	148	15:59:129
15:59:128	15:59:128	06-08-10	Kg	148	15:59:128
15:59:127	15:59:127	06-08-10	Kg	147	15:59:127
15:59:126	15:59:126	06-08-10	Kg	146	15:59:126
15:59:125	15:59:125	06-08-10	Kg	145	15:59:125

15:59:124	15:59:124	06-08-10	Kg	144	15:59:124
15:59:123	15:59:123	06-08-10	Kg	144	15:59:123
15:59:122	15:59:122	06-08-10	Kg	143	15:59:122
15:59:121	15:59:121	06-08-10	kg	142	15:59:121
15:59:120	15:59:120	06-08-10	kg	142	15:59:120
15:59:119	15:59:119	06-08-10	kg	141	15:59:119
15:59:118	15:59:118	06-08-10	kg	140	15:59:118
15:59:117	15:59:117	06-08-10	kg	140	15:59:117
15:59:116	15:59:116	06-08-10	kg	139	15:59:116
15:59:115	15:59:115	06-08-10	kg	138	15:59:115
15:59:114	15:59:114	06-08-10	kg	137	15:59:114
15:59:113	15:59:113	06-08-10	kg	136	15:59:113
15:59:112	15:59:112	06-08-10	kg	136	15:59:112
15:59:111	15:59:111	06-08-10	kg	135	15:59:111
15:59:110	15:59:110	06-08-10	kg	135	15:59:110
15:59:109	15:59:109	06-08-10	kg	134	15:59:109
15:59:108	15:59:108	06-08-10	kg	133	15:59:108
15:59:107	15:59:107	06-08-10	kg	132	15:59:107
15:59:106	15:59:106	06-08-10	kg	131	15:59:106
15:59:105	15:59:105	06-08-10	kg	130	15:59:105
15:59:104	15:59:104	06-08-10	kg	130	15:59:104
15:59:103	15:59:103	06-08-10	kg	129	15:59:103
16:00:129	16:00:129	06-08-10	kg	128	16:00:129
16:00:128	16:00:128	06-08-10	kg	127	16:00:128
16:00:127	16:00:127	06-08-10	kg	126	16:00:127
16:00:126	16:00:126	06-08-10	kg	125	16:00:126
16:00:125	16:00:125	06-08-10	kg	124	16:00:125
16:00:124	16:00:124	06-08-10	kg	123	16:00:124
16:00:123	16:00:123	06-08-10	kg	123	16:00:123
16:00:122	16:00:122	06-08-10	kg	122	16:00:122
16:00:121	16:00:121	06-08-10	kg	122	16:00:121
16:00:120	16:00:120	06-08-10	kg	122	16:00:120
16:00:119	16:00:119	06-08-10	kg	121	16:00:119
16:00:118	16:00:118	06-08-10	kg	121	16:00:118
16:00:117	16:00:117	06-08-10	kg	121	16:00:117
16:00:116	16:00:116	06-08-10	kg	121	16:00:116
16:00:115	16:00:115	06-08-10	kg	121	16:00:115
16:00:114	16:00:114	06-08-10	kg	122	16:00:114
16:00:113	16:00:113	06-08-10	kg	121	16:00:113
16:00:112	16:00:112	06-08-10	kg	121	16:00:112
16:00:111	16:00:111	06-08-10	kg	122	16:00:111
16:00:110	16:00:110	06-08-10	kg	122	16:00:110
16:00:109	16:00:109	06-08-10	kg	123	16:00:109
16:00:108	16:00:108	06-08-10	kg	123	16:00:108
16:00:107	16:00:107	06-08-10	kg	123	16:00:107

16:00:106	16:00:106	06-08-10	kg	124	16:00:106
16:00:105	16:00:105	06-08-10	kg	124	16:00:105
16:00:104	16:00:104	06-08-10	kg	125	16:00:104
16:00:103	16:00:103	06-08-10	kg	125	16:00:103
16:00:102	16:00:102	06-08-10	kg	126	16:00:102
16:00:101	16:00:101	06-08-10	kg	128	16:00:101
16:00:100	16:00:100	06-08-10	kg	129	16:00:100
16:00:99	16:00:99	06-08-10	kg	130	16:00:99
16:00:98	16:00:98	06-08-10	kg	131	16:00:98
16:00:97	16:00:97	06-08-10	kg	133	16:00:97
16:00:96	16:00:96	06-08-10	kg	135	16:00:96
16:00:95	16:00:95	06-08-10	kg	136	16:00:95
16:00:94	16:00:94	06-08-10	kg	137	16:00:94
16:00:93	16:00:93	06-08-10	kg	139	16:00:93
16:00:92	16:00:92	06-08-10	kg	142	16:00:92
16:00:91	16:00:91	06-08-10	kg	145	16:00:91
16:00:90	16:00:90	06-08-10	kg	147	16:00:90
16:00:89	16:00:89	06-08-10	kg	143	16:00:89
16:00:88	16:00:88	06-08-10	kg	141	16:00:88
16:00:87	16:00:87	06-08-10	kg	139	16:00:87
15:59:102	15:59:102	06-08-10	kg	174	15:59:102
15:59:101	15:59:101	06-08-10	kg	173	15:59:101
15:59:100	15:59:100	06-08-10	kg	172	15:59:100
15:59:99	15:59:99	06-08-10	kg	172	15:59:99
15:59:98	15:59:98	06-08-10	kg	171	15:59:98
15:59:97	15:59:97	06-08-10	kg	170	15:59:97
15:59:96	15:59:96	06-08-10	kg	170	15:59:96
15:59:95	15:59:95	06-08-10	kg	168	15:59:95
15:59:94	15:59:94	06-08-10	kg	166	15:59:94
15:59:93	15:59:93	06-08-10	kg	166	15:59:93
15:59:92	15:59:92	06-08-10	kg	164	15:59:92
15:59:91	15:59:91	06-08-10	kg	163	15:59:91
15:59:90	15:59:90	06-08-10	kg	162	15:59:90
15:59:89	15:59:89	06-08-10	kg	161	15:59:89
15:59:88	15:59:88	06-08-10	kg	159	15:59:88
15:59:87	15:59:87	06-08-10	kg	158	15:59:87
15:59:86	15:59:86	06-08-10	kg	158	15:59:86
15:59:85	15:59:85	06-08-10	kg	157	15:59:85
15:59:84	15:59:84	06-08-10	kg	156	15:59:84
15:59:83	15:59:83	06-08-10	kg	154	15:59:83
15:59:82	15:59:82	06-08-10	kg	153	15:59:82
15:59:81	15:59:81	06-08-10	kg	152	15:59:81
15:59:80	15:59:80	06-08-10	kg	151	15:59:80
15:59:79	15:59:79	06-08-10	kg	151	15:59:79
15:59:78	15:59:78	06-08-10	kg	150	15:59:78

15:59:77	15:59:77	06-08-10	kg	150	15:59:77
15:59:76	15:59:76	06-08-10	kg	149	15:59:76
15:59:75	15:59:75	06-08-10	kg	148	15:59:75
15:59:74	15:59:74	06-08-10	kg	148	15:59:74
15:59:73	15:59:73	06-08-10	kg	147	15:59:73
15:59:72	15:59:72	06-08-10	Kg	146	15:59:72
15:59:71	15:59:71	06-08-10	Kg	145	15:59:71
15:59:70	15:59:70	06-08-10	Kg	144	15:59:70
15:59:69	15:59:69	06-08-10	Kg	144	15:59:69
15:59:68	15:59:68	06-08-10	Kg	143	15:59:68
15:59:67	15:59:67	06-08-10	Kg	142	15:59:67
15:59:66	15:59:66	06-08-10	Kg	142	15:59:66
15:59:65	15:59:65	06-08-10	Kg	141	15:59:65
15:59:64	64	06-08-10	Kg	140	15:59:64
15:59:63	63	06-08-10	Kg	140	15:59:63
15:59:62	62	06-08-10	Kg	139	15:59:62
15:59:61	61	06-08-10	Kg	138	15:59:61
15:59:60	60	06-08-10	Kg	137	15:59:60
15:59:59	59	06-08-10	Kg	136	15:59:59
15:59:58	15:59:58	06-08-10	Kg	136	15:59:58
15:59:57	15:59:57	06-08-10	Kg	135	15:59:57
15:59:56	15:59:56	06-08-10	Kg	135	15:59:56
15:59:55	15:59:55	06-08-10	Kg	134	15:59:55
15:59:54	15:59:54	06-08-10	Kg	133	15:59:54
15:59:53	15:59:53	06-08-10	Kg	132	15:59:53
15:59:52	15:59:52	06-08-10	Kg	131	15:59:52
15:59:51	15:59:51	06-08-10	Kg	130	15:59:51
15:59:50	15:59:50	06-08-10	Kg	130	15:59:50
15:59:49	15:59:49	06-08-10	Kg	129	15:59:49
16:00:86	16:00:86	06-08-10	Kg	128	16:00:86
16:00:85	16:00:85	06-08-10	Kg	127	16:00:85
16:00:84	16:00:84	06-08-10	Kg	126	16:00:84
16:00:83	16:00:83	06-08-10	Kg	125	16:00:83
16:00:82	16:00:82	06-08-10	Kg	124	16:00:82
16:00:81	16:00:81	06-08-10	Kg	123	16:00:81
16:00:80	16:00:80	06-08-10	Kg	123	16:00:80
16:00:79	16:00:79	06-08-10	Kg	122	16:00:79
16:00:78	16:00:78	06-08-10	Kg	122	16:00:78
16:00:77	16:00:77	06-08-10	Kg	122	16:00:77
16:00:76	16:00:76	06-08-10	Kg	121	16:00:76
16:00:75	16:00:75	06-08-10	Kg	121	16:00:75
16:00:74	16:00:74	06-08-10	Kg	121	16:00:74
16:00:73	16:00:73	06-08-10	Kg	121	16:00:73
16:00:72	16:00:72	06-08-10	Kg	121	16:00:72
16:00:71	16:00:71	06-08-10	Kg	122	16:00:71

16:00:70	16:00:70	06-08-10	Kg	121	16:00:70
16:00:69	16:00:69	06-08-10	Kg	121	16:00:69
16:00:68	16:00:68	06-08-10	Kg	122	16:00:68
16:00:67	16:00:67	06-08-10	Kg	122	16:00:67
16:00:66	16:00:66	06-08-10	Kg	123	16:00:66
16:00:65	16:00:65	06-08-10	Kg	123	16:00:65
16:00:64	16:00:64	06-08-10	kg	123	16:00:64
16:00:63	16:00:63	06-08-10	kg	124	16:00:63
16:00:62	16:00:62	06-08-10	kg	124	16:00:62
16:00:61	16:00:61	06-08-10	kg	125	16:00:61
16:00:60	16:00:60	06-08-10	kg	125	16:00:60
16:00:59	16:00:59	06-08-10	kg	126	16:00:59
16:00:58	16:00:58	06-08-10	kg	128	16:00:58
16:00:57	16:00:57	06-08-10	kg	129	16:00:57
16:00:56	16:00:56	06-08-10	kg	130	16:00:56
16:00:55	16:00:55	06-08-10	kg	131	16:00:55
16:00:54	16:00:54	06-08-10	kg	133	16:00:54
16:00:53	16:00:53	06-08-10	kg	135	16:00:53
16:00:52	16:00:52	06-08-10	kg	136	16:00:52
16:00:51	16:00:51	06-08-10	kg	137	16:00:51
16:00:50	16:00:50	06-08-10	kg	139	16:00:50
16:00:49	16:00:49	06-08-10	kg	142	16:00:49
16:00:48	16:00:48	06-08-10	kg	145	16:00:48
16:00:47	16:00:47	06-08-10	kg	147	16:00:47
16:00:46	16:00:46	06-08-10	kg	143	16:00:46
16:00:45	16:00:45	06-08-10	kg	141	16:00:45
16:00:44	16:00:44	06-08-10	kg	139	16:00:44
15:59:48	15:59:48	06-08-10	kg	174	15:59:48
15:59:47	15:59:47	06-08-10	kg	173	15:59:47
15:59:46	15:59:46	06-08-10	kg	172	15:59:46
15:59:45	15:59:45	06-08-10	kg	172	15:59:45
15:59:44	15:59:44	06-08-10	kg	171	15:59:44
15:59:43	15:59:43	06-08-10	kg	170	15:59:43
15:59:42	15:59:42	06-08-10	kg	170	15:59:42
15:59:41	15:59:41	06-08-10	kg	168	15:59:41

ENSAYO DE COMPRESION C006

No.	a	e	L	P	A	Esfuerzo
	cm	cm	cm	Kg	cm2	Kg/cm2
1	2,52	1,46	10,17	1492,00	3,68	405,43
2	2,44	1,24	9,97	1375,00	3,03	454,41
3	2,41	1,42	10,14	2273,00	3,42	664,61
4	2,65	1,24	10,17	1387,00	3,28	422,43
5	2,42	1,31	10,23	1297,00	3,16	410,11
7	2,38	1,26	10,18	905,00	2,99	302,34
8	2,48	1,27	10,21	1327,00	3,14	422,66
9	2,43	1,36	10,20	1847,00	3,31	557,52
10	2,45	1,51	10,08	1497,00	3,68	406,73
11	2,42	1,28	10,04	1281,00	3,11	412,54
12	2,42	1,29	9,84	838,00	3,11	269,41
13	2,66	1,12	10,17	1286,00	2,97	432,72
14	2,71	1,25	10,08	1794,00	3,38	531,26
15	2,50	1,30	10,08	554,00	3,26	170,13
16	2,42	1,23	10,08	1326,00	2,98	445,61
17	2,42	1,29	10,08	1476,00	3,11	474,15
18	2,47	1,41	10,08	1986,00	3,47	571,73
19	2,51	1,46	10,08	2212,00	3,65	605,51
21	2,50	1,51	10,08	1687,00	3,79	445,58
22	2,53	1,27	10,08	2370,00	3,21	737,22
23	2,43	1,51	10,08	2225,00	3,66	608,30
24	2,49	1,48	10,08	2112,00	3,69	572,61
25	2,53	1,51	10,08	2180,00	3,82	570,56
26	2,51	1,44	10,08	2044,00	3,60	568,13
				PROMEDIO		477,57

ENSAYO DE PANDEO C003

PESO	FECHA	TIEMPO	UNIDAD	PRODUCTO
3	06-07-10	16:49:56	kg	PLAS-BAM C003
7	06-07-10	16:49:57	kg	PLAS-BAM C003
16	06-07-10	16:49:58	kg	PLAS-BAM C003
23	06-07-10	16:49:59	kg	PLAS-BAM C003
30	06-07-10	16:50:00	kg	PLAS-BAM C003
37	06-07-10	16:50:01	kg	PLAS-BAM C003
42	06-07-10	16:50:02	kg	PLAS-BAM C003
46	06-07-10	16:50:03	kg	PLAS-BAM C003
49	06-07-10	16:50:04	kg	PLAS-BAM C003
51	06-07-10	16:50:05	kg	PLAS-BAM C003
54	06-07-10	16:50:06	kg	PLAS-BAM C003
55	06-07-10	16:50:07	kg	PLAS-BAM C003
57	06-07-10	16:50:08	kg	PLAS-BAM C003
59	06-07-10	16:50:09	kg	PLAS-BAM C003
60	06-07-10	16:50:10	kg	PLAS-BAM C003
61	06-07-10	16:50:11	kg	PLAS-BAM C003
62	06-07-10	16:50:12	kg	PLAS-BAM C003
63	06-07-10	16:50:13	kg	PLAS-BAM C003
63	06-07-10	16:50:14	kg	PLAS-BAM C003
64	06-07-10	16:50:15	kg	PLAS-BAM C003
65	06-07-10	16:50:16	kg	PLAS-BAM C003
65	06-07-10	16:50:17	kg	PLAS-BAM C003
66	06-07-10	16:50:18	kg	PLAS-BAM C003
66	06-07-10	16:50:19	kg	PLAS-BAM C003

66	06-07-10	16:50:20	kg	PLAS-BAM C003
66	06-07-10	16:50:21	kg	PLAS-BAM C003
67	06-07-10	16:50:22	kg	PLAS-BAM C003
67	06-07-10	16:50:23	kg	PLAS-BAM C003
67	06-07-10	16:50:24	kg	PLAS-BAM C003
67	06-07-10	16:50:25	kg	PLAS-BAM C003
67	06-07-10	16:50:26	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:27	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:28	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:29	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:30	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:31	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:32	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:33	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:34	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:35	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:36	kg	PLAS-BAM C003
69	06-07-10	16:50:37	kg	PLAS-BAM C003
69	06-07-10	16:50:38	kg	PLAS-BAM C003
68	06-07-10	16:50:39	kg	PLAS-BAM C003
69	06-07-10	16:50:40	kg	PLAS-BAM C003
69	06-07-10	16:50:41	kg	PLAS-BAM C003
69	06-07-10	16:50:42	kg	PLAS-BAM C003
69	06-07-10	16:50:43	kg	PLAS-BAM C003
69	06-07-10	16:50:44	kg	PLAS-BAM C003
69	06-07-10	16:50:45	kg	PLAS-BAM

				C003
				PLAS-BAM
69	06-07-10	16:50:46	kg	C003
				PLAS-BAM
69	06-07-10	16:50:47	kg	C003
				PLAS-BAM
69	06-07-10	16:50:48	kg	C003
				PLAS-BAM
69	06-07-10	16:50:49	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:50:50	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:50:51	kg	C003
				PLAS-BAM
69	06-07-10	16:50:52	kg	C003
				PLAS-BAM
69	06-07-10	16:50:53	kg	C003
				PLAS-BAM
69	06-07-10	16:50:54	kg	C003
				PLAS-BAM
69	06-07-10	16:50:55	kg	C003
				PLAS-BAM
69	06-07-10	16:50:56	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:50:57	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:50:58	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:50:59	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:00	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:01	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:02	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:03	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:04	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:05	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:06	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:07	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:08	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:09	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:10	kg	C003

70	06-07-10	16:51:11	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:12	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:13	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:14	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:15	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:16	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:17	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:18	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:19	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:20	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:21	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:22	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:23	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:24	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:25	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:26	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:27	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:28	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:29	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:30	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:31	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:32	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:51:33	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:34	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:35	kg	PLAS-BAM C003
71	06-07-10	16:51:36	kg	PLAS-BAM

				C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:37	kg	C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:38	kg	C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:39	kg	C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:40	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:41	kg	C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:42	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:43	kg	C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:44	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:45	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:46	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:47	kg	C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:48	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:49	kg	C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:50	kg	C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:51	kg	C003
				PLAS-BAM
71	06-07-10	16:51:52	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:53	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:54	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:55	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:56	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:57	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:58	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:51:59	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:52:00	kg	C003
				PLAS-BAM
70	06-07-10	16:52:01	kg	C003

70	06-07-10	16:52:02	kg	PLAS-BAM C003
70	06-07-10	16:52:03	kg	PLAS-BAM C003

ENSAYO DE IMPACTO

# DE PROBETA	ALTURA (m)	MASA (Kg)	ENERGÍA ABSORVIDA (kgm)
1	0,50	4,5	2,25
	0,75	4,5	3,375
	1,00	4,5	4,5
	1,50	4,5	6,75
	2,00	4,5	9
	3,00	4,5	13,5
	4,00	4,5	18
	5,00	4,5	22,5

21 BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- ALAVA, J.; BAQUERIZO, H.; HAGO, F.; (1976) *Evolución histórica de la vivienda dentro del marco del desarrollo urbano en la región de Guayaquil*. Guayaquil, Ecuador.
- ASTM D143-94 (2007) *Norma que se enfoca sobre la metodología empleada para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera*.
- DIAS, M. (2003) *Detalles de Arquitectura*, México D.F.
- DONOSO MOGOLLON T. *Programas Habitacionales de Interés Social. Instituto de Planificación Urbana y Regional (IPUR)*. 2006. 112 pag.
- DONOSO, T.; *Fotografías de viviendas en Ancón*; Guayaquil, Ecuador
- FERNANDEZ GALINO L. *Cobijo. Primera edición. España. 1979*. 4 pag.
- GARCIA SIERRA, J. *Tesis de grado Maestría en Investigación de operaciones y estadísticas Pereira*. Colombia 2004. 17 pag.
- Hogar de Cristo. *Desarrollo Integral de la Familia y la Comunidad. Vivienda Principios y Valores Trabajo Educación Salud*. Ecuador. 4d.
- *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en junio de 2006*.
- LEE, P.; COMPTE, F.; PERALTA, C. (1989) *Patrimonio arquitectónico y urbano de Guayaquil*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador.
- MARIN J. (2008) *Entre Diseño y Medio Ambiente. ¿Es verde el Bambú?*, Blog [Internet]. Madrid, España.
- MORÁN UBIDIA J. (1987) *Características físicas de materiales de construcción y análisis de técnicas constructivas y elementos arquitectónicos de la costa ecuatoriana*; Guayaquil, Ecuador.

- MORÁN UBIDIA, J.(2009) *¿Por qué Bambú en el Siglo XXI?. Encuentro Tecnologías Compartidas* Azogues , Ecuador
- MURILLO ROUNTRE G. *Tesis de Maestría de Confort Climático en la Arquitectura de la Ciudad de Guayaquil.*
- SENACYT; UCSG. (2010) *Planta Piloto de Investigación, producción y transferencia tecnológica en uso de Ecomateriales Innovadores para la construcción de vivienda de bajo costo. Código PIC-08-0000286 (Informe Parcial del Proyecto Febrero, 2009).* Guayaquil, Ecuador.
- RADA ALPRECHT R. *IPUR, Instituto de Planificación Urbana y Regional. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. 2008.*
- RUIZ POZO S. *La problemática de la vivienda en el Ecuador. Exposición en el curso Nacional Paso a Paso.*

Páginas de internet:

- <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/el-confort-enferma-nuestras-casas-205752-205752.html>
- <http://www.ecosur.org>
- ARCHITECTURE AND THE ENVIRONMENT. COMPARISON OF BUILDING ELEMENTS - LIFE CYCLE ANALYSIS NEW ZEALAND INSTITUTE OF ARCHITECTS Y ELABORACIÓN PROPIA. ARQUITECTURA SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO SOLAR. María Jesús González Díaz. Ed. *Era Solar.* http://www.apea.com.es/ponencias/ponencia_03/PDF/T3.PDF
- <http://resseny.blogspot.com/2008/06/es-verde-el-bamb.html>
- http://www.fao.org/sd/teca/serch/tech_dett_an.asp?tech_id=1196
- http://revista.consumer.es/web/es/20050301/economia_domestica/
- <http://www.ecosur.org/content/category/3/9/557/>

- CARRION Diego, RUIZ Silvana, RUIZ Lucía. *Investigación sobre Vivienda Social*. Pag. 90,91 *Resultados de la Escuela de Condiciones de Vida – Quinta Ronda INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS*. www.inec.gov.ec.

Revistas y documentación adicional:

- **El Informe Brundtland** es un Informe socio-económico elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora noriega [Gro Harlem Brundtland](#). Originalmente, se llamó *Nuestro Futuro Común* (*Our Common Future*, en inglés). En este informe, se utilizó por primera vez el término [desarrollo sostenible](#).
- GONZALEZ, Leslye.; *Fotografías de viviendas en Santa Rosa, El Oro-Ecuador*
- *Nueva Constitución del Ecuador 2008*
- *Resultados del estudio realizado por el Soc. Sáenz. Jefe de Planificación del INEC.*

*Revista de la Cámara de la Construcción Guayaquil. **Construcción y Desarrollo**. año 200*