

PROPUESTA DE SISTEMA MODULAR DE  
BAHAREQUE EMBUTIDO PARA EL  
MEJORAMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA FINCA  
EL DIAMANTE POR MEDIO DE  
AUTOCONSTRUCCIÓN

Cristian Bernabe Ibagué Ceballos

Jair Alexander Salinas Contreras

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN  
CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

# Índice



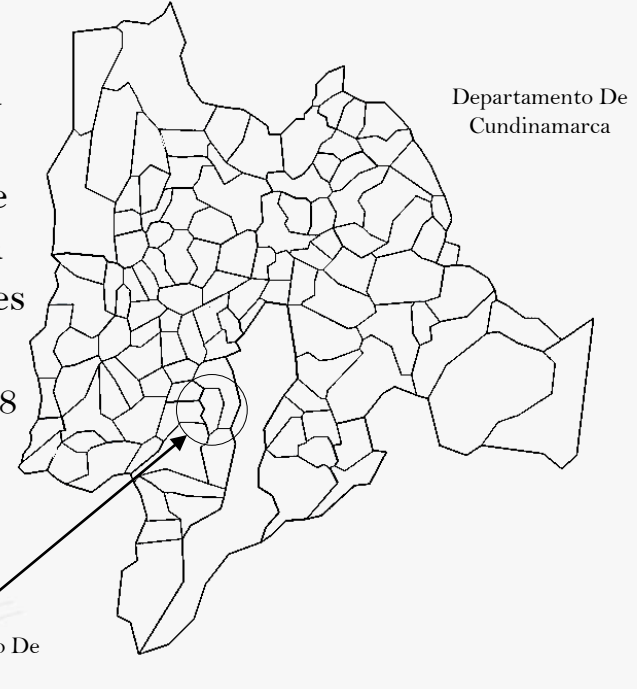
UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

- 1) Ubicación.
- 2) Problemática finca el diamante.
- 3) Justificación.
- 4) Pregunta problema.
- 5) Objetivo general/  
Específicos.
- 6) Bahareque embutido.
- 7) Metodología.
- 8) Marcos referenciales.
- 9) Desarrollo del proyecto (fase1)
- 10) Desarrollo del proyecto (fase 2).
- 11) Detalles constructivos.
- 12) Caracterización material (tierra).
- 13) Desarrollo del proyecto (fase 3).
- 14) Conclusiones.
- 15) Recomendaciones/  
Costo del panel
- 16) Bibliografía.

# Ubicación



Municipio Colombiano que esta ubicado en el departamento de Cundinamarca mas exactamente en la provincia del Tequendama hacia el Sur-Occidente. Sus limites se encuentran entre Tocaima, Anapoima y Viota, Cuenta con 28 Veredas en la que se encuentra San Antonio la cual fue tomada para realizar la investigación



# Problemática finca el Diamante



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia



*Fuente: Elaboración propia.  
Actual baño finca el Diamante*



*Fuente: Elaboración propia.  
Actual cocina finca el Diamante*

En el municipio de San Antonio de Apulo Cundinamarca, según el estudio realizado y la visita acampo se muestra que sus construcciones son realizada en bahareque embutido, pero por la falta de conocimiento, sus habitantes reparan sus viviendas con materiales como: Tejas de zinc, plásticos, madera etc. Supliendo sus necesidades pero colocando en riesgo su integridad física y de sus familias

# Justificación

Teniendo en cuenta las costumbres constructivas de la vereda San Antonio y las técnicas que se utilizaban. Según un censo general realizado por el Dane en el 2005 en Apulo Cundinamarca; indicó como resultado que el 95% de las viviendas son de tipo “casa indígena”. por lo tanto se trabaja en recuperar el saber ancestral de la comunidad implantado estos paneles en la mejora de sus viviendas

Parte de las viviendas que están construidas con bahareque presentan estas patologías; por la falta de conocimiento la tierra “Embutido”. Suele desprenderse de la estructura en esterilla afectando a las personas que residen en ese lugar.



*Fuente: Elaboración propia.  
Pared de bahareque embutido*



*Fuente: Elaboración propia.  
Pared de bahareque embutido*

# Pregunta problema

¿Cómo mejorar las condiciones de la cocina en la finca El Diamante, mediante la implementación de unos paneles modulares en bahareque embutido por medio de autoconstrucción?



*Fuente: Elaboración propia.  
Estructura actual cocina*

# Objetivo General

Plantear un sistema modular de bahareque embutido que sirva para muros divisorios en la finca El Diamante ubicada en la vereda san Antonio del municipio de Apulo Cundinamarca por medio de autoconstrucción.

## Objetivos Específicos

- ❖ Estudiar las habilidades y conocimientos que tiene la comunidad de la vereda San Antonio en cuanto a la construcción del bahareque embutido por medio de una encuesta.
- ❖ Diseñar un panel modular de bahareque embutido mediante herramientas digitales, por medio de procesos de autoconstrucción.
- ❖ Realizar la transferencia tecnológica para que la comunidad se apropie del sistema constructivo por medio de una cartilla.

# Bahareque embutido

Sistema tradicional vernáculo implementado en las zonas rurales del territorio colombiano, donde la materia prima es la tierra y la guadua. En la Vereda de San Antonio de Apulo Cundinamarca este tipo de construcción se resalta mucho, puesto que fue implementada en tiempos anteriores.

Las viviendas tienen esta característica constructiva, algunas resaltan mas por su componentes, como se logra observar en las imágenes



*Fuente: Elaboración propia.  
Pared de bahareque embutido*



*Fuente: Elaboración propia.  
Pared pañetada con boñiga de caballo*



# Metodología

Cuantitativa. Sampieri

Mejoramiento de la cocina en la finca el Diamante

Se divide en 3 fases

Recolección de datos

Búsqueda de referentes

Trasmisión de conocimientos

Inspección inicial

Modulación

Cartilla

Planimetría

Pruebas material (Tierra)

# Marcos referenciales

Bahareque en cementado  
(Bogotá, Colombia.)

Johan Londoño  
Diego Ramírez

Paneles en bahareque en cementado  
(Pruebas de campo y laboratorio)

Paneles en bahareque  
(Cuenca, Ecuador.)

Vacacela Albuja

Diseño y construcción de paneles  
(60 Cm Ancho 2.40 M Alto 10 Cm Espesor)

Caracterización (Tierra)  
(Bogotá, Colombia.)

Andrés Gonzales

Desarrolla diferentes pruebas con tierra,  
para implementar en la construcción

Industrialización para vivienda social  
(Colombia.)

Bellanith Garzón

Una innovación tecnológica para la  
respuesta a la necesidad de vivienda  
rural

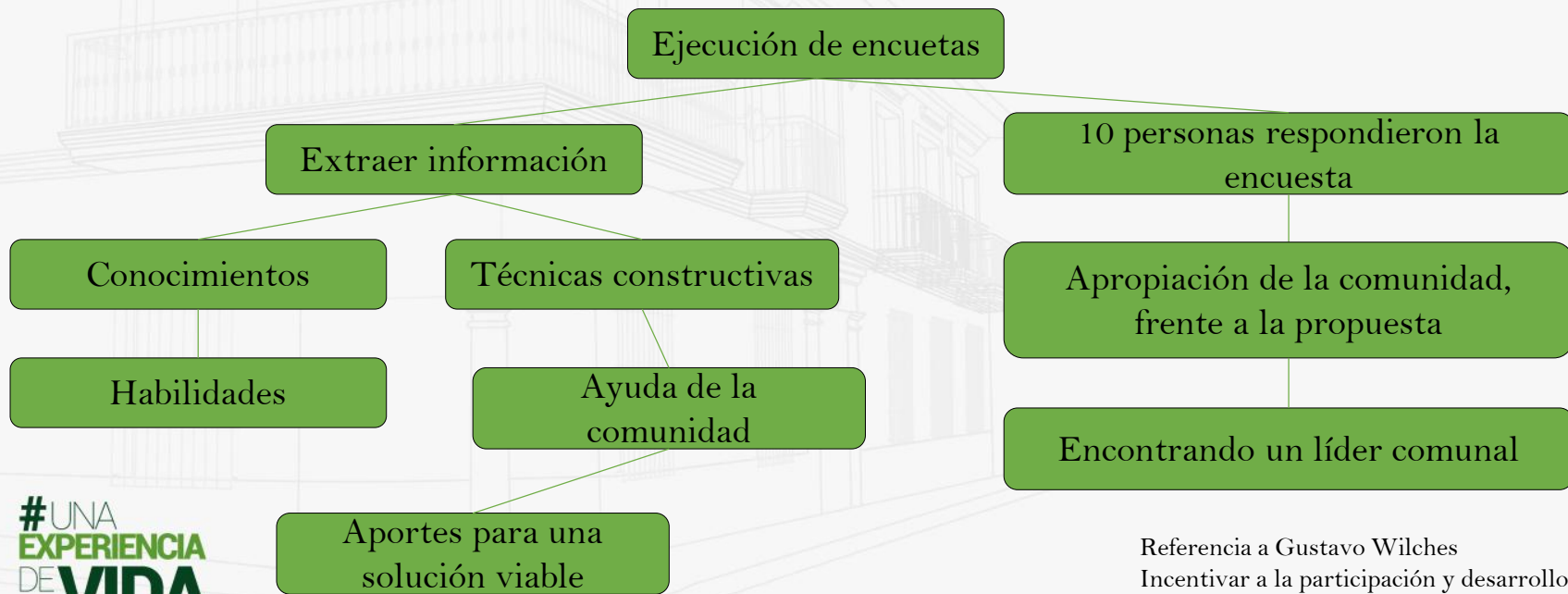
Autoconstrucción  
(Colombia.)

Gustavo Wilches

Incentivar a la participación y  
desarrollo, creando lideres en los  
diversos sectores

# Desarrollo del proyecto (fase 1)

De acuerdo al primer objetivo específico del proyecto, esta etapa se enfocará en extraer información sobre el grado de conocimiento y habilidad que tiene la comunidad de la vereda San Antonio, respecto al proceso constructivo del bahareque embutido.



# Desarrollo proyecto (fase 2)

De acuerdo al segundo objetivo específico, se realizó una visita a la finca El Diamante con el fin de realizar un levantamiento, toma de medidas para la modulación de este sistema en bahareque embutido y así poder realizar la mejora de la cocina, entregando la planimetría correspondiente.



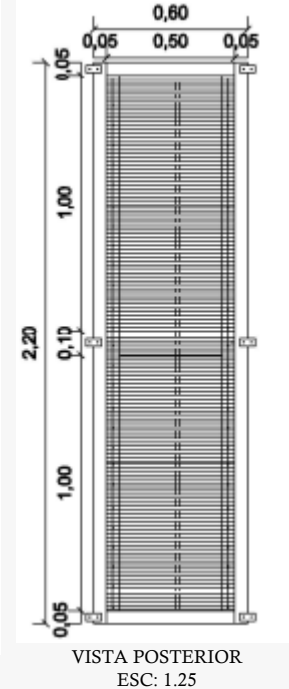
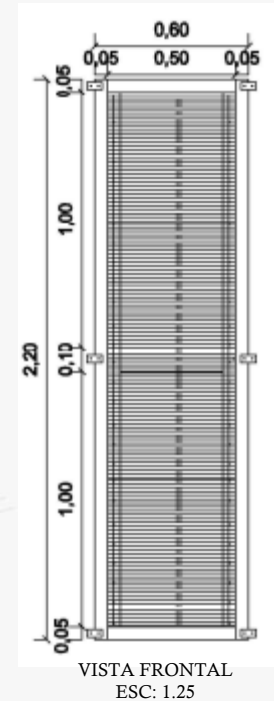
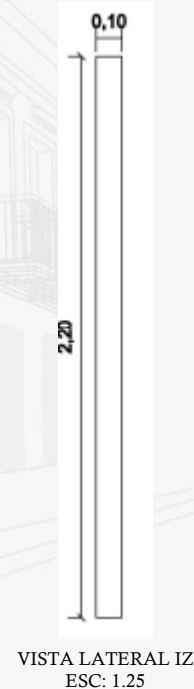
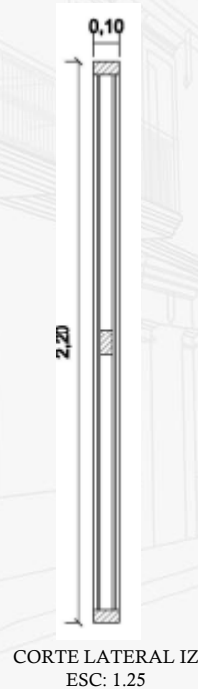
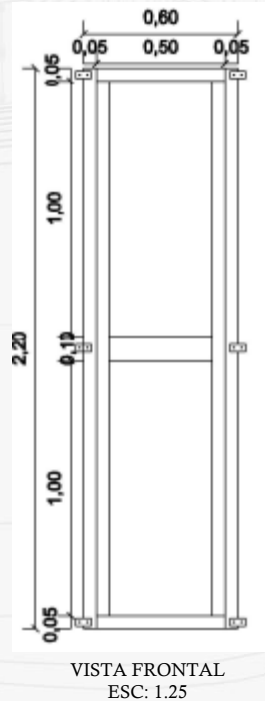
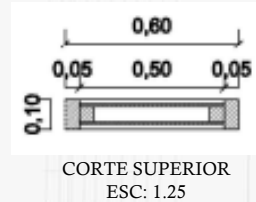
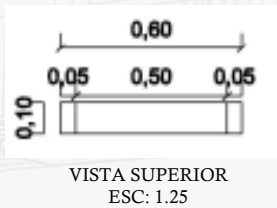
*Fuente: Elaboración propia.  
Toma de medidas. Altura*



*Fuente: Elaboración propia.  
Toma de medidas. Ancho*

# Desarrollo proyecto (fase 2)

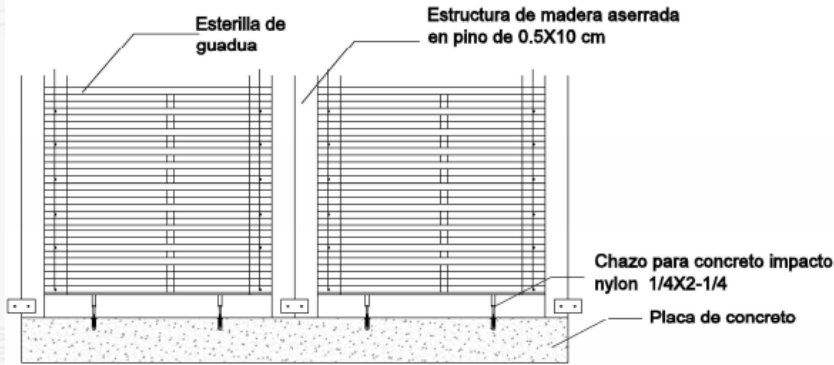
Se realiza un diseño mediante los referentes consulados, teniendo en cuenta las dimensiones de la madera (pino) comercialmente. Con el fin de general el menor desperdicio posible a la hora de construir la estructura del panel



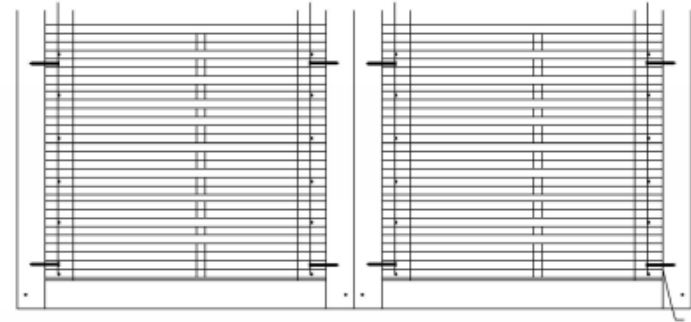
# Detalles constructivos (fase 2)



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia



ANCLAJE DE PANEL A PISO  
ESC: 1:10



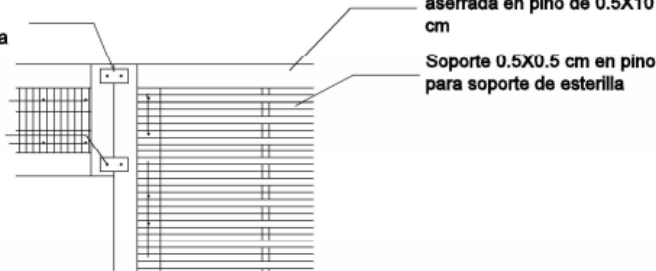
CORTE ANCLAJE SOPORTE DE ESTERILLA  
A ESTRUCTURA DE MADERA

Tomillo aglomerado  
1/4X2-1/4

ESC: 1:10

Platina metálica de  
0.3X0.6X 1/4 perforada

Tomillo 2"X0.06



UNIÓN DE PANEL A DINTEL  
VENTANA  
ESC: 1:10



UNIÓN DE ESTERILLA  
A ESTRUCTURA  
ESC: 1:10

#UNA  
EXPERIENCIA  
DE VIDA

Referencia a Johan Londoño  
Diego Ramírez  
Vacacela Albuja

# Caracterización (Material tierra)

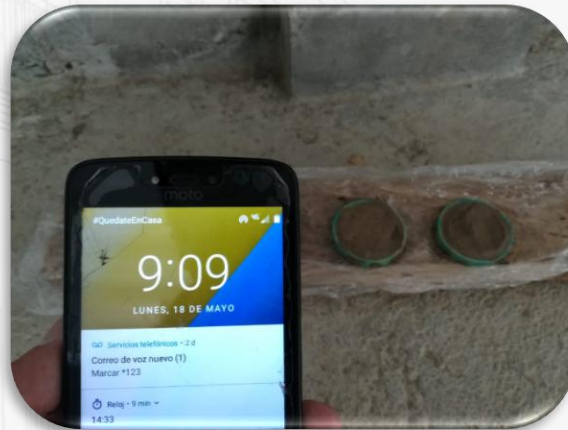


UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

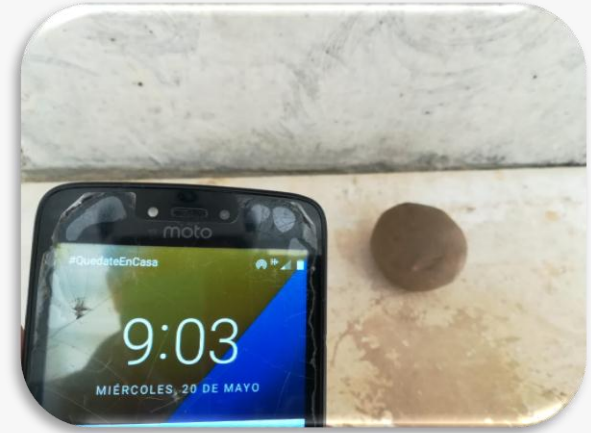
Teniendo en cuenta que la tierra es un material principal en el bahareque embutido, se logra extraer una parte de la tierra para realizarle unas pruebas empericas. Esto para determinar si sirve como relleno en la estructura del panel



*Fuente: Elaboración propia.*  
*Prueba de rollo material (tierra)*



*Fuente: Elaboración propia.*  
*Prueba de pastillas material (tierra)*



*Fuente: Elaboración propia.*  
*Prueba de esfera material (tierra)*

# Prueba (Rollo)

1



*Fuente: Elaboración propia.  
Toma de medida 22 Cm Largo*

2



*Fuente: Elaboración propia.  
Toma de medida 3  
Cm Ancho*

3



*Fuente: Elaboración propia.  
Toma de medida 5 Cm  
sobre la mesa*

4



*Fuente: Elaboración propia.  
Toma de medida 17 Cm  
rotura del rollo*



# Prueba (Esfera)

1



*Fuente: Elaboración propia.  
Caída a 1 M del suelo*

2



*Fuente: Elaboración propia.  
Caída 1.50 M del suelo*

3



*Fuente: Elaboración propia.  
Caída a 2 M del suelo*

4



*Fuente: Elaboración propia.  
Presenta fisuras mas no la  
rotura de la esfera*

# Prueba (Pastilla)

1



*Fuente: Elaboración propia.  
Presión con el dedo pulgar*

2



*Fuente: Elaboración propia.  
Presión con 4 dedos  
de la mano*

3



*Fuente: Elaboración propia.  
Presión con ambas  
manos*

4



*Fuente: Elaboración propia.  
Rotura de la pastilla ejercida  
por ambas manos.*

# Resultados de la caracterización

Estas pruebas se realizaron, con el fin de que la población pueda tener un acercamiento de manera empírica, puesto que el desplazamiento a un laboratorio implicaría mayores costos, por lo tanto, ninguna persona de la comunidad tendría acceso.

## Prueba Rollo

Se determina gran cohesión y plasticidad de la tierra, dando por conclusión un suelo arcilloso.

## Prueba Esfera

Gran resistencia y compactibilidad del terreno frente a golpes y desplazamientos.

## Prueba Pastilla

Este tipo de terreno es de gran compactibilidad y resistencia, una vez secado

# Desarrollo proyecto (fase 3)

De acuerdo al tercer objetivo específico, se realiza la propuesta para la construcción de la cocina mediante unos paneles de bahareque embutido. Teniendo los materiales en sitio y los conocimientos que tiene la comunidad frente a la construcción se da a conocer una cartilla, para que la comunidad tenga una apropiación del proceso de elaboración de los paneles.



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia  
Fundada en 1951

Facultad de Arquitectura

Tecnología En Construcciones  
Arquitectónicas

Guía de construcción para panel modular de  
bahareque embutido

Bogotá-Colombia

Año 2020

Cristian Bernabe Ibagué Ceballos  
Jair Alexander Salinas Contreras



*Fuente: Elaboración propia.  
Guía de construcción para paneles*

*Fuente: Elaboración propia.  
Propuesta de panel. Elaborada en AutoCAD*

# Desarrollo proyecto (fase 3)

Inicialmente la cartilla se le entrega a un líder comunal, el cual muestra la cartilla en primera instancia a las personas a las cuales se les realizó la entrevista y por otra lado a madres cabeza de hogar y adultos mayores no conocían muchos conceptos y la parte de planimetría no la identificaban.

## Explicación del paso a paso



Por medio de dos tornillos de  $1/4 \times 2 \times 1/4$  se realiza la unión de la madera vertical A de 2,20 cm con la madera horizontal B de 0,50 cm conformando así una estructura en forma de L.



Ya teniendo la estructura en forma de L se procede a la instalación de la segunda madera en forma vertical A de 2,20. Repitiendo el mismo proceso con los tornillos ya mencionados formando una U en su estructura.



Ya para finalizar la estructura principal se instala la madera B de 0,50 cm en la parte superior fijándola con los tornillos ya establecidos.

PROPUESTA DE SISTEMA MODULAR DE BAHAREQUE EMBUTIDO PARA EL MEJORAMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA FINCA EL DIAMANTE POR MEDIO DE AUTOCONSTRUCCIÓN

## Explicación del paso a paso



Para la fijación de la esterilla se realiza una estructura con una madera C vertical de 2,10 con un refuerzo horizontal en madera D de 0,40 cm por medio de 2 tornillos de  $1/4 \times 2 \times 1/4$ .



Para culminar la estructura donde se fija la esterilla se utiliza una madera tipo C de 2,10 cm uniéndola con la estructura. Anteriormente armada conformando una H por medio de 2 tornillos de  $1/4 \times 2 \times 1/4$ .



Luego de tener la estructura principal y el de fijación de la esterilla se procede a realizar el ensamble dentro del marco principal uniéndola con tornillos de  $1/4 \times 2 \times 1/4$  a una distancia de 1,05 cm uno del otro.

PROPUESTA DE SISTEMA MODULAR DE BAHAREQUE EMBUTIDO PARA EL MEJORAMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA FINCA EL DIAMANTE POR MEDIO DE AUTOCONSTRUCCIÓN

## Explicación del paso a paso



Se procede a la fijación de la esterilla con puntillas de cabeza de  $3/4 \times 1/2$  pulgada ubicándolas a una distancia de 30 cm entre ellas, luego un alambre calibre 17 dándole vueltas sobre la cabeza para unir la esterilla, al marco de madera.



Teniendo la estructura con la esterilla se realiza la instalación de las platina metálica de 0,3cm x 0,6cm x 1/4 para así poder unir los paneles entre sí.



Luego de ya tener el panel conformado con todos los componentes y fijados en el sitio se procede a realizar el embutido de la tierra.

PROPUESTA DE SISTEMA MODULAR DE BAHAREQUE EMBUTIDO PARA EL MEJORAMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA FINCA EL DIAMANTE POR MEDIO DE AUTOCONSTRUCCIÓN

# Desarrollo proyecto (cartilla)

Para poner a toda la comunidad en contexto de como es el armado de los panel, se re elabora la cartilla de una forma mas grafica, dándoles a entender por material fotográfico los materiales y las herramientas a utilizar.

## Listado de herramientas

- 1) Segueta
- 2) Martillo
- 3) Taladro
- 4) Atornilladores (Estrella, plano)
- 5) Brocas
- 6) Alicata universal
- 7) Boquillaera
- 8) Flexómetro



PROPUESTA DE SISTEMA MODULAR DE BAHAREQUE EMBUTIDO PARA EL MEJORAMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA FINCA EL DIAMANTE POR MEDIO DE AUTOCONSTRUCCIÓN

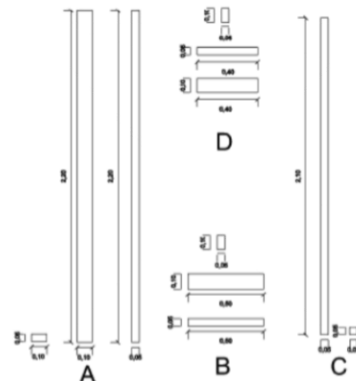
## Listado de materiales

- 1) 6 platinas, metálicas de  $\frac{1}{4}$  de espesor por 6 cm de larga y 3 de ancha perforada.
- 2) 12 tornillos aglomerados de  $\frac{1}{4}$  x  $3\frac{3}{4}$ " -  $\frac{1}{8}$  para fijar las platinas al panel.
- 3) 16 tornillos aglomerados de  $\frac{1}{4}$  x 2" -  $\frac{1}{4}$ .
- 4) 1,80 m alambre calibre 17 para sujetar la esterilla.
- 5) 8 Puntillas con cabeza  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  pulga.
- 6) 4 Chazos de nailon  $\frac{1}{4}$  x 2" -  $\frac{1}{4}$  para fijar paneles al concreto.
- 7) Madera pino viene 5cm por 10cm viene 3.96m para construcción de estructura panel.
- 8) Madera pino 5cm por 5cm para instalación de esterilla.



PROPUESTA DE SISTEMA MODULAR DE BAHAREQUE EMBUTIDO PARA EL MEJORAMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA FINCA EL DIAMANTE POR MEDIO DE AUTOCONSTRUCCIÓN

## Despiece de la madera



PROPUESTA DE SISTEMA MODULAR DE BAHAREQUE EMBUTIDO PARA EL MEJORAMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA FINCA EL DIAMANTE POR MEDIO DE AUTOCONSTRUCCIÓN

# Conclusiones

- ❖ Fase 1: Se logra cumplir con el primer objetivo específico, el cual se realiza telefónicamente teniendo un acercamiento con varias personas del sector ganando su confianza, por lo tanto, nos hablaron abiertamente de sus conocimientos y las formas en las que se puede emplear el bahareque embutido.
- ❖ Fase 2: Con la visita realizada se lograron obtener medidas, para la ejecución de la planimetría y la modulación de los diferentes paneles. Esto se realizó por medio de la herramienta *AutoCAD*, para el diseño de la cocina en la finca el Diamante
- ❖ Material (tierra). Podemos determinar según los referentes y las pruebas realizadas del terreno extraído en la finca el Diamante, que es apto para el embutido de los paneles caracterizándose como un terreno arcilloso.
- ❖ Fase 3: Debido a la pandemia mundial y el confinamiento obligatorio se realizó un replanteo en el proyecto, el cual consistió en realizar una cartilla con el proceso constructivo de los paneles, por lo cual hacemos referencia del señor Arnulfo, el cual estuvo al tanto del proyecto y fue la persona encargada de recibir y mostrar la cartilla a todas las personas de la comunidad.

# Recomendaciones-Costo panel

MODULO 1			
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDADES	PRECIO
Madera pino 10cm por 0,5cm	6,9	Mt	\$ 33.800
Madera pino 0,5cm por 0,5cm	4,4	Mt	\$ 25.000
Esterilla de guadua	1	Un	\$ 8.000
Alambre calibre N° 17	5	Mt	\$ 1.600
Tornillo agolmerado de 1/4 por 2"por 1/4	30	Un	\$ 2.250
Chazo nylon de 1/4 por 2"por 1/4	4	Un	\$ 1.900
Puntilla con cabeza 3/4-1/2"	40	Un	\$ 1.200
Platina metalica 0,3cm por 0,6cm 1/4 de espesor	12	Un	\$ 15.800
<b>Total</b>			<b>\$ 89.550</b>

- ❖ Se recomienda utilizar una fibra vegetal para ser mezclada con la tierra, con el fin evitar agrietamientos, desprendimientos de tierra ya secados en el panel
- ❖ Teniendo el panel en físico se recomienda, realizarle pruebas de aislamiento acústico, adsorción de temperatura con el fin de evaluar los resultados para compararlos con otros sistemas.



# Bibliografía

- Ramírez R y Londoño J. (2017). Sistema de paneles prefabricados para bahareque en muros de cerramiento en vivienda rural. (Trabajo de grado) Universidad la Gran Colombia, Bogotá, Colombia.
- Vacacela A. (2015). Paneles de bahareque prefabricado y aplicación a una vivienda. (Trabajo de grado) Universidad Estatal de Cuenca, Cuenca, Ecuador
- Gonzales C. (2017). Manual de pruebas de campo y ensayos de laboratorio para trabajar la tierra como material de construcción. (Trabajo de grado) Universidad la Gran Colombia, Bogotá, Colombia.
- Wilches.G. (2 de julio de 2012). Vivienda: autoconstrucción, sujetos sociales y transformación de su realidad. Terremoto y cambio institucional. Recuperado de <https://razonpublica.com/vivienda-autoconstruccion-sujetos-sociales-y-transformacion-de-su-realidad/>
- Garzón. B. (2007). Industrialización de la construcción para la vivienda social. (trabajo de grado) Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia.
- Dane. (6 de marzo de 2006). Censo general 2005. Recuperado de. <https://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/cundinamarca/apulo.pdf>