

DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE UNA UNIDAD CONSTRUCTIVA  
DE ADOBE MEDIANTE LA ADICIÓN DE UN AGLUTINANTE  
NATURAL CONOCIDO COMO FRUTO DEL CUJÍ, PARA SU  
USO EN EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN

JHEFFERIN YICEL POLENTINO ROPERO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA DE ARQUITECTURA  
SAN JOSE DE CUCUTA, NORTE DE SANTANDER  
AÑO 2021

DISEÑO Y MEJORAMIENTO DE UNA UNIDAD CONSTRUCTIVA  
DE ADOBE MEDIANTE LA ADICIÓN DE UN AGLUTINANTE  
NATURAL CONOCIDO COMO FRUTO DEL CUJÍ, PARA SU  
USO EN EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN

JHEFFERIN YICEL POLENTINO ROPERO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ARQUITECTO

CARLOS DANIEL CAICEDO. ARQUITECTO DIRECTOR DE TESIS  
BIERMAN SUAREZ ARQUITECTO TUTOR

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
NOMBRE DE LA FACULTAD INGENIERIAS Y ARQUITECTURA  
NOMBRE DEL DEPARTAMENTO PROGRAMA DE ARQUITECTURA  
LA CIUDAD SAN JOSE DE CUCUTA, NORTE DE SANTANDER

EL AÑO 2021

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Ciudad y Fecha (día, mes, año) (Fecha de entrega)

## Dedicatoria

A Dios y a la vida por permitirme  
llegar donde estoy a pesar de las  
adversidades del camino

A mi familia padres, hermanos y  
sobrino porque son el motor de mi  
vida

A ustedes les dedico mis logros por  
estar en cada paso del camino  
alentándome seguir.

Yicel Polentino

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la vida por permitirme llegar donde estoy a pesar de las adversidades del camino

A mi padre: por estar siempre apoyándome en todo y alentándome a seguir adelante

A mi madre: por apoyarme, comprenderme y guiarme

A mi hermano: por su apoyo, comprensión y ser mi guía

A mi hermana: por todo el apoyo brindado

A el profesor Bierman Suarez por su ayuda, su conocimiento, dedicación, y comprensión en parte del proyecto

A el profesor Carlos Caicedo por su ayuda, conocimiento y dedicación, permitieron que este proyecto se llevara a cabo

Mil gracias a todos aquellos que hicieron posible la culminación del proyecto, sin ese apoyo este logro no se hubiese podido realizar

Yicel Polentino

## CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	19
CAPITULO I. CONCEPTUALIZACION .....	22
1.1 TEORÍAS Y CONCEPTOS ASOCIADOS.....	22
1.1.1 Caracterización experimental de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe del sur de México.....	22
1.1.2 Uso de aditivos naturales en materiales de construcción - una revisión .....	23
1.1.3 Biopolímeros: avances y perspectivas.....	25
1.1.4 Aproximación a la patología presentada en las construcciones de tierra.....	27
1.1.5 Aplicaciones generales de la nanotecnología en el campo de la construcción ....	29
1.1.6 Términos.....	30
1.2 TENDENCIAS ASOCIADAS.....	34
1.2.1 La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula	34
1.2.2 Arquitectura vernácula .....	35
1.3 NORMAS ASOCIADAS .....	38
1.3.1 Constitución política de Colombia de 1991.....	38
1.3.2 . Normatividad De La Innovación Y Construcción Sostenible, Uso de Adobe .....	39
CAPITULO II. CONTEXTUALIZACION.....	41
2.1 UBICACIÓN GENERAL DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO .....	41
2.1.1 Municipio de San José de Cúcuta- Norte de Santander.....	41
2.2. ANÁLISIS (sector arcillero, identificación de suelos, las técnicas de construcción tradicionales, identificación de material vegetal cují) .....	42
2.2.1 La minería de la arcilla en el área metropolitana de Cúcuta .....	42
2.2.2 Medio ambiente.....	42
2.2.3 DESARROLLO SOSTENIBLE.....	42
2.2.4 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE SUELO .....	43
2.2.5 ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN EN TIERRA A NIVEL GLOBAL.....	44
2.2.5.1 Tipologías y modos de construcción con uso de tierra.....	45

2.2.5.2 Razones para el uso de los materiales en Tierra .....	47
2.2.5.3 Tipos de Tierra .....	48
2.2.5.4 Sistemas tectónicos.....	50
2.2.5.5 Técnicas de Construcción con tierra rueda de las técnicas.....	51
2.2.5.7 Referentes de Arquitectura Y Construcción Tradicional En Tierra Cruda - Adobe A Nivel Internacional.....	52
2.2.5.7.1 Aliwen: conciencia ecológica aplicada inteligentemente con arquitectura sustentable en Santiago de Chile.....	52
2.2.5.7.2 La lucha por preservar una forma de vida el rescate del adobe .....	53
2.2.5.7.3 ONG Vivienda Local .....	54
2.2.5.7.4 Adobe Patrimonial .....	54
2.2.6 ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL EN COLOMBIA.....	55
2.2.6.1 Materiales propios .....	56
2.2.6.2 Línea de tiempo de la arquitectura colombiana.....	58
2.2.6.3 Tipologías de vivienda a través de la historia en Colombia.....	60
2.2.6.4 Algunas ciudades de Colombia donde predomina la construcción en tierra.....	64
2.2.6.6 Bic de Cúcuta que evidencian uso de técnicas de construcción tradicionales .....	69
2.2.7 TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL MAS DESTACADAS .....	76
2.2.7.1 Adobe.....	76
2.2.7.2 Tapia .....	78
2.2.7.3 Proceso de elaboración del adobe.....	79
2.2.7.3.1 Preparación de mezcla .....	80
2.2.7.3.2 Pruebas a realizar al adobe saber si tiene suficiente arcilla .....	80
2.2.7.3.3 Proceso de secado natural .....	82
2.2.8 IDENTIFICACION DEL MATERIAL VEGETAL CUJI (PROSOPIS JULIFLORA) .....	83
2.2.8.1 Generalidades del cují (prosopis juliflora) .....	83
2.2.8.2 Técnicas de recolección .....	86
CAPITULO III. FORMULACION.....	87
3.1 OBJETIVOS .....	87
3.1.1 Objetivo General.....	87
3.1.1.2 Objetivos específicos.....	87
3.2 ESQUEMA BASICO-PROPUESTA GENERAL.....	87
3.3 PROPUESTA.....	91
3.3.1 Obtención del material vegetal .....	91

3.3.2	Obtención del material Tierra cruda .....	92
3.3.3	Proceso de diseño evolutivo.....	94
3.4	DETALLES E INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.....	99
3.4.1	Detalles del análisis de resultados de la extracción del aglutinante .....	99
3.4.1.1	Detalles del proceso de molienda .....	100
3.4.2	Detalles de los días de secado al sol del fruto de cují .....	101
3.4.3	Obtención de la materia prima suelo- tierra cruda .....	108
3.4.3.1	Excavación .....	108
3.4.3.2	Tamizado.....	109
3.4.4	Composición del suelo .....	110
3.4.5	Elaboración de diseño de mezclas .....	111
3.4.5.1	Diseño de mezcla del bloque m1 .....	115
3.4.5.2	Diseño de mezcla en porcentaje peso del bloque M2 de prueba .....	122
3.4.5.3	Diseños de mezcla en porcentaje peso del bloque M3 de prueba .....	128
3.4.6	COMPARACIÓN DE LOS TRES DISEÑOS DE MEZCLA REALIZADOS AL ADOBE CON AGLUTINANTE EN PORCENTAJES 90%-10%, 85%-15%, 80%-20% .....	133
	CONCLUSIONES .....	135
	RECOMENDACIONES .....	138
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	139
	ANEXOS.....	142

## LISTA DE TABLAS

Pág

Tabla 2.2.5.1: tipo de patrimonio	
Tabla 2.2.5.1.2: técnicas constructivas en tierra	
Tabla 2.2.5.1.3: ubicación del material-tierra	
Tabla 2.2.5.1.4: tipo de sistema constructivo	
Tabla 2.2.5.1.5: tipo de amenaza presente en las construcciones	
Tabla 2.2.8.1. Análisis bromatológico cují (Prosopis juliflora)	
Tabla 3.2.1: componentes de residuos de Cúcuta	
Tabla 3.2.2: cobertura del suelo	
Tabla 3.4.2: temperatura del día secado del fruto de cují	
Tabla 3.4.5. Diseño de mezcla de adobe por porcentaje peso gr	
Tabla 3.4.5.1. Diseño de mezcla de adobe bloque M1 por porcentaje peso gr	
Tabla 3.4.5.1.2 Días de secado temperatura del día °C del bloque M1	
Tabla 3.4.5.1.3 vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M1	
Tabla 3.4.5.2 Diseño de mezcla de adobe bloque M2 por porcentaje peso gr	
Tabla 3.4.5.2.1 Días de secado temperatura del día °C del bloque M2	
Tabla 3.4.5.2.2 vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M2	
Tabla 3.4.5.3. Diseño de mezcla de adobe bloque M3 por porcentaje peso gr	
Tabla N°3.4.5.3.1. Días de secado temperatura del día °C del bloque M3	
Tabla 3.4.5.3.1. vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M3	
Tabla 3.4.6. curva de los Días de secado temperatura del día °C de los 3 bloques de muestras realizadas	35

## LISTA DE GRÁFICAS

Pág

- Grafica 3.4.5. Diseño de mezcla de adobe por porcentaje peso gr
- Grafica°3.4.5.1. Diseño de mezcla de adobe bloque M1 por porcentaje peso gr
- Grafica 3.4.5.1.2. Días de secado temperatura del día °C del bloque M1
- Grafica 3.4.5.3 vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M1
- Grafica 3.4.5.2 Diseño de mezcla de adobe bloque M2 por porcentaje peso gr
- Grafica 3.4.5.2.1. Días de secado temperatura del día °C del bloque M2
- Grafica 3.4.5.2.2 vientos de días de secado temperatura del día °C del bloque M2
- Grafica 3.4.5.3 Diseño de mezcla de adobe bloque M1 por porcentaje peso gr
- Grafica 3.4.5.3.2. Días de secado temperatura del día °C del bloque M3
- Grafica 3.4.5.3.2. vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M3
- Grafica3.4.6. curva de los Días de secado temperatura del día °C de los 3 bloques de muestras realizadas

## LISTA DE FIGURAS

Pág

- Figura 1.1.1: referencias al tema de mampostería de adobe. fuente: 123 RF
- Figura 1.1.1.2: referencias al tema de mampostería de adobe
- Figura 1.1.2.1: referencias al tema de aditivos
- Figura 1.1.2.2: uso de aditivos en material de construcción. Fuente: plasmarquitectura.com
- Figura 1.1.3.1: referencias al tema de biopolímero- almidón de yuca. fuente: salugran
- Figura 1.1.3.2: referencias al tema biopolímeros - aditivo. fuente: interempresas.net
- Figura 1.1.4.1: referencias al tema de las patologías en construcción la tierra
- Figura 1.1.4.2: referencias al tema de patologías en construcción de tierra
- Figura 1.1.5.1: referencias al tema de las nanotecnologías. fuente:inarquia.es
- Figura 1.1.6.1: referencia la huella ecológica. fuente: huellaecologica
- Figura 1.1.6.2: referencias estructura nanotecnología fuente: mycarsfirst
- Figura 1.1.6.4: referencia leguminosas fuente: arquiflora.rio
- Figura 1.1.6.5: referencia aglutinante naturales. fuente: yaconic
- Figura 1.1.6.5: referencia fibras naturales fuente: aimplas
- Figura 1.2.1: referencias al tema de arquitectura vernácula
- Figura 1.2.1.2: referencias al tema arquitectura vernácula asentamientos y configuración del paisaje
- Figura 1.2.2.: referencias al tema de arquitectura vernácula fuente: archdaily
- Figura 1.2.2.1: referencias al tema de arquitectura vernácula
- Figura 1.2.2.2: referencias al tema de arquitectura vernácula
- Figura 1.2.2.3: referencias a la arquitectura vernácula
- Figura 1.2.2.4: referencias al tema de arquitectura vernácula
- Figura 1.2.2.5: referencias al tema de arquitectura vernácula
- Figura 1.2.2.6.: referencias de materiales naturales locales
- Figura 1.2.2.7.: referencias de materiales locales
- Figura 1.2.2.8: referencias de construcción con materiales locales
- Figura 1.2.2.9.: referencias de elaboración de piezas con materiales locales
- Figura 1.2.2.10: referencias de construcción con materiales naturales
- Figura 1.2.2.11: referencias materiales de construcción locales
- Figura 2.1.1: mapa de ubicación gráfica del municipio de Cúcuta fuente: elaboración propia
- Figura .2.2.1: referencia de la explotación minera
- Figura 2.2.4: colores del suelo de tabla Munsell
- Figura 2.2.4.1: variedad de tipos de suelo
- Figura 2.2.5: mapa de referencia de zonas de construcción en tierra a nivel global
- Figura 2.2.5.1: referencia de una de las tipologías de construcción con tierra, muro en adobe

Figura 2.2.5.1.2: referencia de una de las tipologías de construcción con tierra  
 Figura 2.2.5.2: pequeños adobes fuente: ecoarquitectura  
 Figura 2.2.5.2.1: referencia de una de las tipologías de construcción con tierra  
 figura 2.2.5.3.1: referencia estructura del suelo fuente: edafologiauniversal  
 Figura 2.2.5.3.2: excavación de tipos de tierra fuente: core.ac.uk/arquitecturaentiera. editada  
 Figura 2.2.5.3.3: estructura de tipos de suelo fuente: core.ac.uk/arquitecturaentiera. editada  
 Figura 2.2.5.4: propiedades de la tierra fuente: core.ac.uk/arquitecturaentiera. editada  
 figura:2.2.5.4.2 sistemas tectónicos fuente elaboración propia  
 figura:2.2.5.5 rueda de las técnicas de construcción tradicional. fuente: construcción con tierra análisis, conservación y mejora  
 figura 2.2.5.7.2: referentes arquitectónicos casa de la Motta  
 figura 2.2.5.7.3: referente arquitectónico de autoconstrucción en mantagua  
 figura 2.2.5.7.4.: referente del uso de la baba nopal como aditivo en el material adobe  
 figura 2.2.5.7.4.1: referente arquitectónico en adobe  
 figura 2.2.6: mapa localización de Colombia  
 figura 2.2.6.1 Departamentos de Colombia con mayor uso de la guadua  
 figura 2.2.6.1.2Detalle constructivo Bambú- Guadua  
 figura 2.2.6.1.3Detalle constructivo Adobe fuente: archidaily.com  
 figura 2.2.6.1.4 Detalle constructivo Bahareque fuente: slideshare  
 figura 2.2.6.1.5 Detalle constructivo tapia fuente: tierah-wordpress.com  
 figura 2.2.6.2 línea de tiempo de la arquitectura colombiana  
 figura 2.2.6.3. Ubicación gráfica de Bohíos en Colombia  
 figura 2.2.6.3.2Ubicación gráfica de vivienda en tierra (adobe/tapia) Colombia  
 figura 2.2.6.3.3 Ubicación gráfica de vivienda Palafítica en Colombia  
 figura 2.2.6.3.4 Ubicación gráfica de vivienda cafetera en Colombia  
 figura 2.2.6.4 ubicación gráfica de villa de Leyva, Boyacá  
 figura 2.2.6.5 ubicación gráfica de barichara, Santander  
 figura 2.2.6.5.1 ubicación gráfica de mompox, bolívar  
 figura 2.2.6.6 localización gráfica de Cúcuta  
 figura 2.2.6.6.1 Cúcuta antes del terremoto  
 figura 2.2.6.6.2 localización torre de reloj Cúcuta  
 figura 2.2.6.6.3 registro planimetrico torre del reloj  
 figura 2.2.6.6.4 Registro fotográfico torre del reloj  
 figura 2.2.6.6.5 localización Quinta Teresa Cúcuta  
 figura 2.2.6.6.6 registro planimetrico Quinta Teresa  
 figura 2.2.6.6.7 registro fotográfico Quinta Teresa  
 figura 2.2.6.6.8 localización biblioteca pública Cúcuta  
 figura 2.2.6.6.9 registro fotográfico biblioteca pública Cúcuta  
 figura 2.2.6.6.10 evolución constructiva  
 figura 2.2.8.1: Árbol de cují (prosopis juliflora, flor y fruto de cují  
 figura 2.2.8.1.1: bosque de Árbol de cují (prosopis juliflora)  
 figura 2.2.8.1.2: frutos de cují  
 figura 2.2.8.1.3: flor del árbol de cují

figura 3.2.1: bosque seco Cúcuta  
figura 3.2.2: Áreas de bosque seco Cúcuta  
figura 3.3.1: obtención del material  
figura 3.3.3 Proceso de diseño evolutivo de la nueva pieza de adobe fuente: elaboración propia  
figura 3.4.1: fruto de cují seleccionado  
figura 3.4.1.1: fruto de cují seleccionado cortado a la mitad  
figura 3.4.1.2: proceso de molienda del fruto fresco  
figura 3.4.1.3: inicio de molienda  
figura 3.4.1.4: resultado viscoso  
figura 3.4.1.5: residuos de fibra al interior del molino  
figura 3.4.1.6 fruto molino compactado en molino por valor de fibra  
figura 3.4.1.7 resultado de fibra viscosa después de molienda  
Figura 3.4.2: extendiendo los frutos sobre lona al sol día 1 temperatura 29°C  
Figura 3.4.2.1: día 2 en horas de la mañana temperatura 28°C  
Figura 3.4.2.2: día 2 en horas de la tarde temperatura 29°C  
Figura 3.4.2.3: día 3 en horas de la mañana temperatura de 30°C  
Figura 3.4.2.4: proceso de molienda  
Figura 3.4.2.5: resultado obtenido de la molienda  
Figura 3.4.2.6: recipientes a utilizar  
Figura 3.4.2.7: fruto molido mezclado con agua para proceso de cocción  
Figura 3.4.2.8: proceso de cocción  
Figura 3.4.2.9: revisando la cocción después de 15min  
Figura 3.4.2.11: tamizado para extracción del aglutinante después del proceso de cocción  
Figura 3.4.2.12: extracción del aglutinante  
Figura 3.4.2.13: aglutinante obtenido del fruto de cují, proceso 1 en estado fresco, luego de la cocción  
Figura 3.4.2.14: fruto molido  
Figura 3.4.2.15: fruto molido mezclado con agua para proceso de cocción  
Figura 3.4.2.16: proceso de cocción  
Figura 3.4.2.17: revisando la cocción después de 15min  
Figura 3.4.2.18: proceso de cocción terminado  
Figura 3.4.2.19: tamizado para extracción del aglutinante después de cocción  
Figura 3.4.2.20: resultado obtenido de la extracción del aglutinante  
Figura 3.4.3.1: limpieza del lugar a excavar  
Figura 3.4.3.1.1: inicio de la excavación para la extraer la tierra  
Figura 3.4.3.1.2: excavación de 50 cm  
Figura 3.4.3.1.3: suelo extraído de la excavación  
Figura 3.4.3.2 tamizado por malla zaranda #4  
Figura 3.4.3.2.1 tamizado por malla zaranda #4  
Figura 3.4.3.2.2 resultado obtenido del tamizado  
Figura 3.4.4: prueba de sedimentación de la tierra obtenida para la muestras de adobe  
Figura 3.4.4.1: pruebas del rollito  
Figura 3.4.4.2: el 1 rollito se rompió a los 8cm, el 2 a los 6,5cm

Figura 3.4.5: muestra de adobe  
Figura 3.4.5.1: muestras de adobe con aglutinante  
Figura 3.4.5.2: tierra a utilizar para la muestra  
Figura 3.4.5.3: fibra a utilizar para la muestra paja  
Figura 3.4.5.4: arena a utilizar en la muestra de adobe  
Figura 3.4.5.5 mezcla muestras de adobe con aglutinante  
Figura 3.4.5.6: mezcla de adobe preparada  
Figura 3.4.5.7: tierra a utilizar para la muestra del boque m1  
Figura 3.4.5.8: aglutinante para la muestra del boque m1  
Figura 3.4.5.9: armado del bloque M1  
Figura 3.4.5.10: desmolde de las tapas del boque  
Figura 3.4.5.11: bloque desmoldado  
Figura 3.4.5.12 evidencias fotográficas de los días de secado del bloque M1  
Figura 3.4.5.13: evidencias fotográficas de los días de secado del bloque M1  
Figura 3.4.5.14 tierra a utilizar  
Figura 3.4.5.15: aglutinante a utilizar en la muestra del bloque M2  
Figura 3.4.5.16: aglutinante a utilizar en la muestra del bloque M2  
Figura 3.4.5.17: tierra a utilizar  
Figura 3.4.5.18: preparación del adobe  
Figura 3.4.6: muestra del diseño del bloque M1, M2, M3  
Figura 3.4.6.1: muestra del diseño del bloque  
figura anexa 1: Representación gráfica de las posibilidades de uso decorativo como mampuesto simple no estructural.  
figura anexa 1.1 unidad constructiva en tierra cruda bloque de adobe mejorado con aglutinante derivado del fruto de cují, elemento uso de muro divisorio  
figura anexo1.2 unidad constructiva en tierra cruda bloque de adobe mejorado con aglutinante derivado del fruto de cují, elemento uso de muro calado

## LISTA DE ANEXOS

Pág

Anexo A: Representación gráfica de las posibilidades de uso decorativo como mampuesto simple no estructural.

Anexo B unidad constructiva en tierra cruda bloque de adobe mejorado con aglutinante derivado del fruto de cují, elemento uso de muro divisorio

Anexo C unidad constructiva en tierra cruda bloque de adobe mejorado con aglutinante derivado del fruto de cují, elemento uso de muro calado

## GLOSARIO

**Acuoso:** Este adjetivo refiere a aquello que está constituido por agua o que tiene una gran cantidad de ella. También alude a lo que se parece al agua

**Adherencia:** En realidad, desde un punto de vista general, la adhesión puede definirse como la fuerza molecular de atracción que se manifiesta entre dos cuerpos de diferente naturaleza en contacto entre sí. En el contexto de los conglomerados bituminosos, el contacto es de tipo líquido (betún) y sólido (agregados) (carreteras panamericas.com)

**Aglutinante:** califica a aquello que tiene la capacidad de aglutinar (es decir, de conseguir que distintos elementos queden unidos entre sí).

**Biopolímeros:** los biopolímeros o bioplástico es un material que está hecho total o parcialmente de materiales renovables. Debido a que estos materiales son generalmente compuestos de carbono, eliminan el carbono de la atmósfera y, por lo tanto, se considera que tienen un balance de CO<sub>2</sub> favorable. (mexpolimeros)

**Captación:** Se denomina **captación** al acto y el resultado de captar o recolectar.

**Cují (Prosopis juliflora):** Es un árbol perennifolio con hojas glabar bipinadas, con pínulas de 10 a 20 pares, inflorescencias axilares, racimos densos y cilíndricos de 5 a 10 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho, legumbres de 5 a 15 cm de largo

**Estética Fenomenología:** La estética fenomenológica debería ser capaz de revelar cómo la estructura de cualquier objeto estético dado está conectada con la experiencia de ese objeto, así como demostrar las condiciones necesarias para la propia experiencia estética

**Fibroso:** Modalidad de **tejido** conjuntivo en el **que** predominan las fibras (sobre todo colágenas) sobre las células. Es el **que** constituye aponeurosis, tendones y fascias

**Huella Ecológica:** es un indicador que se utiliza para conocer cuál es el impacto de unos determinados estilos de vida sobre el medio ambiente, se utiliza, por tanto, para conocer qué efectos y cómo afectan nuestros hábitos de vida al medio ambiente que nos rodea y qué área de producción de recursos es necesaria para poder mantener

los hábitos de vida de las personas y asimilar los residuos que generamos. (línea verde Ceuta)

Innovación: la innovación representa todas aquellas transformaciones que introducen originalidad y novedad, es una técnica que puede solucionar problemas o carencias que puede realizarse a través del mejoramiento y no solo de la creación de algo novedoso (conceptodefinicion.de)

Leguminosa: Son especies que por su misma naturaleza son capaces de sintetizar altos niveles de proteínas, con una menor tasa de disminución de este componente con la edad de la planta representan una fuente importante de proteínas de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales que las hacen superiores a las gramíneas tropicales.

Malla Zaranda: La **malla zaranda** es una **malla** de tramado fina y entretejida, que mantiene sus dimensiones estables, resultando ideal para tamizar materiales áridos, en trabajos de construcción y agrícolas.

Mazacote: Cosa que, debiendo ser mullida, floja y ligera, se ha puesto apelotonada y apretada, Pasta o masa, generalmente alimenticia, espesa, pegajosa y apelmazada

Molienda: Proceso que consiste en desmenuzar una materia sólida, especialmente granos o frutos, golpeándola con algo o frotándola entre dos piezas duras hasta reducirla a trozos muy pequeños, a polvo o a líquido,

Nanotecnología: La nanotecnología es el estudio y la manipulación de materia en tamaños increíblemente pequeños, generalmente entre uno y 100 nanómetros. Para ponerlo en perspectiva, una hoja de papel tiene unos 100.000 nanómetros de grosor. (chemicalsafetyfacts.org)

Patologías Constructivas: Se consideran Patologías Constructivas las diferentes lesiones patológicas habituales en la construcción, que se clasifican según su causa o agente causante. Estas lesiones pueden ser, según su origen.

Plasticidad: Propiedad que tiene un material de ser moldeado o trabajado para cambiarlo de forma.

Sostenibilidad: características del desarrollo que trata de garantizar las necesidades del presente sin comprometer a las futuras generaciones.

**Viscosidad:** La viscosidad se refiere a la resistencia que poseen algunos líquidos durante su fluidez y deformación. Por tanto, la viscosidad es una de las principales características de los líquidos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las proyecciones de los problemas ambientales, podemos decir que estos aparecen al momento en que inicia el periodo tecnológico e industrial.

El desarrollo que requiere la sociedad, implica cada vez el incremento de construcciones en procesos de urbanización para lograr obtener un gran avance significativo, sin embargo, estos procesos generan consecuencias casi siempre negativas tanto en el medio ambiente como en las personas, generados no solo en el momento de ejecución también mucho antes debido a la explotación de canteras para la extracción de materias primas, para la elaboración de materiales con aditivos químicos y uso de maquinaria.

Colombia cuenta con una legislación ambiental bastante fuerte pero que pocas empresas conocen y cumplen a cabalidad, por lo cual el Decreto 1299 de 2008 que reglamenta el artículo octavo de la ley 1124 de 2007, expone la obligación de cada organización, para que desarrolle su actividad productora en el país, mediante la implementación y respeto por la norma ambiental (ANDRADE, Erick. Impacto Ambiental de Obras Civiles).

Por otro lado, estos procesos de modernización, implican la pérdida de técnicas constructivas tradicionales, así como de identidad cultural en ciertas zonas de la región, esto debido a varios factores como el crecimiento económico, la pérdida de los valores tradicionales y el uso de otros materiales.

A su vez teniendo en cuenta la economía es de gran importancia rescatar el uso de lo tradicional ya que brinda mejoras tanto al medio ambiente como a la economía, lo social y cultural, siendo estos materiales tradicionales de la región en este caso el adobe o la tierra cruda de gran importancia para la reducción de la huella ecológica y su facilidad de manejo, buscando la innovación, la apropiación de otros materiales naturales para mejorar los comportamientos de estos elementos, y así mismo implementar la enseñanza de las técnicas constructivas rescatando el valor tradicional de estas culturas.

Es por estos factores que se considera la necesidad de iniciar una búsqueda de nuevos elementos constructivos o el mejoramiento de materiales tradicionales con la implementación de materiales de origen natural o el uso de residuos orgánicos e inorgánicos, estos como métodos innovadores con la finalidad de obtener productos que son las necesidades actuales y minimicen los impactos negativos al medio ambiente.

Por medio de la investigación realizada el municipio de Cúcuta se confirmó que los residuos más abundantes son los que derivan de los residuos orgánicos. Así mismo se pudo evidenciar que en el área metropolitana de Cúcuta uno de los ecosistemas naturales más dominantes es el bosque seco tropical dando a conocer uno de los árboles más representativos de la ciudad como lo es el cují.

Por este motivo se plantea trabajar el fruto del árbol del cují (*Prosopis juliflora*) como una alternativa aprovechable gracias a sus propiedades y por ser una planta de crecimiento espontáneo, pensando en que esta planta árbol cují puede llegar a ser de gran utilidad, en zonas donde abunda, si se llega a utilizar las potencialidades, como el fruto en especial en este caso. Esto de acuerdo a los análisis de investigaciones realizadas

Lo cual hace pensar en utilizarlo como alternativa para procesos industriales y contrarrestar de cierta manera los impactos generados por la industria de la construcción, mediante el uso de procesos naturales, con la intención mediante un estudio experimental aprovechar al máximo su fruto mediante un proceso de transformación en aglutinante, incorporándolo en la innovación de nuevos diseños de unidades constructivas en adobe y el mejoramiento del mismo, reviviendo estas técnicas de construcción tradicional y no dejar perder su cultura, y la importancia que brinda de ser amigable con el medio ambiente con el fin de aprovechar su gran potencial de manera más eficiente posible. para ver qué beneficios le aporta y aprovechar este recurso natural del municipio de Cúcuta.

De esta manera nació el interés de realizar este trabajo de investigación exploratoria, con el objetivo de generar un material compuesto por matriz, refuerzo y aditivos naturales, reciclable y biodegradable. mediante el análisis de las propiedades y características de un componente natural como el fruto de cují para el uso como aglutinante del compuesto de adobe. realizando diseños de mezcla en relación adobe-aglutinante para definir cuales mejora el comportamiento del adobe, elaborando un nuevo diseño de una pieza constructiva.

El cual se fue desarrollando mediante diferentes etapas, donde inicialmente se hace un análisis de las técnicas de construcción tradicional en tierra utilizadas, así como la recolección de los frutos de cují que pasaran al proceso de transformación, y la obtención de la tierra para el adobe. posteriormente se trabajó sobre el diseño de la pieza constructiva, arrojando un diseño final de un bloque no estructural un poco más estético.

El presente trabajo se estructurado de la siguiente manera: cap. 1: Conceptualización: exponiendo teorías, conceptos, tendencias asociadas y normativa asociada. En el cap. 2: ubicación general, análisis de aspecto sistémico, condiciones para las que puede ser utilizado el producto. cap. 3 formulación: se expone los objetivos, esquema de propuesta, propuesta de investigación, así como los detalles e información complementaria, donde se define la metodología aplicada. así como los resultados del proceso de investigación del trabajo.

Y finalmente las conclusiones y recomendaciones de la investigación del trabajo para posteriores trabajos.

## CAPITULO I. CONCEPTUALIZACION

### 1.1 TEORÍAS Y CONCEPTOS ASOCIADOS

#### 1.1.1 Caracterización experimental de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe del sur de México

Este artículo presenta las caracterizaciones de las propiedades mecánicas de adobes de viviendas representativas del sur de México en el estado de Guerrero. Dando a conocer el autor como objetivo los resultados., haciendo experimentos desarrollados en el laboratorio regional de estructuras y mecánicas de materiales de la universidad autónoma de Guerrero, consistieron en aplicar cargas mono tónicas en muretes de adobe recolectados, de igual forma se aplicaron cargas cíclicas en muros de adobe controladas con el fin de obtener si se daban ciclos histéricos y observando cómo se degrada su rigidez, así como la disipación de la energía



*Figura 1.1.1.: referencias al tema de mampostería de adobe. fuente: 123RF*

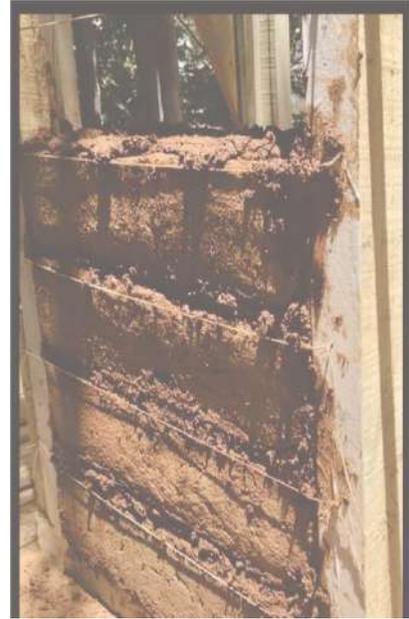
Así mismo, estos estudios se hacen con el objetivo de proponer la mejor estrategia de refuerzo y rehabilitación, dando a conocer la vulnerabilidad sísmica de la vivienda por estar ubicadas en zonas de alto riesgo. Siendo este estado el menos desarrollado social y económicamente siendo uno de lugares más marginados, permitiendo de esta manera disminuir la vulnerabilidad y así evitar futuros colapsos teniendo en cuenta que la tercera parte de esta población vive en viviendas de adobe.

Siendo este material ampliamente utilizado por su abundancia, su bajo costo y ser protector de condiciones climáticas adversas, conociendo su facilidad de manejo. Encontrando sus componentes en las zonas de construcción, siendo su proceso de fabricación por moldes y compactado a mano o con prensa, teniendo como principales daños agrietamientos.

No obstante, se estudian propuestas con el fin de mitigar estos efectos negativos, siendo una de las más efectivas en los resultados, las mallas de refuerzos metálicos en combinación con morteros de buena calidad, de esta manera resulta ser un método práctico y efectivo para evitar daños de colapso.

Destacando la importancia de implementar este material para futuras construcciones se debe tener en cuenta la implementación de nuevas técnicas constructivas que ayuden con el mejoramiento estructural de edificaciones situadas en zonas vulnerables sísmicamente, brindando como aporte el desarrollo social y económico dando a conocer su valor en las zonas más marginadas.

Marginadas es así que se puede observar la necesidad de hacer estudios en edificaciones existentes construidas en adobe, para obtener resultados precisos de sus falencias, y brindar soluciones adecuadas y factibles respondiendo a las necesidades de cada estructura. viendo lo mucho que hay por estudiar y profundizar en materia a estas construcciones, sin alterar su valor estético, aportando mejores condiciones integradas en conjunto, mejorando su comportamiento estructural.



*Figura 1.1.1.2:referencias al tema de mampostería de adobe*

Desde el contexto, el artículo da a conocer la vulnerabilidad sísmica que acarrea estas construcciones de viviendas al estar ubicadas en zonas de alto riesgo, de esta forma se puede decir que es inaplazable el estudio de procedimientos de reposición y refuerzo involucrando técnicas y materiales que logren mejorar las condiciones del comportamiento estructural ante diversos efectos dañinos, destacando la importante abundancia de este material para ser usado en futuras construcciones implementando técnicas mejoradas, y de esta manera no perder su valor e identidad que trae consigo e invitando a los formadores, a generar o proponer programas de investigación para el mejoramiento de estas técnicas constructivas dándolas a conocer por su valor histórico como material indispensable para un desarrollo sostenible impartiendo la enseñanza de estos sistemas constructivos.

### 1.1.2 Uso de aditivos naturales en materiales de construcción - una revisión

Este artículo nos habla sobre el tema del uso de aditivos naturales buscando mejorar las características de materiales de construcción, específicamente en el uso de concreto hidráulico, teniendo en cuenta que el uso de los aditivos naturales para la fabricación de materiales de construcción no es algo nuevo ya que se ha ido implementando con anterioridad.

A través, y a lo largo de la historia ha habido una gran variedad de materiales utilizados en la construcción, como lo es la tierra apisonada, ladrillos de adobe estos desde un

punto de vista de la antigüedad y otros más actuales como el acero y el concreto hidráulico, mediante la investigación se han usado una variedad de aditivos químicos o naturales con el propósito de mejorar las prestaciones en la construcción. Siendo la industria concretera el principal responsable del surgimiento es estos aditivos ya que son usados frecuentemente en las mezclas para mejorar su trabajabilidad, de este modo es importante tener un conocimiento previo sobre las ventajas y las limitaciones que puedan proporcionar estas adiciones a las mezclas al ser utilizadas.



*Figura 1.1.2.1: referencias al tema de aditivos*

Estos aditivos usados en concretos, generalmente son productos agregados a la mezcla en pequeñas cantidades antes o durante su proceso de mezclado.

Sin embargo el empleo de la tierra como material de construcción ha tenido una visión importante por el hecho de ser un material amigable con el medio ambiente, debido a esto existe estudios en los cuales buscan mejorar las propiedades de los ladrillos de adobe empleando aditivos naturales, por otro lado, el mortero está compuesto por una mezcla cementante, aglomerante, agregados pétreos y agua, donde estudios proponen la implementación de diversos aditivos naturales para elaborar morteros de cal buscando la restauración de edificios históricos.



*Figura 1.1.2.2: referencias al tema de uso de*

Actualmente el material más empleado en la construcción es el concreto hidráulico, implicando un aumento en su producción. generando un consumo energético industrial del 15% y un 7% de las emisiones de a nivel global, ocasionando un gran impacto ambiental negativo.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos es importante considerar la búsqueda de soluciones que nos permitan reducir o mitigar estos impactos negativos producidos por las extracciones de materias primas para la elaboración de dichos materiales. De esta forma el autor presenta como una alternativa el uso o la implementación de aditivos naturales en la elaboración de concretos buscando la sustitución de aditivos químicos

contaminantes para el medio ambiente y que resultan ser más costosos por sus procesos de fabricación.

Es decir, al implementar estos aditivos naturales se debe considerar los estudios que se han ido implementando para mejorar las propiedades más comunes como la fluidez, la resistencia a la compresión, difusión de iones de cloruro, la carbonatación, porosidad, de igual modo sus propiedades inhibidoras contra la corrosión del acero de refuerzo.

Quizás haya diversas respuestas, pero coinciden en la necesidad de reparar los valores en común con el medio ambiente y en la importancia de un desarrollo sostenible

Es importante resaltar el uso de aditivos naturales que brindan de cierta manera reducir el impacto ambiental ocasionado por el sector de la construcción, no solo implementándolo en el uso del concreto, ver un poco más allá de lo convencional y dar un paso atrás en busca de esos materiales amigables con el medio ambiente tradicionales de cada región, que no suelen ser usados por el hecho de ser sustituidos por otros materiales convencionales y en ocasiones son pensados como una forma antigua de construcción sin darle la importancia y el valor que estos merecen. brindando mejoras tanto es lo económico como lo social y cultural, mejorando sus propiedades para un mayor uso constructivo.

### 1.1.3 Biopolímeros: avances y perspectivas

Este es un artículo cuyo objetivo es analizar el campo de los biopolímeros, su actual panorama y sus avances y desarrollos recientes, analizando biopolímeros del mercado clasificados en tres subgrupos, primero polímeros basados en recursos renovable (almidones y celulosa), segundo polímeros biodegradables basados en monómeros bioderivados (aceites vegetales y ácido láctico), y por último biopolímeros sintetizados por microorganismos (polihidroxialcanoatos (PHA))

Viendo la necesidad de promover el crecimiento de tecnologías que ayuden a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, como el CO<sub>2</sub>, ha impulsado la

producción de productos a partir de materias primas basadas en fuentes renovables. Los biopolímeros a partir del origen del problema suponen una solución a ello, los cuales en su mayoría provienen de recursos renovables, convirtiéndose en una alternativa en la industria de los plásticos, donde estos bioplásticos pueden ser procesados por medio de las mismas tecnologías usadas en los materiales termoplásticos convencionales, como la extrusión, inyección o soplado. De esta forma los polímeros basados en estos recursos renovables generan un interés tanto en la sociedad como en la industria de los plásticos.

La biodegradación en los polímeros hace referencia a la agresión de microorganismos a estos materiales, mediante este proceso se obtiene la desintegración del polímero en fragmentos pequeños a causa de la ruptura de enlaces en su cadena principal. Los biopolímeros a base de biomásas, son aquellos basados en almidones, estos están formados por dos mezclas que son la amilosa y la amilopectina, siendo la primera una molécula lineal y la segunda una molécula ramificada, se puede decir que los almidones más frecuentes poseen un 25% de amilosa y un 75% de amilopectina. El almidón mezclado con poliéster mejora su biodegradabilidad, siendo los más adecuados para el uso los policaprolactana y los alifáticos aromáticos

Por otro lado, el almidón se ha ido utilizando como un agente reforzante, SeungKyudonde, en trabajos incorporo gránulos de almidón en un sistema de poliuretano, adicionando almidón de yuca a aceites de higuera con el fin de incrementar su funcionalidad, determinando que el refuerzo es la principal funcionalidad del almidón, incrementando el esfuerzo de ruptura y elasticidad del material, concluyendo que el almidón es un polímero con gran potencial para utilización en materiales biodegradables, teniendo ciertas limitaciones debido a su resistencia a la



Figura 1.1.3.1: referencias al tema de biopolímero- almidón de yuca. fuente: salugran

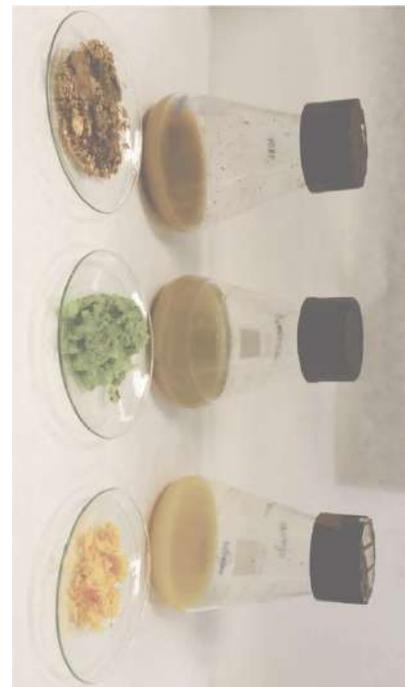


Figura 1.1.3.2: referencias al tema biopolímeros -

humedad, lo que conlleva a investigaciones de estrategias para el mejoramiento de estas limitaciones modificando su estructura.

Hoy en día los aceites vegetales son importantes fuentes en la síntesis de biopolímeros, siendo en su mayoría obtenidos por plantas compuestos por triglicéridos, usados para polímeros reticulados, aprovechando los grupos funcionales como dobles enlaces internos, alcoholes o epóxidos, por otro lado, se hacen modificaciones químicas que ayudan a resolver la baja reactividad de triglicéridos naturales mediante la introducción de grupos funcionales.

La adición de estos biopolímeros en la mezcla de materiales en cierto modo tiene una gran influencia al ser utilizados al incrementar la resistencia a la erosión en construcciones de tierra, logrando mediante investigaciones que al implementar estas mezclas pueden obtenerse usos prácticos para seguir construyendo así como la protección de construcciones ya existentes, llevando a una perspectiva de hacer más estudios relacionados con estos temas de influencia considerando el uso de aditivos para mejorar las propiedades de los materiales

#### 1.1.4 Aproximación a la patología presentada en las construcciones de tierra.

Este artículo presenta como objetivo general aportar al conocimiento de las variables que actúan en la investigación científica en el campo de la conservación de patrimonio y edificaciones construidas en tierra, proponiendo recomendaciones para un diagnóstico correcto de patologías presentadas, identificando las características de lesiones más comunes en estas estructuras mediante propuestas en función a las lesiones con posibles intervenciones

De este modo la problemática referida a la conservación del patrimonio histórico construido con tierra se ha ido abordando desde diversas doctrinas, por investigaciones que han sido desarrolladas con relación a la antropología y evolución tipológica de estructuras, como la restauración, la patologías constructiva, metodologías, técnicas de intervención, investigación de la microestructura, composición química de la arcilla, disminución de riesgos sísmicos, casos prácticos, perspectivas tecnológicas y futuras proyecciones



*Figura 1.1.4.1: referencias al tema de las patologías en construcción en tierra*

Para obtener un diagnóstico correcto de la patología de construcción en tierra se emplea una metodología de campo y otra de laboratorio con el fin de estudiar las causas, formas y mecanismos que alteran estas construcciones, siendo necesario el conocimiento de las propiedades que muestran los diversos materiales y su reacción ante los agentes externos. Por otro lado, estos estudios realizados en materiales como de elementos constructivos se han enfocado en la tierra y los morteros considerados indispensables por su uso tradicional, todo esto haciéndolo mediante datos preliminares que se van obteniendo a través de la medición de síntomas presentes en las alteraciones por medio de evaluaciones de monitoreo investigando de esta manera las causas y su origen siendo estos evaluados por métodos de ensayos.



*Figura 1.1.4.2: referencias al tema de patologías en construcción en tierra*

Por lo tanto, al estudiar los fenómenos que ocasionan las alteraciones se debe acudir a la mecánica de suelos para poder comprender su origen, composición, textura y estructura siendo estos factores intrínsecos. por otro lado, al estudiar el comportamiento de las construcciones existentes se debe tener una investigación de las características del material, así como su origen, propiedades fisicoquímicas y la técnica constructiva empleada.

Al intervenir en estas patologías presentadas se debe tener en cuenta los materiales y métodos de refuerzo para lograr una estabilización estructural, protección para atender daños por deterioro en la estructura como erosiones especialmente por agua, siendo también importante el monitoreo y la documentación presente de las patologías

Indira Gandhi decía en 1980: "hay mucha lógica en lo que la gente ha venido ingeniando durante el curso de los años, de acuerdo con su clima, su medio ambiente y su modo de vida. No se puede conservar todo, porque nuestra forma de vivir ha cambiado, pero gran parte de ello se puede adaptar y hacer más eficiente"

Todos estos factores pueden ser percibidos de distintas formas, sim embargo si las personas que perciban estos daños no tienen un conocimiento idóneo en el tema, hará que este daño simplemente siga aflorando cuando quizá sea muy grande hasta llegar el punto donde dicha patología no pueda ser controlada e incluso irreversible, lo que conlleva a tener un buen conocimiento del tema e incorporar programas de investigación o capacitaciones para dar a conocer este tipo de efectos relacionados con estas construcciones tradicionales evitando grandes daños que en futuros puedan

ser irreversibles, brindando los conocimientos a la sociedad involucrándolos en este tema de conservación que resulta ser de gran importancia, abriendo las puertas a diferentes campo para una mejor adecuación o ver de qué forma se puede abordar cada patología

#### 1.1.5 Aplicaciones generales de la nanotecnología en el campo de la construcción

Este artículo presenta Como parte del programa de investigación del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) y el programa de cooperación de transferencia de tecnología y prestación de servicios en el sector público del LANOTEC (ITCR). una charla dictada por el investigador y ganador del premio nacional de tecnología, MSc. Juan Chaves Noguera, en la que expone los logros alcanzados en el campo de la nanotecnología, en un contexto futurista como una tecnología al servicio de científicos, a pesar de ello esa visión futurista nos ha alcanzado en nuestro entorno en donde investigadores han desarrollado con enorme éxito un proyecto de nanotecnología, logrando obtener nanotubos de carbono



*Figura 1.1.5.1: referencias al tema de las nanotecnologías.  
fuente: inarquia.es*

Entendiendo el termino de que es la nanotecnología, en ciencia y tecnología “nano” quiere decir  $10^{-9}$ , es decir, una milmillonésima parte (0,000000001). Un nanómetro (nm) es, por tanto, la milmillonésima parte de un metro, lo que equivale a un tamaño diez mil veces más delgado que el diámetro de un cabello humano, este término fue usado por primera vez en 1971 por Norio Taniguchi,

Siendo las construcciones dependientes de la calidad de los materiales utilizados, si la nanotecnología tiene la capacidad de elaborar nuevos materiales o sistemas de modificación en la estructura a una escala nanométrica en la cual logra mejorar sus propiedades físicas y químicas las construcciones tendrían un mejor desempeño reduciendo el consumo de recursos naturales, cambiando de cierta manera el empleo de materiales.

El sector de la construcción está siendo incursionado por la nanotecnología mediante avances tecnológicos que han ido desarrollando innovaciones en este campo, así como hormigones reforzados, cementos de nuevas propiedades, nuevos tratamientos para la corrosión, hormigones conductores de la electricidad, aislantes térmicos y acústicos, entre una gran variedad.

Por otra parte, Acciona el centro tecnológico de Madrid desarrolla la aplicación de materiales de cambio de fase (PCMs) estos pueden absorber o liberar gran cantidad de energía térmica, controlar la temperatura y generan un gran ahorro energético en los sistemas de climatización. Así mismo se pretende la generación de electricidad en recintos mediante el uso de nanotecnología.

También la utilización de nanotecnología en carreteras según las actuales investigaciones en polímeros planteando la posibilidad de arreglar sus propios imperfectos productos de choques vehiculares, reparaciones de forma automáticas

La continua búsqueda de tecnologías utilizadas a mejoras del concreto conlleva a los investigadores a encontrar en los nanotubos de carbono propiedades que muestran una relación longitud/diámetro muy elevada su diámetro es del orden de los nanómetros y su longitud puede variar desde unas micras hasta milímetros. Siendo estos hasta cien veces más fuertes que el acero y con un peso menor de seis ves, teniendo un gran potencial para aumentar la resistencia de materiales compuestos y múltiples aplicaciones, siendo usados como aditivos



*Figura.1.5.2: referencias al tema de las nanotecnologías en hormigón*

De esta manera, este tipo de investigaciones se están realizando en diversos países, a través de diversos grupos de investigación, es importante recopilar la información obtenida y entender la aplicación de estos elementos a través de las investigaciones como una nueva e innovadora tecnología, observando los avances que se han visto generados en países como EE: UU y España, permitiendo avanzar sobre el tema y de algún u otro modo llegar a generar aplicaciones

Sin embargo, hay que tener en cuenta los efectos secundarios que trae consigo esta tecnología, requiriendo una adecuada regulación en la fabricación y en el uso, ya que no se conoce claramente los posibles efectos que puedan llegar a generar las nano partículas sobre la salud dándole una importancia a los aspectos reguladores

### 1.1.6 | Términos

Huella Ecológica: es un indicador que se utiliza para conocer cuál es el impacto de unos determinados estilos de vida sobre el medio ambiente, se utiliza, por tanto, para conocer qué efectos y cómo afectan nuestros hábitos de vida al medio ambiente que nos rodea y qué área de producción de recursos es necesaria para poder mantener los

<hábitos de vida de las personas y asimilar los residuos que generamos. (línea verde Ceuta)

Huella de Carbono: es un indicador que mide el impacto sobre el calentamiento global. Este indicador ambiental es la suma absoluta de todas las emisiones de GEI causadas directa o indirectamente por un individuo, organización, evento o producto. De forma simple, la huella de carbono se puede entender como la marca que se deja sobre el medio ambiente con cada actividad que emite gases de efecto invernadero. (Aclimate Colombia)



Figura 1.1.6.1: referencia la huella ecológica. fuente: huellaecologica<<

Sostenibilidad: características del desarrollo que trata de garantizar las necesidades del presente sin comprometer a las futuras generaciones. ¿Cómo? Sin renunciar a ninguno de los tres pilares esenciales: la protección medioambiental, el desarrollo social y el crecimiento económico. (sostenibilidad.com)

Innovación: la innovación representa todas aquellas transformaciones que introducen originalidad y novedad, es una técnica que puede solucionar problemas o carencias, que puede realizarse a través del mejoramiento y no solo de la creación de algo novedoso (conceptodefinicion.de)

Conservación: la conservación es el mantenimiento o el cuidado que se le da a algo con la clara misión de mantener de modo satisfactorio, e intactas, sus cualidades, formas, entre otros aspectos (Definicionabc)

Ecosistema: En un principio se aplicó a unidades de diversas escalas espaciales, desde un pedazo de tronco degradado, un charco, una región o la biosfera entera del planeta, siempre y cuando en ellas pudieran existir organismos, ambiente físico e interacciones. (Biodiversidad.gob)

Patologías Constructivas: Se consideran Patologías Constructivas las diferentes lesiones patológicas habituales en la construcción, que se clasifican según su causa o agente causante. Estas lesiones pueden ser, según su origen.

Lesiones Físicas: causadas por la humedad, la suciedad, la erosión.

Lesiones Mecánicas: sus causadas por un factor mecánico grietas, fisuras, deformaciones, desprendimientos y erosión, debido a esfuerzos mecánicos.

Lesiones Químicas: previamente a su aparición interviene un proceso químico oxidación, corrosión, eflorescencias, organismos vivos (construmatica.com).

Nanotecnología: La nanotecnología es el estudio y la manipulación de materia en tamaños increíblemente pequeños, generalmente entre uno y 100 nanómetros. Para ponerlo en perspectiva, una hoja de papel tiene unos 100.000 nanómetros de grosor. (chemicalsafetyfacts.org)

Biopolímeros: los biopolímeros o bioplástico es un material que está hecho total o parcialmente de materiales renovables. Debido a que estos materiales son generalmente compuestos de carbono, eliminan el carbono de la atmósfera y, por lo tanto, se considera que tienen un balance de CO2 favorable. (mexpolimeros)

Técnicas de construcción tradicional: la construcción con tierra es una técnica tradicional, económica, accesible y bastante versátil, que se ha mantenido en los países menos desarrollados, en los que los medios para construir viviendas, tanto materiales como mano de obra, son mucho más limitados (Gallego Sánchez Torija, arquitectura en tierra 2014)

Modernización: es un proceso socio-económico de industrialización y tecnificación. A diferencia de la modernidad o el modernismo es, usando el concepto de Jacques Derrida, un estado siempre futuro o por venir, cuyo fin es llegar a la modernidad. se refiere a un modelo de una transición progresiva desde una sociedad "pre-moderna" o "tradicional" a una "moderna"

Cují (*Prosopis juliflora*): Es un árbol perennifolio con hojas glabar bipinadas, con pínulas de 10 a 20 pares, inflorescencias axilares, racimos densos y cilíndricos de 5 a 10 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho, legumbres de 5 a 15 cm de largo

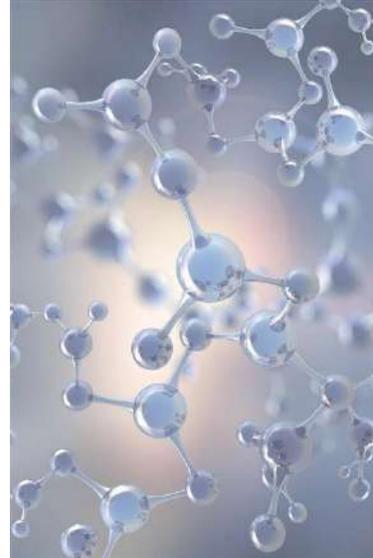


Figura 1.1.6.2: referencias estructura nanotecnología fuente: mycarsfirst



Figura 1.1.6.3: referencia a la modernización



Figura 1.1.6.4:referenciaa leguminosas fuente: arquiflora.rio

Leguminosa: Son especies que por su misma naturaleza son capaces de sintetizar altos niveles de proteínas, con una menor tasa de disminución de este componente con la edad de la planta representan una fuente importante de proteínas de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales que las hacen superiores a las gramíneas tropicales. Estas presentan una concentración de nitrógeno en las hojas, y poseen bajos niveles de fibras, en relación al de las gramíneas. Se dice además que son plantas ricas en calcio



*Figura 1.1.6.5: referencia aglutinantes naturales. fuente: yaconic*

Secado: es uno de los métodos más comunes para preservar o conservar los alimentos. Este método consiste en reducir o disminuir el contenido de agua de un alimento determinado a un nivel en donde el producto pueda conservarse por periodos prolongados. Esto varía dependiendo del producto que se requiera secar y también de la temperatura

Fruto: Botánica Producto del desarrollo del ovario de una flor después de la fecundación. En él quedan contenidas las semillas. Con frecuencia cooperan a la formación del fruto tanto el cáliz como el receptáculo floral y otros órganos.

Aglutinante: califica a aquello que tiene la capacidad de aglutinar (es decir, de conseguir que distintos elementos queden unidos entre sí).

adobe: El adobe es una de las técnicas de construcción más antiguas y populares del mundo. Su uso ha sido registrado a más de 10 mil años en las más variadas zonas y climas del planeta. Hassan Fathy (1899 – 1989) fue un notable arquitecto egipcio pionero en el uso de esta tecnología, que es aun hoy considerada apropiada en Egipto

Fibras naturales: Las fibras naturales son materiales filamentosos de origen biológico, cuyas características químicas, físicas y mecánicas, les confieren cualidades en su aspecto, textura, longitud, resistencia y flexibilidad, que las hacen susceptibles de uso. En el caso de las fibras de origen animal se trata de secreciones de glándulas especializadas, como es la seda, o bien de productos de folículos pilosos como es la lana, la alpaca, entre otros. Las fibras de origen vegetal son conjuntos de células de gran resistencia mecánica, cuyo contenido es esencialmente



*Figura 1.1.6.5: referencia fibras naturales fuente: aimplas*

lignina y celulosa por lo que están asociadas principalmente a funciones de sostén de las plantas.

## 1.2 TENDENCIAS ASOCIADAS

### 1.2.1 La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula

En el momento en que inicia la industrialización las localidades rurales empiezan a despoblarse, de esta forma se va perdiendo los oficios, transformando los materiales y las técnicas de construcción tradicional van desapareciendo. Por otra parte, aquellas localidades que han sido algunas veces olvidadas o aisladas a otras conservan aun su arquitectura tradicional, ciertas de ellas generando un estado de degradación debido a la falta de mantenimiento.

Lo vernáculo no es un escenario de volúmenes pintados de añil, sino un complejo ignorado sistema socio-espacial-constructivo, que habita la memoria de los territorios, parte integral del paisaje cultura

Abandonadas, olvidadas, transformadas y en vías de extinción la arquitectura vernácula se presenta hoy como una respuesta de local identidad frente a las decisiones globalizadoras del hacer ciudad. (Jocelyn\*Tillería\*González).

Los asentamientos y la configuración del paisaje

La arquitectura tradicional es caracterizada por el alto nivel de entendimiento y adaptación al medio. Como la topografía, el clima y la disponibilidad de materiales para la construcción, condicionan las formas de emplazamiento, creando paisajes únicos, otorgando valores de identidad para cada comunidad. Ligados al paisaje natural y sus recursos, las localidades vernáculas crean una sostenible relación entre el hombre y su entorno, los paisajes históricos y los territoriales que originan el paisaje cultural vernáculo



*Figura 1.2.1: referencias al tema de arquitectura vernácula*



*Figura 1.2.1.2: referencias al tema de arquitectura vernáculo asentamientos y configuración del paisaje*

## 1.2.2 Arquitectura vernácula

La materia prima de la arquitectura, es decir, el arte de construir. El concepto de verdad es pertinente aquí, una apreciación o función adecuada, de la jerarquía de éstas, de sus motivos y humildad, de su capacidad de servicio. Servir y no presumir; aquí se centra el problema contemporáneo”

Le Corbusier ante las construcciones vernáculas de las villas y ciudades francesas. (Citado por Paul Oliver, en *Cobijo y Sociedad*, España, 1978)



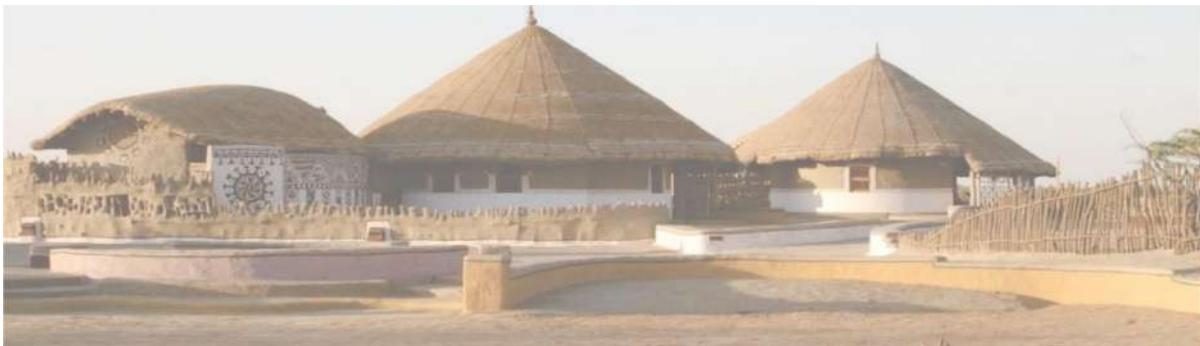
*Figura 1.2.2.1: referencias al tema de arquitectura vernácula*



*Figura 1.2.2.: referencias técnicas de arquitectura vernácula  
fuente;archdaily*

Existe una creciente tendencia de muchos países (en desarrollo, sobre todo), a adoptar lo internacional como símbolo imprescindible de progreso, menospreciando lo regional, influyendo con esto en el actuar del arquitecto.

La memoria registra mucho más de lo que nos damos cuenta; la memoria y la tradición van juntas. Las imágenes se perciben y forman un depósito, un sedimento en cada uno de nosotros, que es un terreno fértil para la semilla de la innovación. El hombre al concebir sus espacios y objetos conjuga con ellos su cultura, convirtiéndose estos en un producto rico en simbolismos, que identifican la comunidad a la que pertenece.



*Figura 1.2.2.2: referencias al tema de arquitectura vernácula aldea*

## HACIA UNA TEORÍA DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA

“La culpa no la tienen los arquitectos sino los pueblos, porque estos son en verdad quienes dan el carácter a los monumentos. Un arquitecto no puede edificar sino en el estilo que esté de acuerdo con el sistema de vida de sus propietarios, porque es absoluta la verdad que dice que los pueblos tienen las arquitecturas que se merecen”. Jesús T. Acevedo, *Disertaciones de un Arquitecto*, 1994.

La arquitectura evidencia la verdad de cada pueblo siendo testigo de su historia (Octavio Paz), reflejando las características de la sociedad que las sustenta, mediante las manifestaciones culturales de los valores estéticos y utilitarios

La materialización simbólica de la cultura es la representación de la identidad cultural, todo un conjunto de signos creados, adaptados y rediseñados por cada grupo humano a través del tiempo.

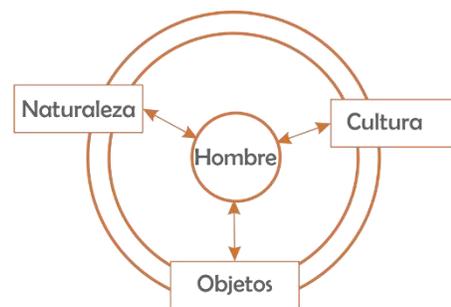
La sociedad, al materializar su cultura, produce objetos; por otro lado, los objetos son creados bajo una serie de elementos conceptuales que aporta la naturaleza (inspiración), estos, al tener una existencia propia, promueven comportamientos en el hombre, quien a su vez transforman la cultura de la sociedad. Este es un ciclo que se auto mantiene y se auto regenera. (Francisco Javier Hernández Ayón).



*Figura 1.2.2.3:referencias a la arquitectura vernácula  
fuente:biogua*

Sistema auto-poético que propone la Biónica para explicar las relaciones entre naturaleza, hombre, cultura y objetos en la función de diseño a través del tiempo.

- 1) Hombre-Objetos,
- 2) Cultura-Objetos,
- 3) Objetos-Naturaleza,
- 4) Naturaleza-Cultura,
- 5) Hombre-Cultura,
- 6) Hombre-Naturaleza



La arquitectura en general, puede contribuir a la recuperación del equilibrio en nuestra sociedad a través de la incorporación de “objetos arquitectónicos sanos”.

Es por eso tan importante reeducarnos en nuestro actuar profesional; el soportar de pie y con nuestro propio nombre la embestida de este mundo globalizado, mundo que pretende que el objeto arquitectónico sea un objeto-mercancía-moda con valor de

cambio. Es por eso tan importante el acercarnos al patrimonio vernáculo; el retornar a nuestro, a nuestras raíces, y purificar con ello nuestras acciones. (Francisco Javier Hernández Ayón)

Características más importantes que resaltan en la arquitectura vernácula

- El uso de los recursos locales como material de construcción, desarrollando tecnologías de bajo consumo energético que son capaces de regenerarse en el tiempo sin provocar un gran impacto ambiental. Dra. Natalia Jorquera.



*Figura 1.2.2.7.: referencias de materiales locales*

- Que el modelamiento del hábitat, la forma y carácter de las construcciones, responden a largos procesos de prueba y error, en los cuales los saberes han sido transmitidos de generación en generación, a menudo a través de la experiencia práctica del construir.



*Figura 1.2.2.8.: referencias de construcción con materiales locales*

- Que es funcional, siendo el espacio, la forma y la tecnología, las mejores respuestas a las exigencias de uso de la sociedad.



*Figura 1.2.2.9.: referencias de elaboración de piezas con materiales locales*

- Actualmente, bajo el modelo de la sostenibilidad, está recobrando fuerza, al considerarlo un ejemplo de sabia adaptación de la arquitectura al medio ambiente. siendo considerada un ejemplo de sostenibilidad en términos ambientales, aprovechando la iluminación el asoleamiento, la ventilación y por medio del uso de recursos locales con materiales de construcción, da lugar a soluciones tecnológica que regulan la temperatura gracias al espesor de sus muros, teniendo un mínimo de gasto energético y costos.



*- Figura 1.2.2.10: referencias de construcción con materiales naturale*



*Figura 1.2.2.6.: referencias de materiales naturales locales*

### 1.3 NORMAS ASOCIADAS

#### 1.3.1 Constitución política de Colombia de 1991

1.3.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA DE 1991.	
CAPITULO 3 DE LOS DERECHOS COLECTIVOS Y DEL AMBIENTE	
Numero de articulo	Denominacion
Artículo 78	La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización. Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, a tinenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios. El Estado garantizará la participación de las organizaciones de consumidores y usuarios en el estudio de las disposiciones que les conciernen. Para gozar de este derecho las organizaciones deben ser representativas y observar procedimientos democráticos internos.
Artículo 79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
Artículo 80	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

### 1.3.2 . Normatividad De La Innovación Y Construcción Sostenible, Uso de Adobe

LEYES		
Numero de art y año	Denominacion	Materia
Ley 1286 de 2009	Establece en sus objetivos específicos el fortalecimiento de “una cultura basada en la generación, la apropiación y la divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanentes”	Desarrollo tecnológico y de la innovación
Ley 210 de 2016	Por medio de la cual se establecen los lineamientos para la formulación de la Política Nacional de Construcción Sostenible, se otorgan beneficios e incentivos para su fomento e implementación y se dictan otras disposiciones	Política Nacional de Construcción Sostenible
Ley 1185 de 2008	Define el Patrimonio Cultural de la Nación como el constituido por todos los bienes y valores culturales que son expresión de la nacionalidad colombiana, tales como la tradición, las costumbres y los hábitos	Patrimonio Cultural
DECRETOS		
Decreto 52 de 2002	Por medio del cual se modifica y adiciona el capítulo E del decreto 33 de 1998.	Norma sismo resistente NSR98

Numero de art y año	Denominacion	Materia
Decreto 1285 de 2015	Es establecer lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, encaminadas al mejoramiento y calidad de vida de los habitantes, con responsabilidad social y ambiental.	construcción sostenible para edificaciones
Decreto 2113 de 2019	Por el cual se incorpora al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 el documento AS-610-EP-2017 Evaluación e Intervención de Edificaciones Patrimoniales de uno y dos pisos de Adobe y Tapia Pisada, y se dictan otras disposiciones.	NSR-10

**CAPITULO 4 DE AIS 610-EP-17: EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE UNO Y DOS PISOS DE ADOBE Y TAPIA PISADA**

NTC 4017 y NTC 4109	Se realizarán ensayos de resistencia a la compresión ya la flexión de acuerdo con las normas NTC 4017 y NTC 4109, adaptadas para unidades de adobe.	Caracterización mecánica de unidades de adobe
NTC 1522	Suelos. Ensayo para determinar la granulometría por tamizado.	Ensayos de caracterización física de material
NTC 1974	Métodos de ensayo para peso específico de sólidos de suelo con picnómetro de agua.	Ensayos de caracterización física de material
NTC 1886	Determinación de humedad, cenizas y materia orgánica	Ensayos de caracterización física de material
NTC 1495	Ensayo para determinar el contenido de humedad de suelos y rocas.	Ensayos de caracterización física de material
NTC 4630	Método de ensayo para la determinación del límite líquido, del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos.	Ensayos de caracterización física de material

**ACUERDOS METROPOLITANOS Y MUNICIPALES**

Acuerdo 022 del 2019	"Por medio del cual se adopta una revisión ordinaria del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de San José de Cúcuta.	POT Municipal de Cúcuta
Acuerdo 001 del 2020	por medio del cual se adopta el plan de desarrollo municipal 2020 – 2023, Cúcuta 2050, Estrategia de Todos".	PDM plan de Desarrollo Municipal de Cúcuta



## CAPITULO II. CONTEXTUALIZACION

### 2.1 UBICACIÓN GENERAL DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO

#### 2.1.1 Municipio de San José de Cúcuta- Norte de Santander.

Norte de Santander, es uno de los 32 departamentos de Colombia. Está ubicado en la zona nororiental del país, sobre la frontera con la República Bolivariana de Venezuela, Hace parte de la región andina y tiene 40 municipios agrupados en 6 subregiones, 2 provincias y un área Metropolitana, su capital es la ciudad de Cúcuta la cual cuenta con una superficie de 21.648 km<sup>2</sup> (que en términos de extensión, es similar a la de El Salvador) limita al norte y al este con la república bolivariana de Venezuela, al sur con los departamentos de Boyacá y Santander, y al oeste con Santander y Cesar, debido a sus recursos naturales y su ubicación geográfica, se ha convertido en un eje económico y comercial del país, este departamento fue creado en la Gran Colombia.



Figura 2.1.1: mapa de ubicación gráfica del municipio de Cúcuta fuente: elaboración propia

Esta hermosa ciudad, capital del departamento de Norte de Santander, está conectada por carretera con Bogotá, Bucaramanga, Valledupar, Tunja y Cartagena de Indias y, debido su posición fronteriza, también con toda Venezuela.

Debido a su belleza, ha recibido apodos como la 'Perla del Norte'. Además, gracias a la gran cantidad de árboles que habitan en el municipio de 71 especies de árboles, dentro de los cuales se encuentra y destaca el cují por ser uno de los más abundantes y ser uno de los símbolos de la ciudad de Cúcuta, siendo esta también conocida como la "Ciudad verde"

Es importante saber que Cúcuta es la única ciudad colombiana que fue fundada por una mujer llamada: Juana Rangel de Cuéllar.

El departamento de Norte de Santander (Colombia), que se caracteriza por poseer un gran potencial minero, como el carbón, las arcillas, las calizas, los feldspatos y los fosfatos, materiales que actualmente se extraen y se transforman en la región

## 2.2. ANÁLISIS (sector arcillero, identificación de suelos, las técnicas de construcción tradicionales, identificación de material vegetal cují)

### 2.2.1 La minería de la arcilla en el área metropolitana de Cúcuta

La ubicación geográfica del departamento, en la que se destaca la posición fronteriza, la abundancia y la calidad de las arcillas, ha traído como consecuencia que en la región se haya instalado una gran cantidad de unidades productivas dedicadas a la fabricación de materiales cerámicos, principalmente aquellos destinados a la industria de la construcción (Avendaño, W, 2016. Artículo de investigación en la Gestión ambiental de PYMES del sector arcilla en Cúcuta y su área metropolitana)

Sin embargo, son indiscutibles los problemas ambientales generados por el impacto de estas industrias Según Montes-Guerra y Silva (2014), actualmente son mucho más evidentes las circunstancias y mucho más complejos los problemas que se relacionan con todas las fases del ciclo de vida de estos productos, desde la extracción de la materia prima, hasta la disposición y reutilización de los desechos del producto y de aquellos generados en su proceso de producción (Avendaño, W, 2016. Artículo de investigación en la Gestión ambiental de PYMES del sector arcilla en Cúcuta y su área metropolitana)



*Figura 2.2.1 :referencia de la explotación minera*

### 2.2.2 Medio ambiente

Es la relación entre ecosistema y cultura, es el entorno en el cual opera una organización, que incluye el aire, suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y su interrelación. Se extiende a todo lo que nos rodea a los seres vivos, está conformada por elementos biofísicos y sociales que se manifiestan a través de las relaciones culturales, ideología y economía, desde una visión integran, esto es medio ambiente. Hoy en día podemos afirmar que ambiente está ligado a desarrollo; podemos entender en esta relación los problemas ambientales y su promoción al desarrollo sostenible el cual nos debe garantizar adecuada calidad de vida tanto para las generaciones presentes como las futuras.

### 2.2.3 DESARROLLO SOSTENIBLE

El sistema económico basado en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha económica es insostenible. Un planeta limitado no puede suministrar indefinidamente los recursos que esta explotación exigiría. Por esto se ha impuesto la idea de que hay que ir a un desarrollo real, que permita la mejora de las condiciones de vida, pero compatible con una explotación racional del planeta que cuide el ambiente, es el llamado desarrollo sostenible.

Existe, por lo tanto, una necesidad de proponer alternativas más saludables para el entorno que nos rodea y que conduzcan a una mayor productividad y competitividad en aquellas empresas integradas por el sector arcilla en Norte de Santander, enfocada en fomentar una cultura de responsabilidad ambiental basa en la conciencia de ir mejorando cada vez el uso de nuevos materiales naturales que ayuden a mitigar los daños causados al ambiente, por este sector de la construcción.

#### 2.2.4 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE SUELO

Al momento de identificar los tipos de suelo existente en el lugar, se puede realizar de diferentes formas:

Olfato: mediante este método se puede llegar a descartar ciertos suelos para uso de la construcción solo por el olor, ya que la tierra orgánica cuando se humedece y/o se calienta desprende mal olor.

Gusto. Ensayo de mordedura.

El suelo es Arenoso- tiende a tener una sensación desagrada y se mueve en la boca.

El suelo es Arcilloso - tiende a tener una sensación harinosa y se pega a la lengua.

Tacto. para este se debe humedecer la muestra de tierra.

Suelo Limoso - genera una sensación áspera moderadamente cohesiva.

Suelo Arenoso - se detenta que las partículas no son nada cohesivas.

Suelo Arcilloso - genera una sensación plástica y pegajosa.

Visual. Coger una muestra del terreno seco, extenderlo en una superficie plana y separar las partículas más grandes de las finas. En el caso de que abunden las finas, se tratará de un terreno arcilloso y / o limoso. Si, por el contrario, el terreno es más bien granular, estamos ante uno arenoso.

El color de los suelos puede ser un buen indicativo. para deducir rangos de las propiedades del mismo, en la tabla de munsell podemos observar los tipos de colores encontrados. Colores más comunes:

Color oscuro o negro: este color normalmente lo tiene la materia orgánica. - Color blancuzco: Este color lo coge debido a los carbonatos o al yeso o sales más solubles. Consecuencia del lavado de las arenas (cuarzo y, en menor proporción, feldespatos)

Color pardo amarillentos: contienen óxidos de hierro hidratados y unidos a la arcilla y a la materia orgánica del lugar.

Colores rojizos: la tierra contiene óxidos férricos. Suelen ser frecuentes en climas cálidos con estaciones de intensas lluvias y largas sequía.

Colores heterogéneos grises y rojos o pardos: Compuestos ferrosos y férricos. Colores grises verdosos / azulados: Compuestos de ferrosos, arcillas saturadas.

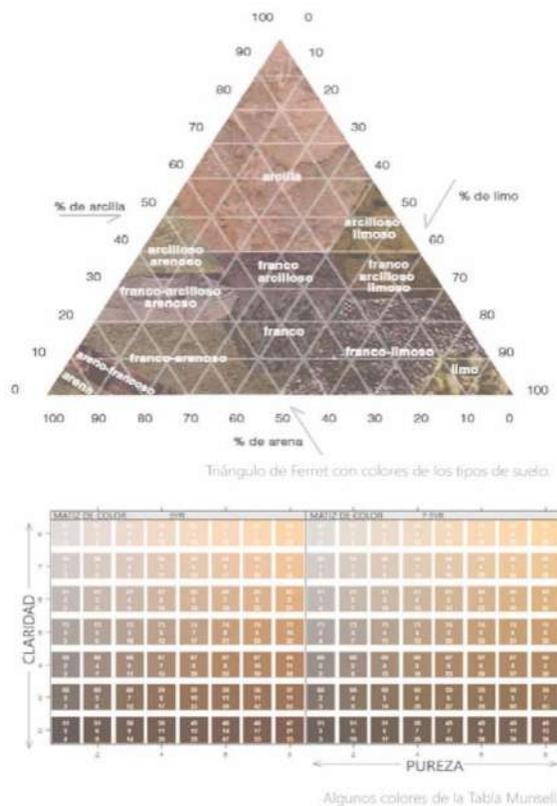


Figura 2.2.4: colores del suelo de tabla Munsell



Varias muestras de suelos. Es palpable la gran diversidad que existe en el mundo.

Figura 2.2.4.1: variedad de tipos de suelo

## 2.2.5 ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN EN TIERRA A NIVEL GLOBAL

La arquitectura de la Tierra es una de las expresiones más comunes más fuerte y más original las personas tienen una gran capacidad para dar forma a su entorno haciendo el mejor uso de los recursos locales. la arquitectura en tierra entiende una amplia variedad de creaciones: casas simples, graneros, palacios, edificios religiosos, así como centros urbanos, paisajes sitios culturales y arqueológicos. La evidencia de su importancia en todo el mundo la llevo a ser considerado como un patrimonio común de

la humanidad, que merece ser protegido y preservado por la comunidad nacional e internacional.

preservado por la comunidad nacional e internacional.



Figura 2.2.5.: mapa de referencia de zonas de construcción en tierra a nivel global

### 2.2.5.1 Tipologías y modos de construcción con uso de tierra.

Representación de tipologías de los productos de algunos de bienes. A nivel mundial, los más representativos son los complejos históricos, seguidos de los sitios arqueológicos y centros urbanos. También notamos La importancia de los edificios históricos (37%), la propiedad arquitecturas religiosas (35%) y vernáculas (27%), así como paisajes culturales (21%).



fuentes: <https://hal.archives-ouvertes.fr/>- Inventaire de l'architecture de terre du patrimoine mondial

Tabla 2.2.5.1: tipo de patrimonio

AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: una gran mayoría de complejos históricos (70%) y establecimientos urbanos. (50%) A excepción de los sitios arqueológicos (30%), el otros tipos de bienes son muy minoritarios



fuentes: <https://hal.archives-ouvertes.fr/>- Inventaire de l'architecture de terre du patrimoine mondial

Tabla 2.2.5.1.2: técnicas constructivas en tierra

Técnicas de construcción de la tierra, según los datos obtenidos en el análisis. la construcción de adobe es la más común en los sitios de la lista de patrimonio mundial con un 50%, presentando una mayor frecuencia en la región de Asia Pacífico 68 % y en América Latina 60%, siendo menos frecuente en Europa y América del Norte 17%).

Observamos que en el 39% de los casos los gestores indican la presencia de tierras utilizadas aparte, según las cuatro técnicas principales: tapia / Adobe / Mazorca / Bauge. Esta tasa significativa muestra la gran diversidad de técnicas de construcción de tierra y la necesidad de tener en cuenta las variantes que a menudo tienen una designación local (Ex. Quincha en Brasil). pero sobre todo ilustran bien cómo permite la tierra para adaptarse a ambas limitaciones técnicas, social, cultural y ambiental. la mayoría de los productos utilizan 2 o incluso 3 técnicas de construcción que valoran de manera diferente El material básico: tierra.



fuentes: <https://hal.archives-ouvertes.fr/>- Inventaire de l'architecture de terre du patrimoine mondial

Tabla 2.2.5.1.3: ubicación del material-tierra

En general, la tierra fue utilizada principalmente para levantar muros como lo muestra una tasa variable entre 61% y 90% (tasa más baja para Europa y América del Norte). En aproximadamente la mitad de los casos, la tierra también se usó para colocar morteros, ya sea ladrillos de tierra, u otros materiales (tasa ligeramente menor para Europa y América del Norte con solo el 38%). Otro uso predominante de la tierra es realización de pisos, techos y pisos (entre 30% y 40%). (fuente: <https://hal.archives-ouvertes.fr/>- Inventaire de l'architecture de terre du patrimoine mondial) Finalmente, en casi un tercio de los casos, se utilizó para crear decoraciones interiores y / o exteriores, que está especialmente marcado para dos regiones: Estados árabes y África. Sin embargo, esto último culmina bastante ampliamente con 40% respectivamente.

productos con decoraciones interiores y 53% con decoraciones exteriores hechas de tierra.

productos con decoraciones interiores y 53% con decoraciones exteriores hechas de tierra.



Tabla 2.2.5.1.4: tipo de sistema constructivo



fuelle: <https://hal.archives-ouvertes.fr/>- Inventaire de l'architecture de terre du patrimoine mondial

Tabla 2.2.5.1.5: tipo de amenaza presente en las construcciones

A nivel mundial, las amenazas que aparecen más fuertes son los vinculados a la falta de medios (técnica y financiera) que permitiría contrarrestar los fenómenos de degradación natural (que afecta el 47% de los bienes), y más particularmente cambio climático (34% están sujetos a él).

No es sorprendente que las propiedades afectadas sean las ubicadas en países en desarrollo, Un fenómeno no específico de la construcción en tierra, pero que también se cita como uno de los más importante es el desarrollo de infraestructura urbana (24%). Contaminación, que probablemente incluye la de materiales básicos que pueden usarse para restauraciones, tierra, También se cita en los primeros factores negativos. Luego están las amenazas de deficiencias. metodológico (respeto a la autenticidad en intervenciones) y gerenciales (falta de capacidad, plan de gestión). Un aspecto a tener en cuenta es el de La dificultad (22%) de respetar adecuadamente los valores intrínsecos de los bienes.

### 2.2.5.2 Razones para el uso de los materiales en Tierra

El renacimiento de la creación de la tierra en los años 70 se puede atribuir casi exclusivamente a las excelentes credenciales ecológicas de este material. Hoy en día, quieren utilizar este material por diferentes razones:

- Respetuoso con el medio ambiente  
La extracción, fabricación y transformación de muchos materiales de construcción a menudo implica intervenciones graves en el medio natural, con la consiguiente producción de emisiones CO<sub>2</sub> y el consumo de grandes cantidades de energía.
- Usuario, confort y salud  
Los edificios deben tener como objetivo principal crear una vida agradable, cómoda y saludable
- Aspecto estético  
uno de los ejemplos de estas construcciones en tierra son los muros de tierra como el estudio del arquitecto estadounidense Rick Joy en Arizona, dando a conocer la experiencia que demuestra que la construcción en tierra puede llegar hacer más contemporánea con alta calidad
- Aspectos estructurales  
siendo la tierra uno de los materiales más antiguos usados en la construcción, permitiendo una variedad de aplicaciones destacando su utilidad
- Aspectos globales  
en los países en vías de desarrollo, buscan adoptar los materiales de construcción tradicional a través de su mejoramiento para reformar estas tradiciones regionales y con ellas su identidad cultural seleccionando la tierra adecuada para cada técnica constructiva ya que no todos los tipos de tierra son adecuados, teniendo en cuenta que esta no debe contar con humus, siendo esta la capa principal



Figura 2.2.5.2 pequeños adobes



Figura 2.2.5.2.1: referencia de una de las tipologías de construcción con tierra

### 2.2.5.3 Tipos de Tierra

El suelo-tierra como podemos conocerlo está compuesto por minerales, materia orgánica, animales y diminutos organismos vegetales, agua y aire. los organismos vegetales y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos

por los microorganismos y transformados en la materia orgánica sé que mezcla con el suelo.

Por medio de las partículas minerales que conforman el suelo determina sus propiedades físicas, textura, estructura, porosidad y color.

La textura de se puede distinguir según tres tipos de suelo: arenas, limos, arcillas.

Los suelos arenosos, son aquellos suelos fáciles de trabajar pero que obtienen pocas reservas de nutriente aprovechados por las plantas. conociendo que las arenas son aquellas que se encuentran en los ríos

Los suelos limosos por otra parte son aquellos que tienen gránulos de un tamaño intermedio fértiles y fácil para trabajar, cuando están secos forman terrones fáciles de desagregar.

Los suelos arcillosos están compuestos por partículas muy finas que se forman barro cuando se satura de agua. estos suelos no drenan ni se desecan fácilmente siendo estaos pesados, pero los cuales contienen buena cantidad de nutrientes. al estar secos estos suelos los vuelve difíciles de trabajar

Para determinar la estructura o forma en la que se encuentran los suelos se observa:

- El tipo: observando el aspecto o forma de grumos.
  - La clase: observando el tamaño de los grumos.
  - La categoría: observando el grado de distinción de grumos.
- En cuanto al color de los suelos estas pueden variar, desde color negro, rojo, amarillo y gris.

Según la importancia en cantidad de uno de los componentes: tierra gravosa, arenosa, limosa, arcillosa (figura 2.2.5.3.1)



Figura 2.2.5.3.1: referencia estructura del suelo fuente: edafologiauniversal

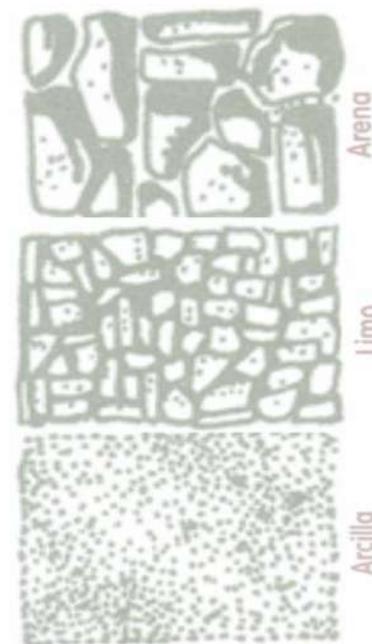


Figura 2.2.5.3.3 estructura de tipos de suelo

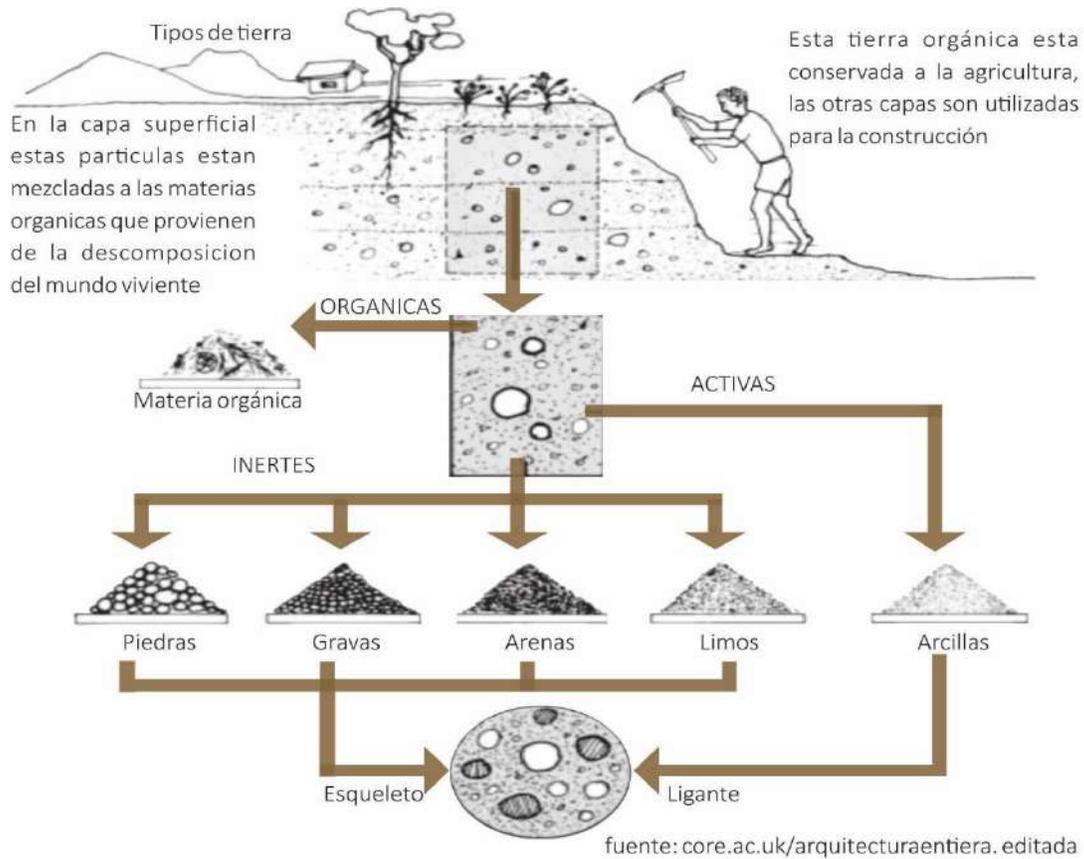


Figura 2.2.5.3.2: excavación de tipos de tierra

#### 2.2.5.4 Sistemas tectónicos

Se encuentran tres sistemas generales en los diferentes elementos arquitectónicos, ya sea base, paramento o cubierta. Dependientes de las diferentes condicionantes pueden ser:

**Monolítico:** Quiere decir que está hecho de una sola pieza, puede contener sólo uno o diferentes materiales, está conformado por una mezcla homogénea, es compacto y con una unión tan fuerte entre sus distintas partes como si fuera de un único material. Puede ser vaciado, moldeado, esculpido o excavado

**Compuesto:** Quiere decir que está estructurado de varias piezas, puede estar compuesto de uno o diferentes materiales mezclados que componen un todo. La

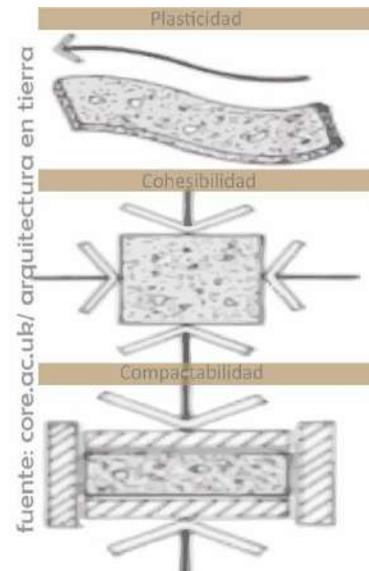


Figura 2.2.5.4 propiedades de la tierra

característica de cada pieza definirá la complejidad del sistema.

Mixto: Puede contener elementos monolíticos y compuestos a la vez en diferentes proporciones y que componen un todo.

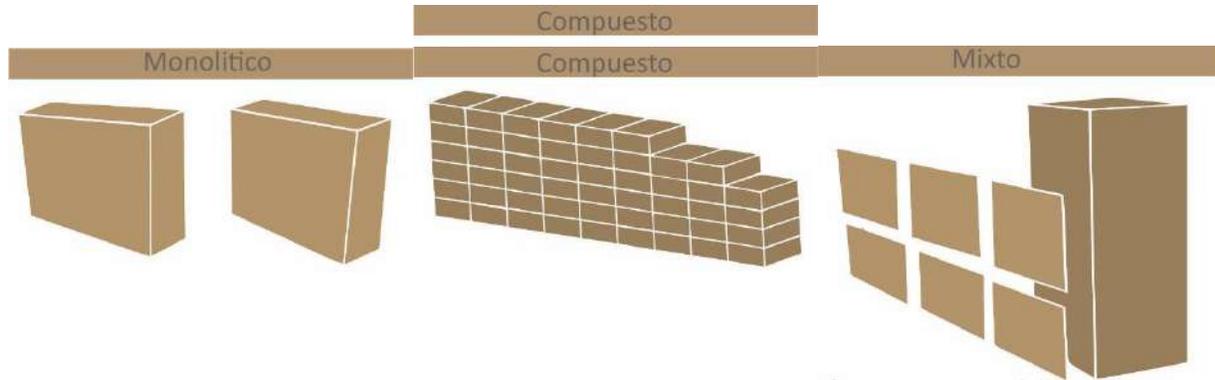


Figura 2.2.5.4.2 sistemas tectónicos fuente: elaboración propia

### 2.2.5.5 Técnicas de Construcción con tierra rueda de las técnicas

Las técnicas de construcción en tierra son muy variadas: doce métodos de construcción son presentados a continuación en la “rueda de las técnicas”. Estas son clasificadas en función de la plasticidad del material tierra respecto a su aplicación en obra: seco, húmedo, plástico, viscoso o incluso líquido.

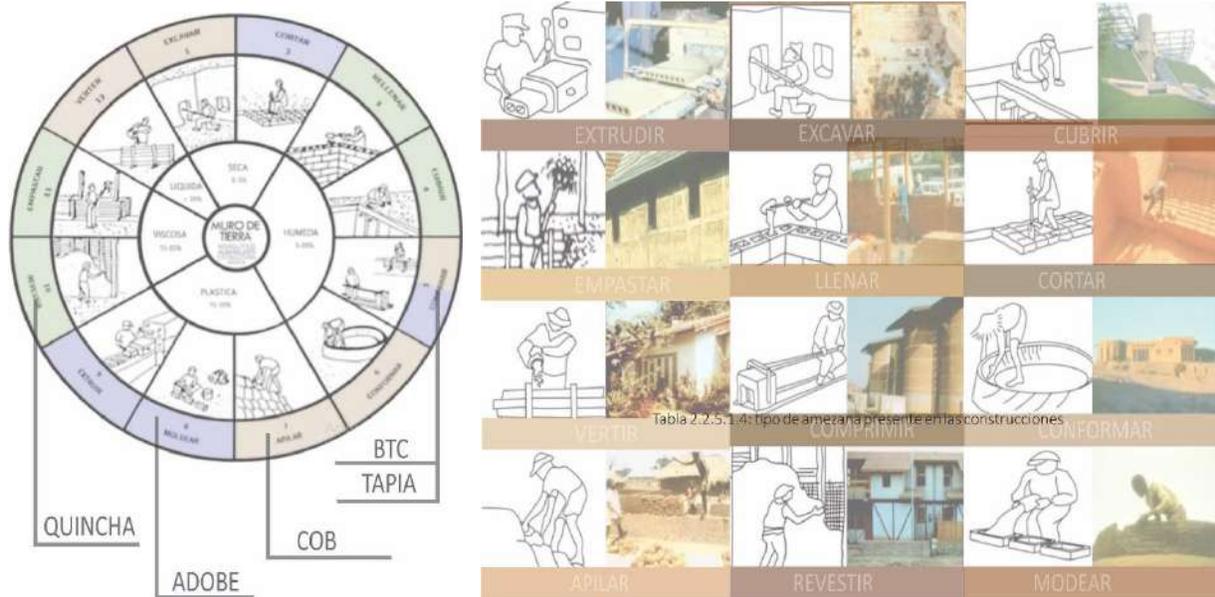


Figura 2.2.5.5 rueda de las técnicas de construcción tradicional. fuente: construcción con tierra análisis, y mejora

## 2.2.5.7 Referentes de Arquitectura Y Construcción Tradicional En Tierra Cruda - Adobe A Nivel Internacional

### 2.2.5.7.1 Aliwen: conciencia ecológica aplicada inteligentemente con arquitectura sustentable en Santiago de Chile

Los arquitectos de Aliwen Arquitectura y Construcción Sustentable Con la meta en mente de minimizar el impacto ambiental que cada construcción acarrea, estos profesionales vuelven al pasado buscando técnicas y materiales tradicionales que enfatizan una relación simbiótica entre sus edificios y el entorno. Aliwen logra todo esto sin sacrificar la estética y el diseño de cada proyecto. encontrando la personalidad del edificio en relación a su entorno minimizando de esta manera la huella ecológica e integrando la construcción con el paisaje.

Algunos de sus impresionantes proyectos en los que tradición e innovación se funden con resultados maravillosos.



Una casa construida en el entorno boscoso cercano a la laguna de Acúleo busca aprovechar las visuales y replicar hasta cierto punto los escarpados montes que rodean esta área. Líneas depuradas y formas geométricas nos hablan de una inspiración moderna, mientras que los materiales orgánicos proponen una vuelta al terruño



### 2.2.5.7.2 La lucha por preservar una forma de vida el rescate del adobe

Barro y paja son la base del adobe, sigue manteniéndose como el material de base para levantar casas y edificaciones hoy reforzado con estructuras soportantes, para hacerlo más resistente ante los sismos y terremotos a los que cada vez nos acostumbramos más. gracias a sus ventajas sigue luchando ante la duda que provoca su fragilidad, gracias al cuidado que brinda al medio ambiente por ser biodegradable, sin aumentar la huella de carbono, siendo una fuente de empleo directa por el uso de la mano de obra local, permitiendo la auto-construcción.



#### CASA DE LO MATTA

La Casa de Lo Matta, ubicada en Av. Kennedy 9350, Vitacura, es una construcción hecha en adobe, de más de 200 años de antigüedad. Cuenta con dos pisos independientes, tal como las típicas alquerías españolas, introducidas a Chile en la segunda mitad del siglo XVIII. Tiene todas las características de una casa antigua, con muros gruesos de adobe, pilares en sus corredores, faldones de tejas de arcilla y rejas de hierro en las ventanas; características que recuerdan la arquitectura rural del período hispano en la zona central de Chile. Esto la convierte en un gran atractivo dentro de Santiago, y en un ejemplo de que las construcciones de adobe, correctamente mantenidas, perduran y son valiosas.



*Figura 2.2.5.7.2: referentes arquitectónicos casa de la Motta*

### 2.2.5.7.3 ONG Vivienda Local

Es una entidad sin fines de lucro conformado por un grupo de profesionales, con el fin de mejorar la calidad de las viviendas en Chile, brindando la ayuda a las familias a extender sus recursos a través de una metodología de auto-construcción colaborativa siendo su objetivo principal de vivienda local democratizar la arquitectura y disminuir la precariedad en los procesos de auto-construcción en Chile, acompañando a las familias de sectores medios y vulnerables, a través de diferentes líneas de trabajo como: Programa de Auto-construcción Colaborativa Proyectos de Reconstrucción Talleres y cursos de auto-construcción



*Figura 2.2.5.7.3: referente arquitectónico de autoconstrucción en mantagua*

Proyecto de autoconstrucción de Pamela Vargas en Mantagua actualmente se está avanzando en torno a la ejecución de su vivienda (construcción), que consta -entre otras cosas- de tres dormitorios, una sala de ensayo musical para la familia y una más amplia que alberga el living, comedor y la cocina

### 2.2.5.7.4 Adobe Patrimonial

En adobe patrimonial trabajan con los oficios de la tierra y la sostenibilidad son un grupo de profesionales de la arquitectura y la educación, dedicados a la restauración de casa de adobe y a la bioconstrucción en la zona central de Chile. Entendiendo la tierra como el material principal para la construcción sustentable gracias a sus diversos beneficios.

Este grupo de profesionales fomentan el aprendizaje de la restauración mediante talleres en obra usando la metodología del “aprender haciendo”, así como el aprendizaje práctico y teórico de los sistemas constructivos tradicionales y arquitectura patrimonial en tierra cruda, mediante cursos y talleres de formación.

### Bioconstrucción de terraza mirador de Curacavi



Figura 2.2.5.7.4.: referente del uso de la baba nopal como aditivo en el adobe materia adobe

En cuanto a sus proyectos de Bioconstrucción utilizan técnicas tradicionales de construcción en tierra como el Adobe, la Quincha, Adobillo y tapial. con el fin de conseguir una alta eficiencia energética en cada proyecto, contando con maestros expertos en cada tema.

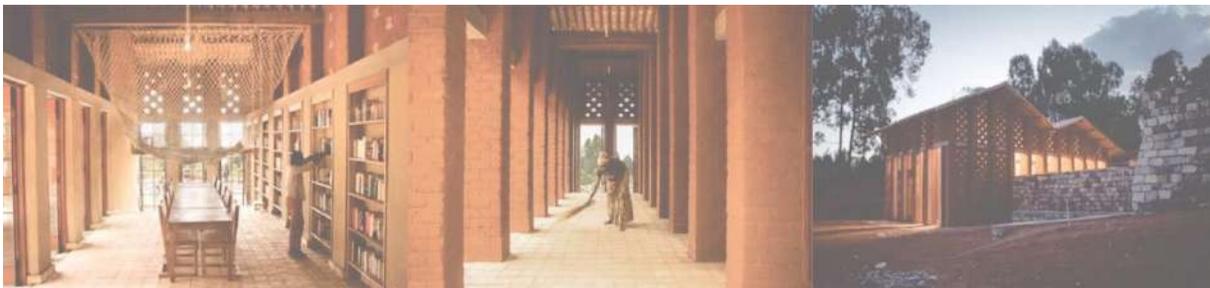


Figura 2.2.5.7.4.1: referente arquitectónico en adobe

## 2.2.6 ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL EN COLOMBIA

Situado en la región noroccidental de América del Sur, Es una república organizada políticamente en 32 departamentos descentralizados y el Distrito Capital de Bogotá, abarca una superficie de 1 141 748 km<sup>2</sup>,

### Evolución histórica

El hombre de diferentes maneras ha buscado tener protección ante agentes externos, esa necesidad de encontrar un refugio lo ha llevado a pensar en cómo acoplarse al entorno. obteniendo un conocimiento ancestral que fueron llevando de generación en



Figura 2.2.6: mapa localización de Colombia

generación de esas técnicas sometidas a prueba y error encontrando de esta manera la respuesta a sus requerimientos de bienestar. Cuando hablamos de sostenibilidad, es imposible no referirnos a aquello que ha perdurado durante siglos y se ha mantenido en el tiempo a pesar de las variables en la historia.

En cuanto a los diversos sistemas o técnicas constructivas es importante ver como estos están ligados con el hombre y los recursos naturales disponibles según el clima y la región, estos mismos se han cultivado con la tradición y sabiduría de cada cultura local.



### 2.2.6.1 Materiales propios

El uso de materiales naturales en conjunto con un sistema constructivo propio del entorno de cada región, es una de las características que resaltan las ideas de arquitectura sostenible, adaptándose respetuosamente con el paisaje. Colombia tiene una variedad de materiales naturales y compuestos, que hacen parte de la arquitectura tradicional

- Bambú / Guadua

Colombia es uno de los países que tiene mayor uso en este material, usado desde épocas precolombinas, resistiendo a la colonización y al uso expansivo del hormigón en el siglo xx, el uso de este material tiene mayor intensidad en los departamentos de Quindío, Risaralda, y Caldas, este material constituye todo un sistema constructivo



Figura 2.2.6.1 Departamentos de Colombia con mayor uso de la guadua

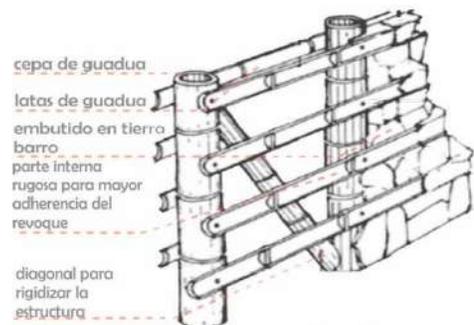


Figura 2.2.6.1.2 Detalle constructivo Bambú-Guadua

- Adobe

Otro material tradicional, desde la época de la colonia y comienzos de la republicana, el uso de este se convertiría en el sistema constructivo principal de viviendas y solares que aun algunos tienen un funcionamiento. dentro de este sistema se encuentran.

- El Adobe Estabilizado: en el cual se ha incorporado otros materiales, con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad ante la presencia la humedad.
- El Adobe: conformado por un ladrillo de barro sin cocer, es el material más usado en construcciones rurales, así como para casas económicas de solo un piso.
- Mortero: es el material con el cual se unen los adobes, puede ser barro simple, barro estabilizado

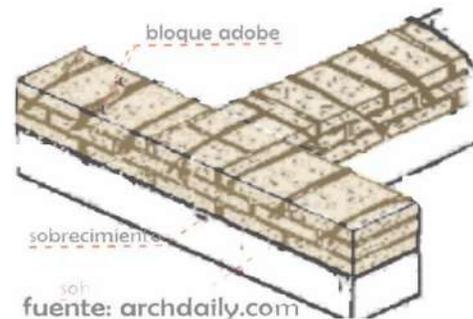


Figura 2.2.6.1.3 Detalle constructivo Adobe

- Bahareque

Este sistema no es tan complejo, pero sí muy completo, compuesto por cañas, palos o carrizo entretrejido conformando un encofrado el cual luego es relleno con paja, cascara de coco, lodo, entre otros, dependiendo de la zona donde se emplee, esta técnica es utilizada principalmente en pueblos indígenas desde muchos años atrás incluso antes del adobe, para la construcción de viviendas

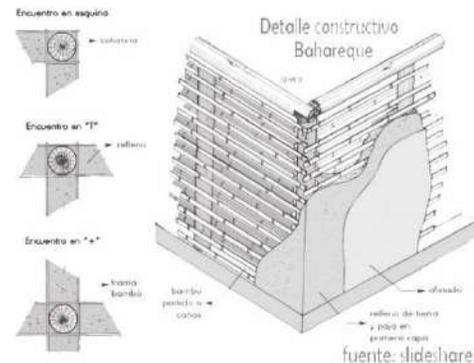
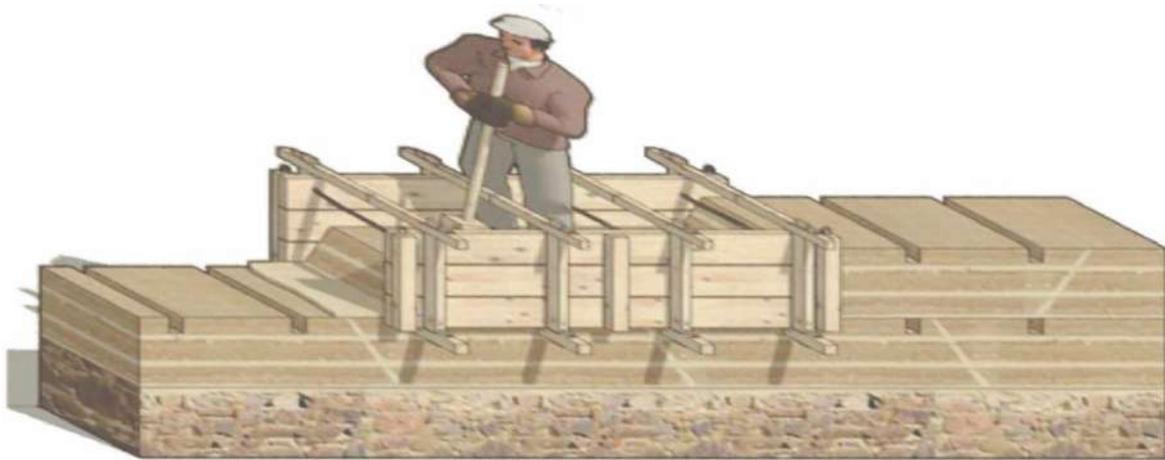


Figura 2.2.6.1.4 Detalle constructivo Bahareque

- Tapia

Conformado por un muro macizo construido con arcilla o barro y arena apilada apisonada capas de ,10cm de manera que se forme una superficie bien compacta y resistente que pueda mantenerse en pie, el apisonado se realiza con algún elemento pesado que pueda condensar verticalmente la arcilla y le dé así mayor solidez a la estructura, Se emplea una cajonera llamada tapial como encofrado para darle forma de muro de barro,



fuente: tieRAH-Wordpress.com

Figura 2.2.6.1.5 Detalle constructivo tapia

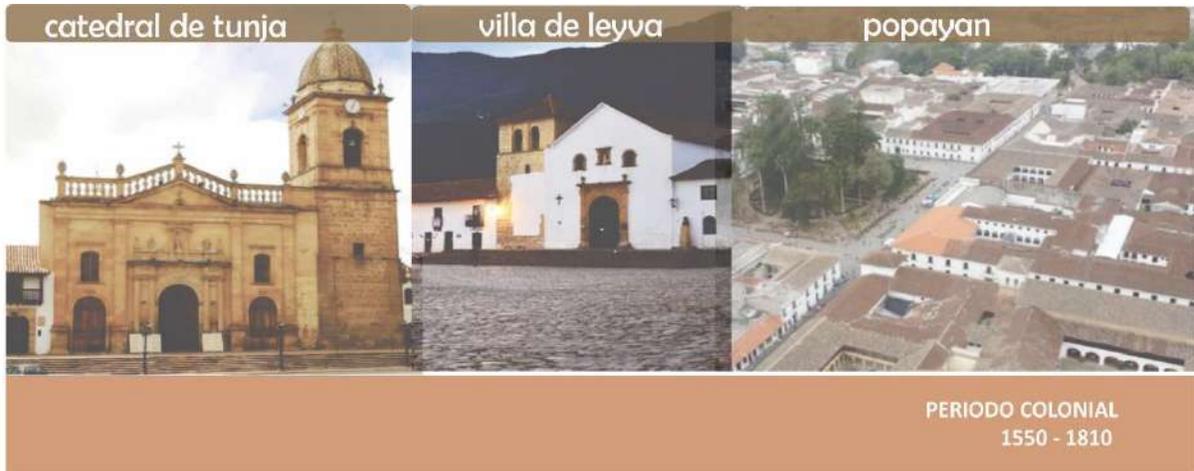
### 2.2.6.2 Línea de tiempo de la arquitectura colombiana

El material principal utilizado era la caña, el barro, madera y boñiga para la construcción en bahareque, las casas comunes eran de dos formas: cónicas y rectangulares

2 el proceso de desaparición de la cultura indígena lleva a tener una ruptura del pasado para dar a conocer aspectos topológicos y constructivos propios de España

<p>siglo VII, construido por los Tayronas</p> 	<p>templo chibcha</p> 	<p>casa museo 20 de julio</p> 
<p>PERIODO PREHISPANICO 400 A.C - 1423</p>		<p>PERIODO DE LA CONQUISTA</p>

1 Destacado por construcciones indígenas chibchas en asentamientos hunza con templos y santuarios como el buritaca el cual se encuentra construido sobre terrazas de piedra ubicado en la sierra nevada de santa marta



fuelle: [prezzi.com](http://prezzi.com)- arquitectura colombiana

se aplicaban principios renacentistas y barrocos vigentes de España las casa se construían como estancias al rededor de uno varios patios



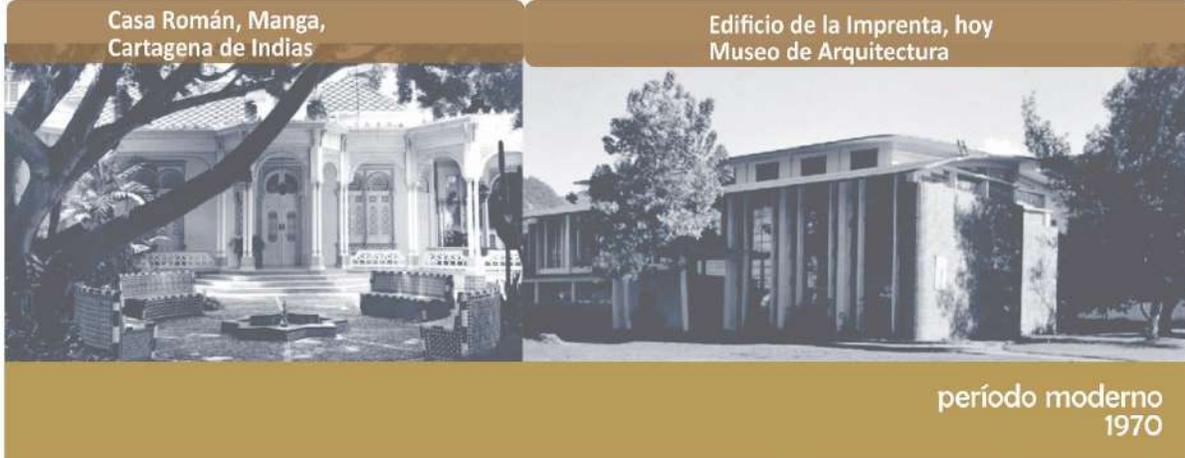
se vio favorecido por la introducción al país de nuevos materiales como el cemento, el yeso y las láminas de metal repujado para cielos rasos



caracterizado por desarrollar nuevos estilos basados en los desarrollos tecnológicos de construcción, cambiando los procesos artesanales



El material de construcción fundamentalmente tapia, ladrillo, baldosa, madera, hierro. Las casas construidas totalmente en piedra eran muy escasas



fuelle: [revistacredencia.com](http://revistacredencia.com) arquitectura en varios tiempos

transformó por completo los modos de habitar. Las ciudades fueron los principales escenarios de las transformaciones de arquitectura en Colombia convirtiéndose en grandes ciudades, otras permanecieron en su estado tradicional y hacen parte del patrimonio histórico



### 2.2.6.3 Tipologías de vivienda a través de la historia en Colombia

- Nombre la tipología arquitectónica:

Bohío/maloca Indígena

Cronología

Época formativa medio: 300 A.C. Siglo XVI

Materiales / Sistema constructivo:  
Madera de diferentes dimensiones  
Cañas de diversos tipos. (Muros)  
Arena, arcilla y similares. (Muros)  
Paja o palma. (Cubierta)

Descripción:

proveniente de culturas precolombinas, pueden tener forma rectangular o circular, su estructura está dada por una base en madera en forma de columnas sobre ellas se apoyan unas varas centrales dándole inclinación a la cubierta, techo de paja o palma. Las paredes se tejen con caña brava, tallo de la mata de lata, guadua o bambú según

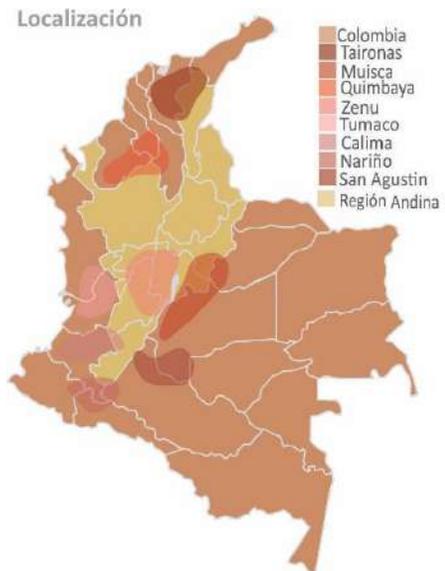


Figura 2.2.6.3. Ubicación gráfica de Bohíos en Colombia fuente: [riunet.upv-](http://riunet.upv-) arquitectura tradicional colombiana- mapa modificado

la región, finalmente se pañeta con una mezcla hecha de arena, boñiga de ganado y otros materiales arcillosos.

### Fotografía



- Nombre la tipología arquitectónica:

Vivienda En Tierra (adobe- Tapia)

### Cronología

Desde el siglo XVI (Según A. Corradine, 1989)- A la fecha

Materiales / Sistema constructivo:

Adobe (Muros) Tapia (Muros) Madera de diferentes dimensiones Amarre en fibra natural, teja de barro española(Cubierta)

Descripción:

caracterizada su forma rectangular y el ancho de sus paredes, su construcción se levanta sobre una cimentación los muros en adobe se pueden usar diferentes aparejos que estructuren el ancho muro y para la tapia se recomienda disponerlos a soga. Las vigas para los entrepisos, así como los elementos de la cubierta son elementos en madera aserrados. Sobre estas vigas corona se estructura un entechado encañado (amarre con fibra natural) y sobre esta una capa de arena de 5- 10 cm como soporte de las tejas en barro cocido.

### Fotografía

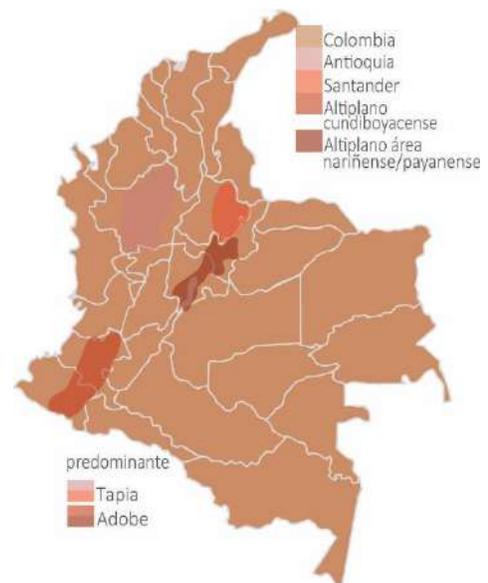


Figura 2.2.6.3.2Ubicación gráfica de vivienda en tierra (adobe/tapia) Colombia fuente: riunet.upv- arquitectura tradicional colombiana- mapa modificado



- Nombre la tipología arquitectónica:

Vivienda Palafítica

Cronología:

Desde 1800 a la fecha

Materiales / Sistema constructivo:

Madera rolliza, esterillas recubiertas de barro(Muros) Madera de diferentes dimensiones (estructura), Madera de manglar (pilotes), Bahareque en los muros. Tejas en asbesto cemento, esterillas de palma (Cubierta),

Descripción:

Asentamientos ubicados en las cabeceras de los ríos principales y sus afluentes. se crean viviendas y refugios cerca de los manglares elevando las viviendas sobre un sistema de pilotes que soportan una plataforma; de un volumen sencillo con cubierta a cuatro o dos aguas revestida de palma de jícara, chalar o corozo. Están intercomunicado por un sistema de pasarelas. sus materiales son autóctonos de la región que complementan con un acabado colorido.

Fotografía

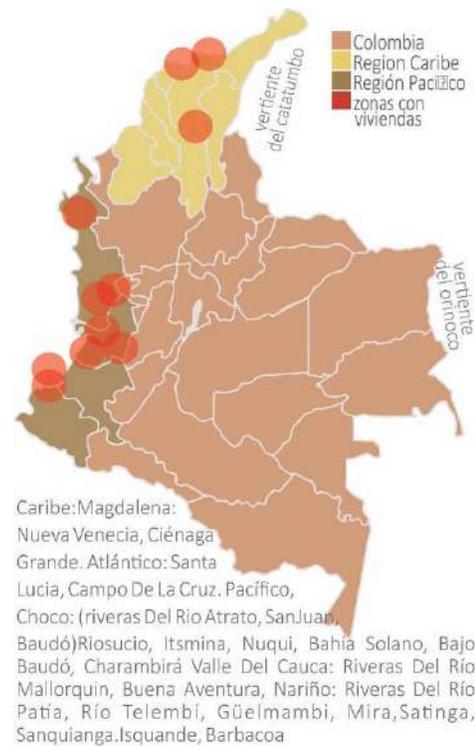
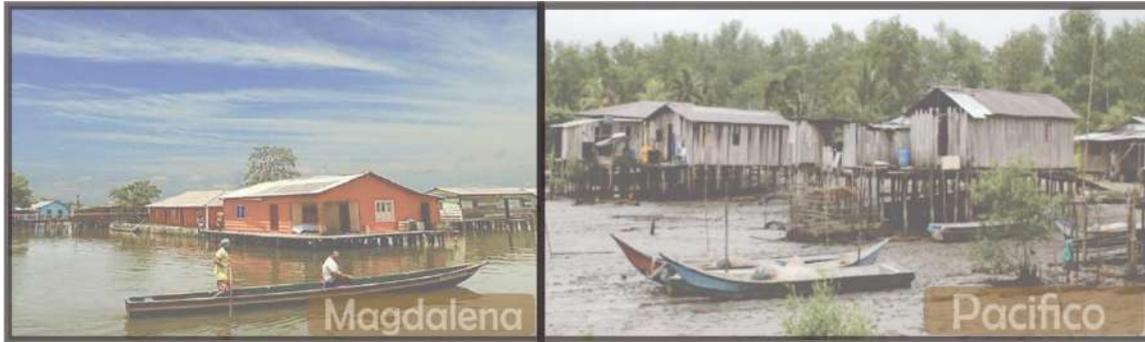


Figura 2.2.6.3.3 Ubicación gráfica de vivienda Palafítica en Colombia fuente: riunet.upv-arquitectura tradicional colombiana- mapa modificado



- Nombre la tipología arquitectónica:

Vivienda Cafetera

Cronología:

Siglo XVII a la fecha

Materiales / Sistema constructivo:

Bahareque (Cañas entrelazadas cubiertas con estiércol y materiales arcillosos) Tapia (Tierra apisonada) (Muros) Madera de diferentes dimensiones (estructura cubierta, entrepisos y barandales) Amarre en fibra natural, teja de barro española(Cubierta)

Descripción:

esta vivienda consta de un sistema sé que adapta a la topografía mediante una estructura en madera.

La geometría de la vivienda es rectangular o en L y en sus laterales lleva balcones conectados con las habitaciones. El uso de estos es condicionado al clima, así como su sistema constructivo. En climas cálidos cuentan con varias ventanas y puertas en todas las fachadas. por lo general tienen un recubrimiento en estuco blanco y el color lo llevan los barandales del perímetro

Fotografía

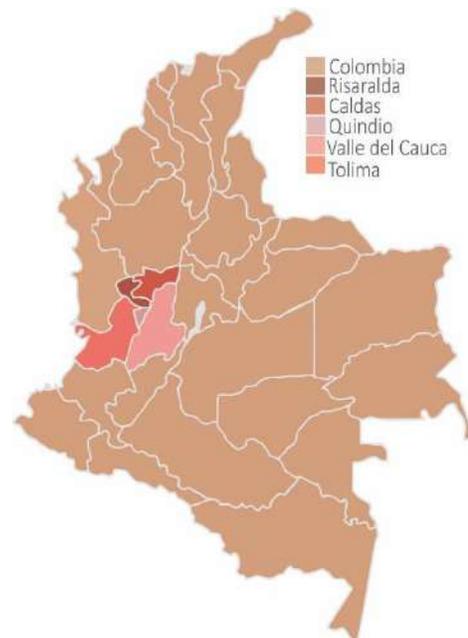


Figura 2.2.6.3.4 Ubicación gráfica de vivienda cafetera en Colombia. fuente: riunet.upv-arquitectura tradicional colombiana- mapa modificado



#### 2.2.6.4 Algunas ciudades de Colombia donde predomina la construcción en tierra

##### - VILLA DE LEYVA, BOYACA

Actualmente, las técnicas de construcción con tierra en Colombia, han ido evolucionando de acuerdo con las condiciones propias locales. En Villa de Leyva los cerramientos en tapia pisada y /o adobe, conforman un legado arquitectónico, siendo elementos esenciales del espacio público y del paisaje local valorados como parte fundamental de la estructura urbana de este municipio.



Figura 2.2.6.4 Ubicación gráfica de Villa de Leyva, Boyacá

Una de las características de las tapias en el municipio es la continuidad que desarrolla a lo largo de las calles doblando en las esquinas formando elementos arquitectónicos urbanos más notorios cerca a la plaza principal los materiales usados eran la madera,

la piedra, la cal explotada en Samacá y la arcilla abundante del sitio, se elaboran abundantes adobes, ladrillos y tejas, los muros de tapia se usaban en casos especiales. El ladrillo, tuvo un uso limitado en las edificaciones de Villa de Leyva, empleando en su lugar el adobe.

### Hospedería casa de adobe

Construida según la técnica y tradición de hace 400 años, se utilizó solo materiales como la piedra, tierra y madera. Construida en tierra comprimida (adobes), mezclada con fibras naturales para adquirir mayor resistencia, usando la misma técnica de la época de la colonia. Algunas propiedades del adobe: Absorbe irradiaciones dañinas para los seres humanos, Aísla el frío, Aísla el calor, Aísla los sonidos fuertes.



### - BARICHARA

Santander posee una importante riqueza por los materiales que se encuentran en zonas muy cercas del pueblo, que hace que la construcción en tierra y las técnicas tradicionales sea única en Barichara.



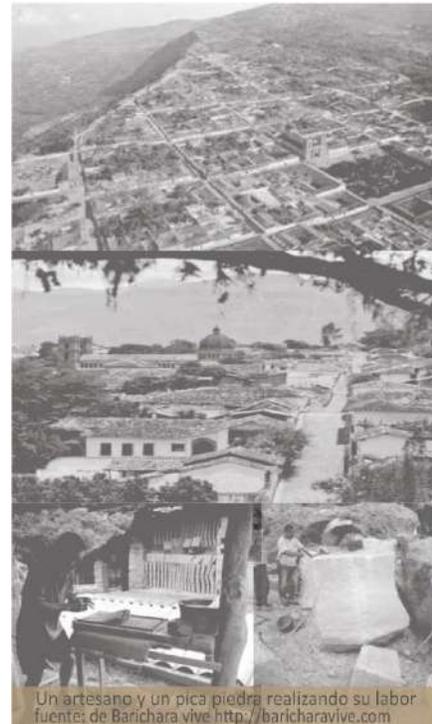
Figura 2.2.6.5 Barichara, Santander, Ubicación gráfica

La cultura constructiva de Barichara, desde su fundación la construcción en tierra mediante la tapia fue fundamental para su desarrollo urbano, sin embargo, en Barichara la tapia surgió como una técnica de construcción privilegia, donde dependiendo del nivel socio económico de las personas se pensaba en el tipo de técnica que se emplearía para la construcción de las viviendas, donde la tapia era reservada para las familias con mayor recurso (Apuntes, 2007).

El pueblo se ha convertido en un atractivo cultural por su construcción esto llevo a los nativos a involucrarse en los procesos constructivos de la población, de esta forma se evidencian 60 familias que poseen chircales al rededor del pueblo. Al no existir un boom constructivo urbanístico como en otras ciudades del territorio nacional, lleva a mantener esa esencia constructiva, incentivada por el turismo, personas, y recursos para construir grandes viviendas con la técnica tradicional propia, lo que conlleva a ser declarado como patrimonio cultural de la nación (Sistema Nacional de Cultura, 1997)

La importancia de trabajar con materiales autóctonos, y la tradición adquirida de generación en generación de las técnicas de construcción tradicional se transmiten algunas sin entender la importancia de ella para la economía y la sostenibilidad del propio pueblo, por otro lado la influencia por nuevas tecnologías o técnicas, por medio de la industrialización han llevado a dejar a un lado las técnicas tradicionales y a optar por los sistemas comúnmente usados en todo el país, sin embargo este modo de uso industrializado lo hacen manteniendo la apariencia antigua y la estética, mostrando una falsa percepción de la tradición dejando la tradición propia constructiva.

La fundación Tierra Viva, se encarga de llevar el conocimiento del trabajo de en este material, simplificando la forma como las personas aprenden,



Un artesano y un pica piedra realizando su labor fuente: de Barichara vive <http://baricharavive.com>



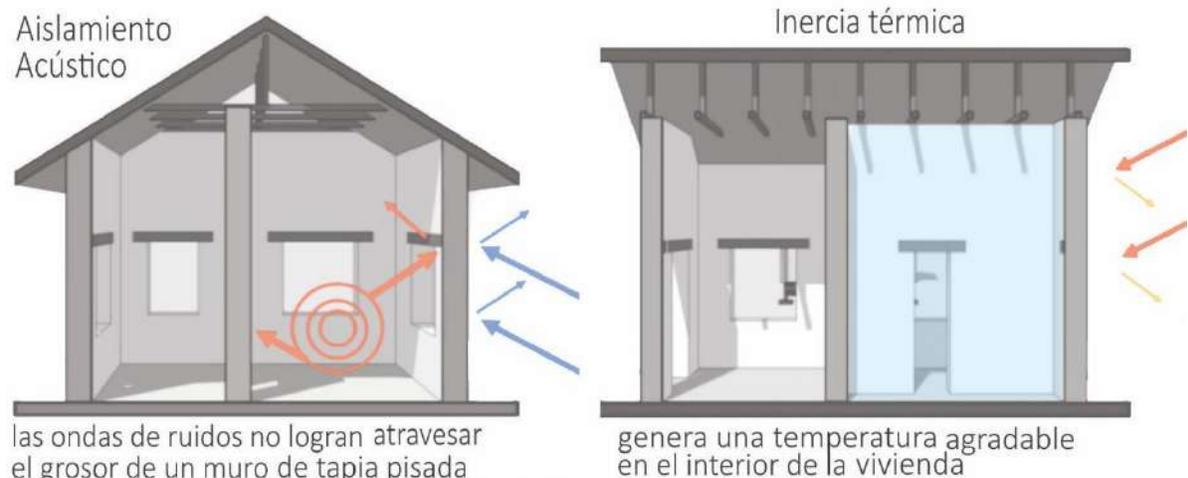
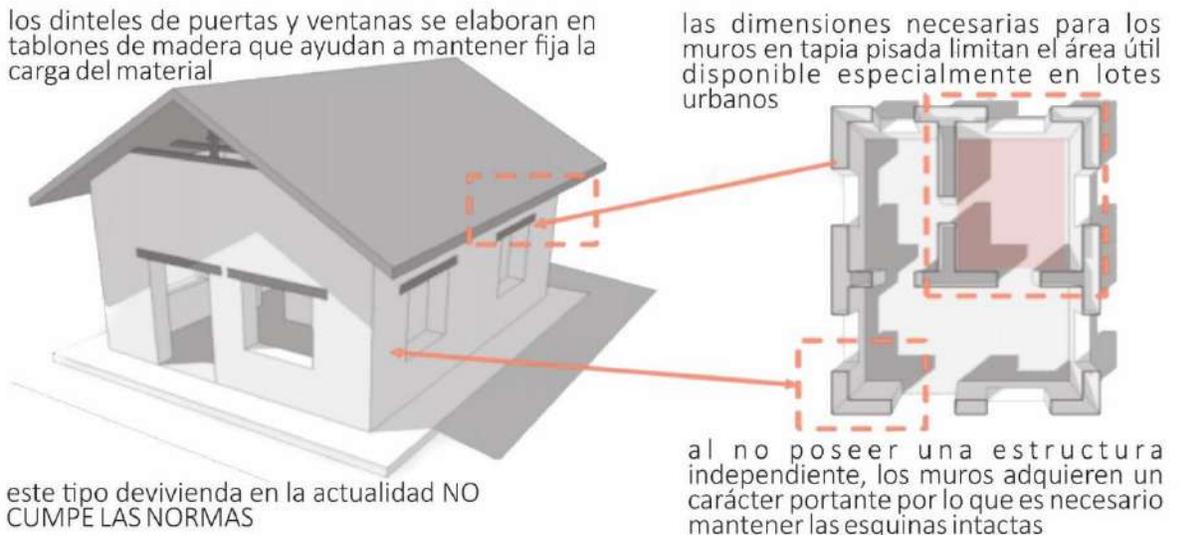
Figura 2.2.6.5.1.1 vivienda en Tapia Fuente: <https://fundaciontierraviva.org/2009/11/casa-pena> Construcción de Vivienda en Tapia en Bucaramanga,

mejorando y tecnificando los procesos constructivos manteniendo el propio carácter, llevándola a nuevas formas de expresión (Fundación Tierra Viva, 2016)

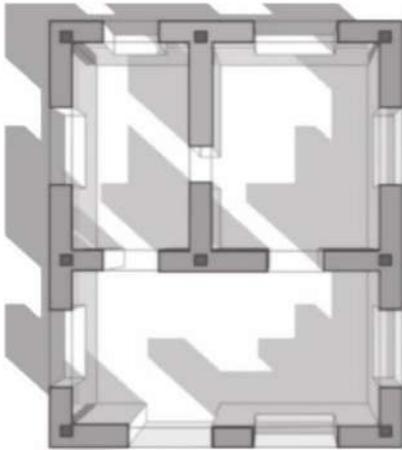
Las construcciones típicas de Barichara por lo general están construidas por 3 elementos principales; muros en tapia pisada o adobe, estructura en bahareque o guadua y elementos de acabados realizados en tierra por medio de la arcilla de la región.

- Componentes autóctonos de una construcción en Barichara

Tapia Pisada: compactar la tierra en moldes La estructura se construye en bahareque y la cubierta se construye en algunos casos en guadua usando inclinación.



Fuente: <https://repository.usta.edu.co>- La Tapia Pisada Como Técnica Constructiva Vernácula



Este tipo de vivienda con un sistema constructivo mixto o integral en la actualidad si cumple con las normas

Se debe aplicar la norma NSR 10 como a cualquier nueva edificación que se realiza en el país para el ejemplo, un sistema estructural de porticos



La estructura se puede mimetizar con el interior de los muros en tapias, generando un sistema constructivo mixto en donde la tapia deja de ser un flemento portante a ser un elemento no estructural

Fuente: <https://repository.usta.edu.co>- La Tapia Pisada Como Técnica Constructiva Vernácula

Figura 2.2.6.5.1.2 Construcción en la actualidad

## - MOMPOX, BOLIVAR

Fundada en 1540 a orillas del Magdalena, Mompox jugó un papel clave en el control español en el norte de Sudamérica. Del siglo 16 al siglo 19, la ciudad se desarrolló paralela al río, El centro histórico ha preservado la armonía e integridad de su paisaje



fuelle: elaboración propia



fuelle: <http://repositoriuba.sisbi.uba.ar>

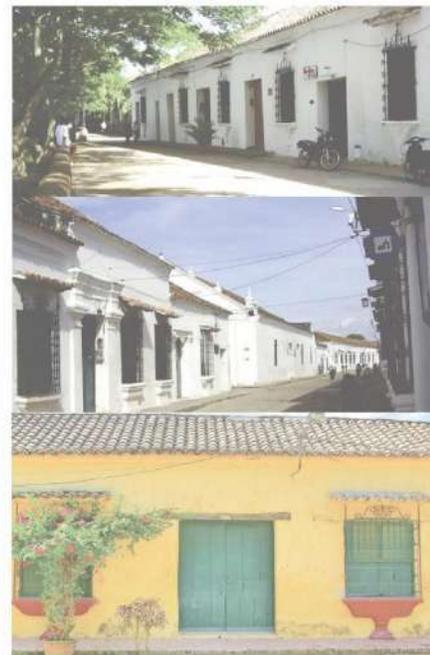
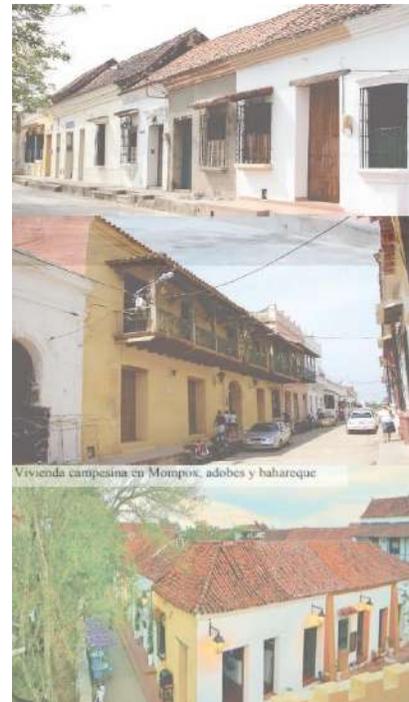


Figura 2.2.6.5.1.3 ubicación gráfica de Mompox- viviendas de Mompox--Bolívar fueulle: <http://repositoriuba.sisbi.uba.ar>

urbano. la mayoría de los edificios hoy su función original, proporcionando así la imagen excepcional de lo que era una ciudad colonial española.

Las casas ubicadas en el perímetro de la calle Atrás, segunda arteria de la ciudad, tienen una estructura de madera y bahareque (nombre local de cob). Casas familiares desde el siglo XVII hasta principios del XIX, están dispuestos alrededor de un espacio abierto central o lateral, adaptado al clima y las costumbres locales. El adobe y la tapia representan las otras técnicas constructivas de la tierra utilizadas en Mompox, principalmente para las viviendas más bellas o para edificios públicos. Se usa la tierra también para la fabricación de morteros y enlucidos interiores especialmente techos. Hoy, la proporción de construcciones de tierra todavía presente en el centro histórico de Mompox es alrededor del 25%



*Figura 2.2.6.5.1.2 vivienda campesina en Mompox, adobe y bahareque*

Muros y cielo rasos que eran enlucidos mediante revoque de barro mezclado con fibras vegetales y „cagajón y „boñiga. Esta operación "se hacía en dos capas. La primera llamada 'pañete' y aplicada sobre el muro, era una mezcla de barro y paja. Sobre el pañetes aplicaba una segunda capa, el 'repello' o 'embuñegado', mezcla hecha con boñiga y tierra amarilla que se añababa con llana de madera para recibir el blanquimiento de cal aplicada con hisopo de fique". (Salcedo, 1982. p. 80).

#### 2.2.6.6 Bic de Cúcuta que evidencian uso de técnicas de construcción tradicionales

##### - Contexto de Cúcuta

En Cúcuta antes del terremoto, el material utilizado para las casas, para personas adineradas se utilizó la tapia pisada para los muros de techos en teja de barro apoyado en caña brava y varas de madera, el piso era en tableta de arcilla, por otro lado, para las personas de escasos recursos fue el uso de ranchos en madera y paja, conservando la tipología tipo caños la cual fue predominante, después del terremoto Cúcuta colapso, tumbando las paredes de tapia pisada, adobes y techos de caña brava.

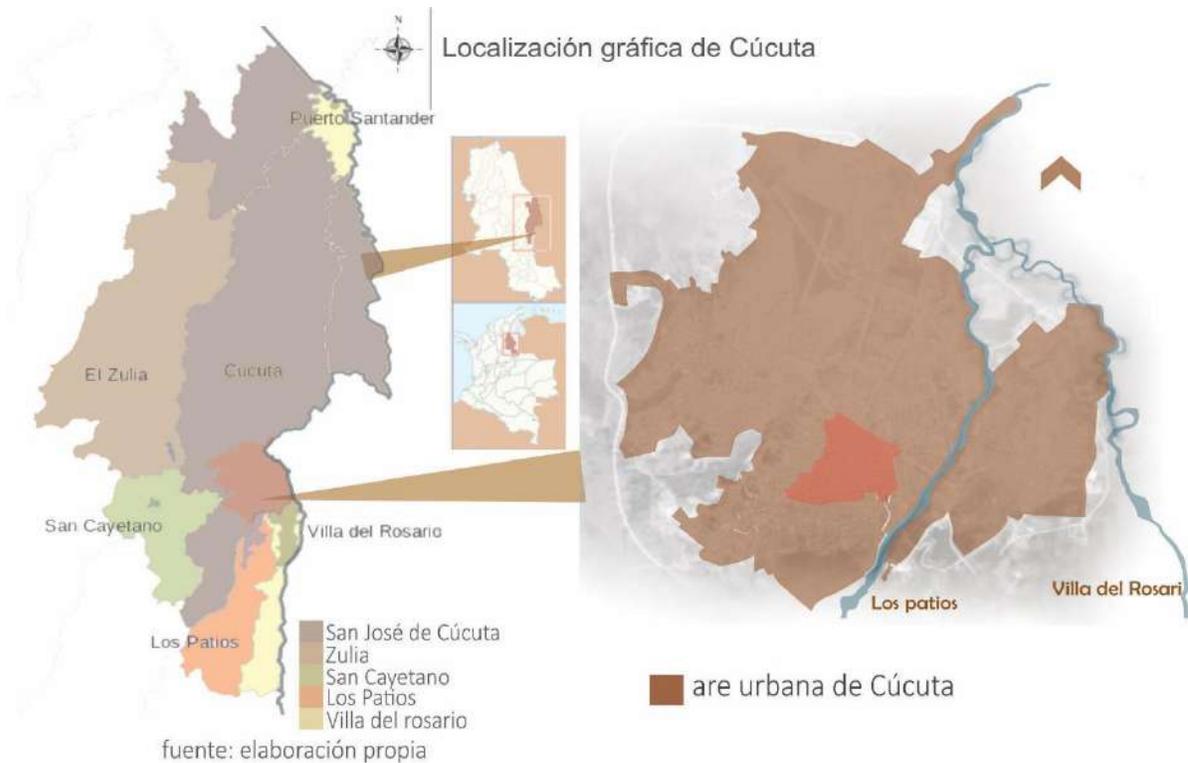


Figura 2.2.6.6 localización gráfica de Cúcuta fuente: elaboración propia



Figura 2.2.6.6.1 Cúcuta antes del terremoto fuente: cronicasdecucuta.blogs

## - TORRE DEL RELOJ

Valor estético:

Fue construida en la primera mitad del siglo xx durante el periodo republicano, utilizando la técnica constructiva tradicionales y materiales característicos de la época utilizadas para la construcción de viviendas, como la tapia apisonada, el bahareque, la teja de barro, la madera rolliza y la caña.

Edificando una torre de 6 pisos de altura. el estilo republicano se ve representado en sus ornamentos dispuestos en toda la fachada de la torre, principalmente fue construida como casa de familia luego se fue transformando para convertirse en sede de energía eléctricas, ha sido intervenida en 6 ocasiones conservándolas

características su diseño original y su tecnología fue construida en 1910 con una representación de las casonas

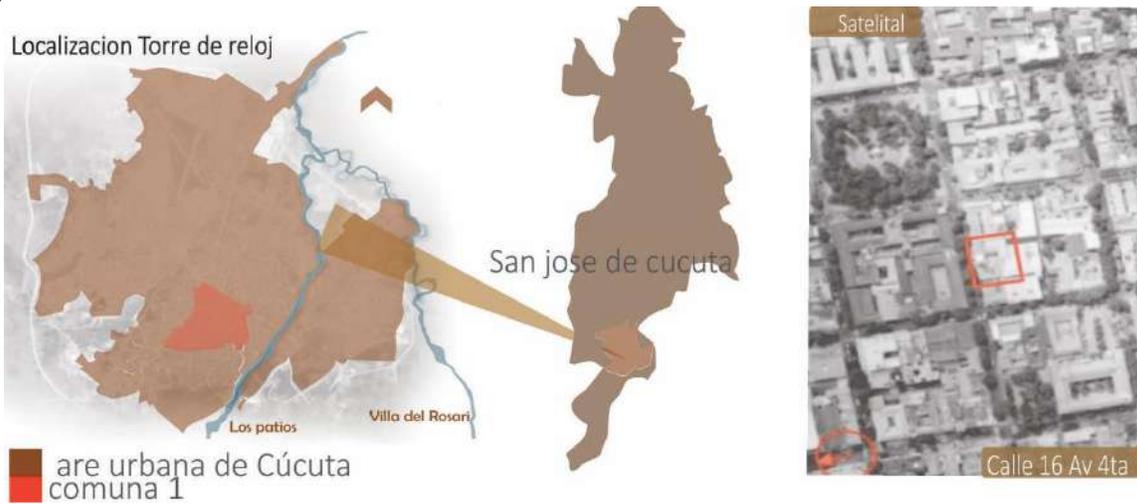


Figura 2.2.6.6.2 Localización Torre de reloj fuente: elaboración propia

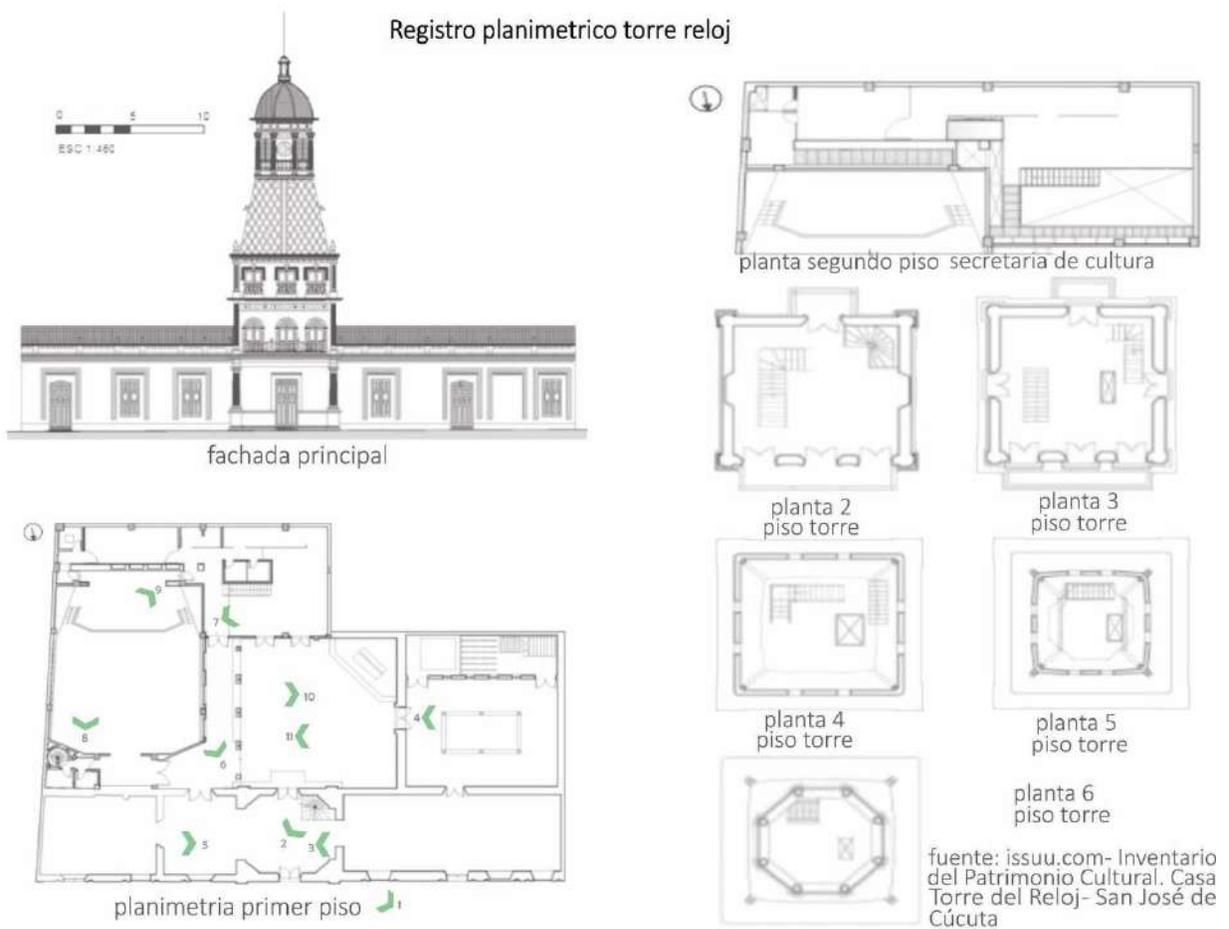


Figura 2.2.6.6.3 Registro planimetro torre reloj fuente: issuu.com- Inventario del Patrimonio Cultural. Casa Torre del Reloj - San José de Cúcuta



Figura 2.2.6.6.4 Registro fotográfico torre del reloj fuente: issuu.com- Inventario del Patrimonio Cultural. Casa Torre del Reloj - San José de Cúcuta

#### - QUINTA TERESA

Cuando se compró el lote, ya existía una casa de bahareque y teja, alindurada Con el estilo español colonial sevillana que tiene esta casa, se determinaron varias construcciones de la época: un gran patio central y su jardín, rodeada de amplios corredores, seguida de espaciosos cuartos, estilo que se generalizó en Cúcuta, fue concebida como residencia, convertida actualmente como centro cultural.

Para rescatar el inmueble y darle funcionalidad, se adelantaron tareas de recuperación de materiales y sistemas constructivos originales, el reforzamiento de la estructura de acuerdo a la normativa vigente de sismo resistencia.

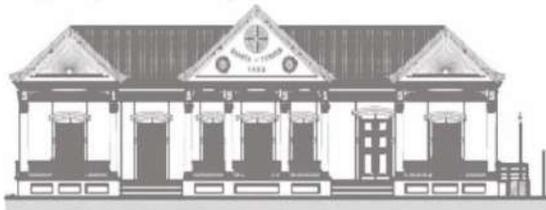
Se iniciaron los trabajos de recuperación para preservar la arquitectura republicana en la construcción se respetaron los muros de bahareque, pisos de baldosas de cemento pigmentado.



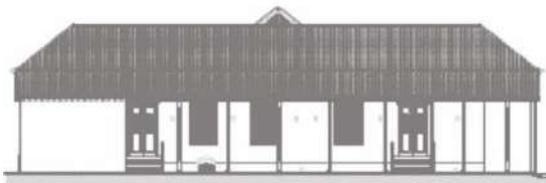
Figura 2.2.6.6.5 Localización Quinta Teresa

En su restauración Se realizaron obras de consolidación estructural en cimientos y muros de bahareque el mantenimiento y terminación de las obras de cubierta, la conformación del patio central con la ejecución de pilares nuevos de madera, así como la instalación de la cubierta en los corredores internos con estructura de madera y cama de caña, por otra parte, se le hicieron estudios arqueológicos (Patricia Ruan García Herreros).

Registro planimetrico quinta teresa



fachada principal



fachada posterior

fuente: issuu.com- habitar 267

Tipología constructiva bahareque

Detalle de la estructura del muro



encuentro en esquina

columna

encuentro en T

relleno

encuentro en +

trama bambú

corte de muro

lata de bambú de 5cm

clavo con chapa

relleno

enlucir

0,5 1,5 2,0 0,5

fuente: archdaily.com

Figura 2.2.6.6.6 Registro planimetrico quinta teresa

Registro fotográfico quinta teresa





fuente: Cronicascucuta

Figura 2.2.6.6.7 Registro fotográfico quinta teresa

- BIBLIOTECA PUBLICA JULIO PEREZ FERRERO

En sus inicios fue un hospital, el cual quedo devastado después del terremoto, sin embargo, fue una de las primeras edificaciones en ser reconstruida.

Localización biblioteca publica



fuente: elaboración propia

fuente: argis.com

Figura 2.2.6.6.8 Localización biblioteca publica

Dada su riqueza arquitectónica fue declarado Monumento Nacional y se iniciaron las obras de restauración. El edificio central de la avenida segunda conserva las estructuras de cimiento de calicanto que soportan los muros de tapia pisada del primer nivel siendo esto de suficiente espesor.

Originalmente el entre piso fue más alto que el actual, hoy conforman un amplio corredor donde se destaca la fachada. Interior con dobles arcadas, apoyándose las superiores sobre sendas de columna en madera de gran sección tallada y restaurada.

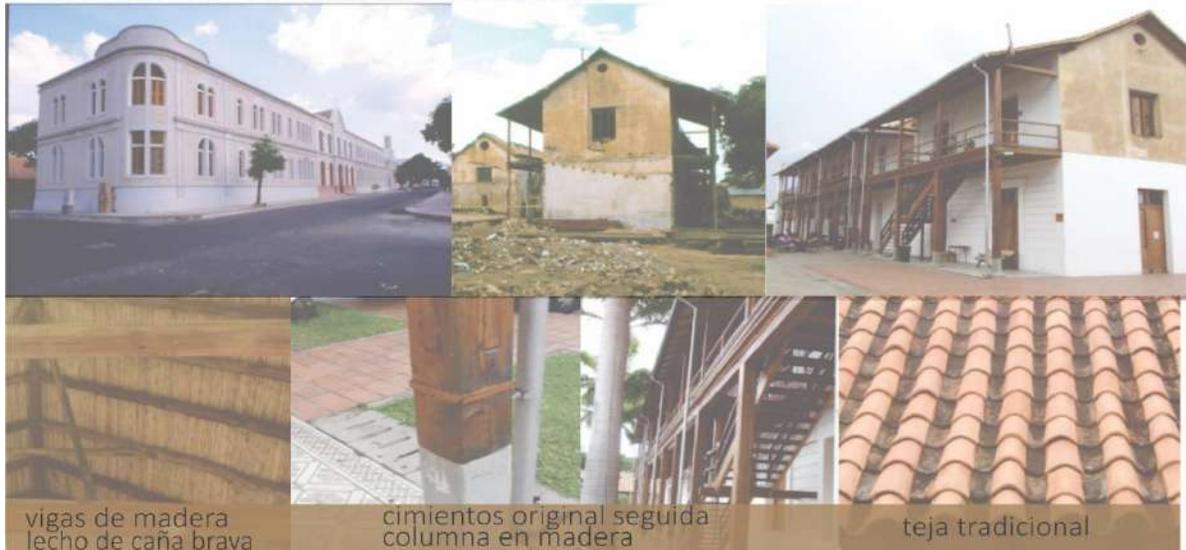
Registro fotográfico



Figura 2.2.6.6.9 Registro fotográfico

Su materialidad está conformada por teja tradicional, lecho de caña brava, tapia pisada, viga en madera rolliza, columna en madera, en su restauración e rescataron algunas características como, ventanas sin vidrio, techo muy alto, muro blancos amplios corredores, puerta alargadas, amarre entre columna y vigas.

Características rescatadas en la restauración



vigas de madera  
lecho de caña brava

cimientos original seguida  
columna en madera

teja tradicional

De acuerdo con el análisis que se ha ido realizando se puede observar la trascendencia que se tiene sobre el patrimonio histórico y como este de cierta manera no se ha equilibrado del todo en su medida, a pesar de estar la incidencia de la transformación en cuanto a los conceptos tradicionales para su conservación, siendo este mecanismo de conservación el que nos dará paso a obtener una gran diversidad cultural, por medio de estas construcciones que pasan de tener un valor material, llegando a tener un valor más cultural dejando una historia e identidad propia de cada lugar reviviendo estas técnicas de construcción tradicional que han sido de gran influencia a nivel global, permitiendo conservarlas y profundizando en su modo de empleo mejorando su técnica por medio de cierto factores que pueden ser estudiados con amplios corredores, puerta alargadas, amarre entre columna y vigas.

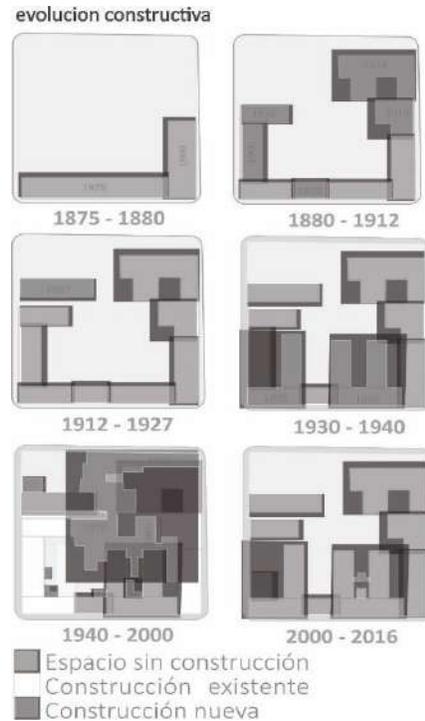


Figura 2.2.6.6.10 evolución constructiva

## 2.2.7 TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL MAS DESTACADAS

### 2.2.7.1 Adobe

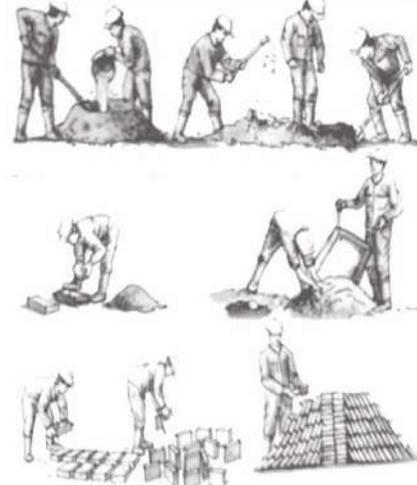
La técnica que se describe es parte de los sistemas constructivos que incluyen a la tierra como material predominante.

Su componente básico es el adobe y puede ser moldeado a mano gracias al estado plástico de la mezcla. Con adobe se puede materializar una gran diversidad de formas constructivas, rectas y curvas, esbeltas y de gran masa. Pertenece a las tradiciones constructivas que emplean materiales naturales de mayor antigüedad

Como sistema constructivo que emplea la tierra cruda, es uno de los más conocidos, utilizados y difundidos, empleado para construir cerramientos verticales (muros) y cubiertas de los edificios.

El material con el que se fabrica el adobe es básicamente una mezcla de tierra seleccionada, agua

proceso gráfico de elaboración del adobe



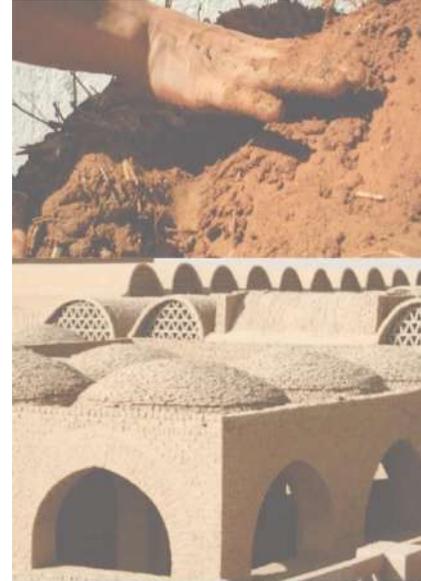
Se obtiene una pasta plástica se amasa y se deja reposar, la tierra se coloca en un molde rectangular hasta que se rellena y se desmolda, se dejan secar primero boca arriba y después lateralmente antes de apilarlos

Figura 2.2.7.1 Proceso gráfico de elaboración del Adobe

y fibras. Para construir tanto muros como cubiertas se emplea un mortero de barro con o sin fibras, con tecnología que varía de acuerdo a las costumbres y capacidades locales

#### Exigencias de diseño para la técnica

El adobe es un componente básico que se fabrica con una mezcla en estado plástico, moldeable sin necesidad de compresión, con auxilio de moldes, y que una vez seco se emplea como mampuesto trabado, unido por un mortero generalmente con una mezcla muy parecida a la del adobe, para paredes autoportantes, paredes portantes, arcos, bóvedas y cúpulas.



*Figura 2.2.7.1.1 nueva Gourná fabricado con adobe y diseñado por Hassan Fathy Egipto*

La técnica más difundida es la que utiliza moldes de madera de una o dos unidades, generalmente de formas rectangulares. El molde se llena con un barro que es preparado con suelos del lugar y agua, y en muchos casos tiene agregados naturales para controlar las fisuras.

Dentro de las técnicas más recientes, se encuentran los muros con adobes cuadrados reforzados al interior con cañas (Vildoso et al, 1984; Carazas Aedo, 2002; Rotondaro, 2008) y los adobes fabricados por extrusión mediante máquinas, que los van cortando en cintas transportadoras (Houben; Guillaud, 1984)

#### Ventajas

- Fácil de fabricar, secar y apilar.
- Material con capacidad aislante importante por su porosidad.
- Permite diversidad de formas y tamaños.
- Es reciclable en un 100%.
- Requiere mano de obra común y el equipamiento artesanal es muy económico.
- Se puede usar para construir muros, arcos, bóvedas y cúpulas.
- Hay abundancia de la materia prima

#### Desventajas

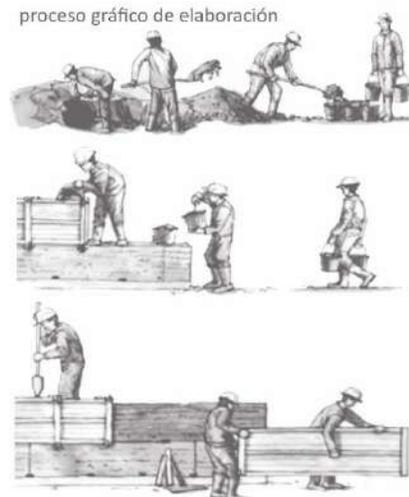
- Tiene resistencias a compresión, flexión y tracción bajas comparadas con las de un BTC y las de algunos mampuestos industrializados.
- La fabricación artesanal de la unidad requiere esfuerzo humano considerable y superficies amplias y aireadas para el secado.

- La calidad de la unidad está condicionada por el mezclado e hidratado del pastón en reposo, durante varios días (“dormir” o “dejar en reposo” el barro).
- En zonas afectadas por sismos la mampostería exige refuerzos y arriostres apropiados.

### 2.2.7.2 Tapia

La técnica que aquí se presenta es la de una pared de tierra compactada, tradicionalmente conocida como tierra apisonada o simplemente tapia. se define como tierra amasada y apisonada en un encofrado para formar muros monolíticos.

La técnica en este sistema, el suelo es debidamente preparado y compactado. Muchas veces, se añade alguna especie de aglomerante en la preparación de la tierra para mejorar aún más los parámetros de su estructura. El proceso de producción del muro, en pocas palabras, consiste en pulverizar el suelo, secar, tamizar, añadir aglomerante, según sea necesario, añadir agua hasta el contenido óptimo de humedad, colocarlo dentro de un molde, conocido con el nombre de tapial, y, finalmente, compactar hasta obtener la densidad máxima, mediante el uso de pisones manuales.



Se extrae la tierra del solar, se mezcla con tierra húmeda y polvorienta y se vierten en el encofrado. Se compacta la tierra mediante un pisón hasta que el sonido sea hueco, luego desmoldarlo

*Figura 2.2.7.2 Proceso gráfico de elaboración de la tapia*

#### Exigencias del diseño para construir en tapia

La tapia se caracteriza principalmente como elemento estructural moldeado en el sitio con elevada resistencia a la compresión y baja resistencia a la tracción. Por eso, se deben prever las debidas soluciones ya que la trayectoria de las fuerzas configura momentos de torsión, flexión o esfuerzos cortantes en el muro. La resultante de las fuerzas en las paredes de tapia siempre debe ser perpendicular a la superficie resistente. Se debe evitar que la pared de tapia reciba cargas horizontales.

#### VENTAJAS

- Tiene bajo consumo de energía en el proceso de producción.
- No necesita transportar materia prima y es reciclable, pues cuando se demuelen, las paredes vuelven casi por completo a su condición original de suelo.

- La tapia tiene excelente inercia térmica y permite el intercambio de humedad con el ambiente, garantizando así menor consumo de energía.
- Son monolíticas por lo tanto poseen una mayor estabilidad.

#### Desventajas

- Debilidad ante el agua
- Poca resistencia a sismos la tapia ofrece poca resistencia a los esfuerzos de flexión y de tracción.
- El agua es uno de los autores principales de degradación de los edificios.
- Los muros se deben secar completamente antes de apoyar la cubierta.
- Requiere de más mano de obra Los cimientos deberán estar impermeabilizados para evitar humedades.

La tierra como material de construcción tiene limitaciones estructurales y constructivas que condicionan el diseño arquitectónico. Es un material muy sensible a la acción de la humedad y en zonas como la nuestra con riesgo sísmico, las construcciones de adobes mal diseñadas y sin refuerzos, son frágiles y consideradas poco seguras. Requieren mantenimiento.

La carencia de normas, está asociada al autoconstrucción, la ausencia de intervención profesional, tanto en la etapa de proyecto como en la de ejecución. A desconocimiento de los ingenieros y arquitectos acerca de las tecnologías de la construcción en tierra y a la poca importancia en el ámbito de la investigación que se ha dado a este material.



*Figura 2.2.7.2 Proceso Muros Tapial o Tierra apisonada / Rammed Earth*

#### 2.2.7.3 Proceso de elaboración del adobe

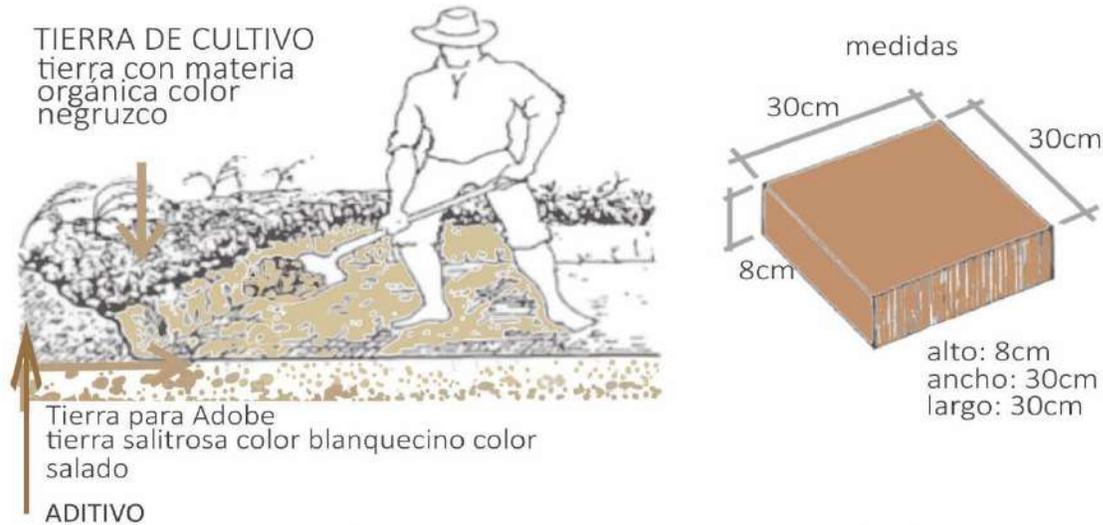
Se han añadido diferentes tipos de elementos o sustancias a la mezcla de tierra utilizadas en la elaboración de los bloques de adobe con la finalidad de mejorar sus características, existen registros que indican que los fabricantes de adobe buscan aumentar su estabilidad y resistencia frente al agua.

Fundamentalmente el adobe es una mezcla balanceada entre materiales finos y materiales gruesos, así como de agua. Gradación del suelo a utilizar para la elaboración de adobes



Figura 2.2.7.3 composición del adobe y principales fallas

### 2.2.7.3.1 Preparación de mezcla



Paja y una menor proporción de arena gruesa aditivos controlan la microfisuración durante la contracción por secado

Figura 2.2.7.3.1 Preparación de mezcla

### 2.2.7.3.2 Pruebas a realizar al adobe saber si tiene suficiente arcilla

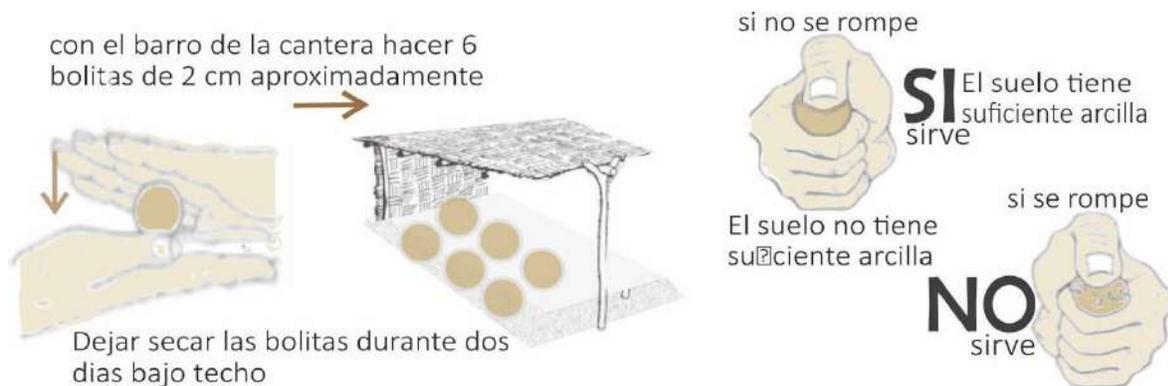


Figura 2.2.7.3.2 Pruebas a realizar al adobe saber si tiene suficiente arcilla

Puede ser tradicional, usando moldes sin fondos, vaciando la mezcla en el molde directamente sobre el tendal, o puede usarse también moldes con fondo permitiendo producir adobes más uniformes, resistentes y de mejor presentación.

Eliminar las piedras del suelo, después mezclar con agua y dejar dormir por 2 días.



Figura 2.2.7.3.2.1 molde para adobe

Agregar paja, 1 de paja mas 5 de barro



Mezclar la paja con el barro y amasarlo bien para hacer adobes de prueba

Sumergir el molde en agua antes de llenarlo



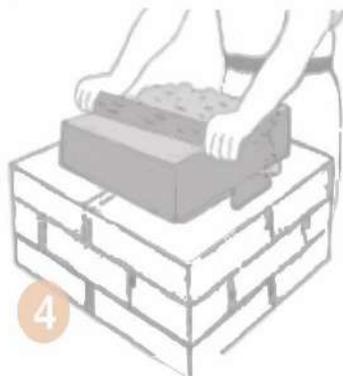
Espolvorear arena fina en el suelo dentro del molde para que no se pegue el barro



Arrojar el barro dentro del molde colocando en el suelo del tendal plano emparejarlo con las manos



Sacar con cuidado el molde para no deformar el adobe recién hecho



Emparejar la superficie con una regla de madera mojada



Figura 2.2.7.3.2.2 preparación y armado del adobe

### 2.2.7.3.3 Proceso de secado natural

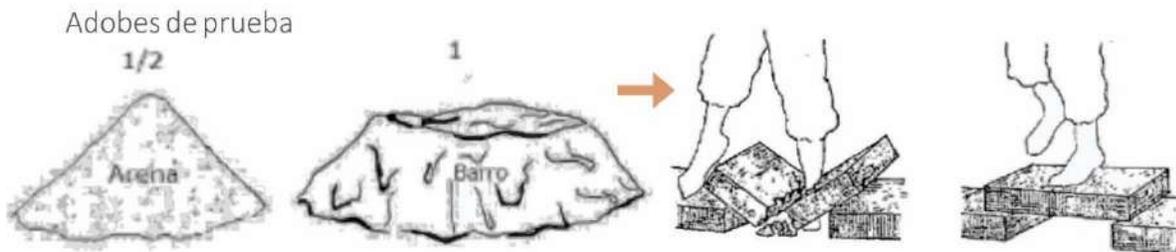


Figura 2.2.7.3.3 Proceso de secado natural

- Hacer varios adobes de prueba en el suelo y secarlos durante un día, si se rajan contienen mucha arcilla y se le debe agregar más arena gruesa al barro.
- Si a las 4 semanas el adobe de prueba no resiste el peso de un hombre se le debe agregar más arcilla



Figura 2.2.7.3.3.1 dorodando tierra cruda fuente: infobae

*“La tierra es el material que mejor regula la temperatura y la humedad que necesita el cuerpo humano”*

## 2.2.8 IDENTIFICACION DEL MATERIAL VEGETAL CUJI (PROSOPIS JULIFLORA)

### 2.2.8.1 Generalidades del cují (prosopis juliflora)

Es un tipo de leguminosa, familiar del frijol, del guisante, la caraota y el quinchoncho; perteneciente a la familia de las mimosáceas que se conoce con diferentes nombres según el país: Mesquite en México, pluma de oro en Cuba, manca caballo en Panamá, carbón en Costa Rica, algarrobo en Perú y Ecuador y cují en Venezuela y Colombia. (Cuentas, 2011). Conocido como aipia, por los wayuu de la guajira colombiana, también le dan el nombre de “jipía yoluja: árbol del diablo” porque según la mitología ancestral ahí reposan los espíritus malignos, por eso ellos no permiten que un cují crezca cerca de las casas, y es muy buscado por tormentas eléctricas en tiempo de lluvias (Amaya, 2012)

Es un Árbol que crece con una altura de 6 a 20 m, con fuste de 20 a 150 cm; también puede haber arbustos de 3 a 6 m de alto. Ramas con espinas geminadas o solitarias a veces ausentes y con raíces de crecimiento lateral. Presenta glándulas verdosas con poro apical en la unión de las pinnas, igualmente glándulas más pequeñas en unión de los foliolos. Las flores, son de color blanco verdosas, cáliz pentadentado, con pétalos libres, lineales agudos, 3 mm de longitud, 10 estambres libres, ovario estipitado, estilo filiforme; inflorescencia en racimos espiciformes, 9a 17 cm de longitud.

El fruto carnosos, y dulce, de color amarillo paja o amarillo marrón, comprimido, recto, extremo falcado, estipitado de 16 a 28 cm de largo por 1,4 a 1,8 cm de ancho por 6 a 10 mm de espesor, las semillas son ovaladas pardas, 6 mm de longitud por 5 mm de ancho. El tiempo transcurrido entre la floración y fructificación es de tres meses. Las semillas están protegidas por una cubierta dura y color amarillento. Produce de 300 a 800 Kg/na y anualmente de 3,000 000 a 10,000 Kg de fruto por hectárea (Conabio, 2002 “Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad”. *Prosopis Juliflora* (Sw.) DC.).



Figura 2.2.8.1: Árbol de cují(*prosopis juliflora*, flor y fruto de cují

Usos del cují (*Prosopis juliflora*) Los cujís son plantas rústicas que se desarrollan en zonas donde el agua de lluvia es muy escasa para la agricultura y la ganadería; el cultivo de los cujís es fácil y no requiere de grandes inversiones. Otras ventajas del cují es su potencialidad como planta ornamental, medicinal, como planta para reforestación de áreas sin vegetación y como protectora del medio ambiente



Figura 2.2.8.1.1: bosque de Árbol de cují (*prosopis juliflora*)

El cují posee características físicas que permiten hacer uso de esta leguminosa con eficiencia en cada aplicación, el cují posee gran variedad de aplicaciones entre ellas se encuentran:

Usos en la Alimentación: Las vainas y las semillas molidas convertidas en harina y combinadas con leche son empleadas en la alimentación humana empleándose como complemento alimenticio en la elaboración de pan, chicha, cerveza y miel, practica ingeniada y acostumbrada en la tradición de la etnia Wayuu (Cuentas, 2011 El trupillo, Los distintos usos.).



Figura 2.2.8.1.2: frutos de cují

Usos en Artesanías: La elaboración de artesanías a partir del maguey de cují, que es moldeable, debe pasar por un proceso de preparación para una mejor manejabilidad en el cual el maguey experimenta un lapso de remojo, luego de deshidratación y prolongadamente de destilación para el diseño determinado y lograr prototipos únicos. En la producción artesanal cabe destacar mochilas, chinchorros, accesorios (manillas, collares, fajones, etc.).

El corazón del cují (parte interna del fruto) machacado y hervido es usado en la obtención de un color gris el cual sirve para tinturar fibras para cestería; (Cuentas, 2011, El trupillo, Los distintos usos.).

Árbol de cují (*Prosopis juliflora*) conocido como cují Es una planta originaria de En Colombia es abundante en varias zonas semiáridas y zonas de bosque tropical con poca pluviosidad: en la costa Atlántica, las orillas del río Magdalena y los Llanos Orientales, esta especie es erróneamente considerada maleza indeseable y se combate por su agresividad y competencia con otras especies forrajeras (Correa y Bernal, 1995).

El árbol se desarrolla en zonas de precipitación escasa, a temperaturas altas e insolación intensa. Se presenta en climas cálidos y semicálidos, crece en suelos areno-arcilloso, salinos, rocosos, arenosos e incluso en dunas secas. Crece sin dificultad en suelos con pH de 6.5 hasta 10,4 (Conabio, 2002“Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad”. *Prosopis Juliflora* (Sw.) DC.).



Figura 2.2.8.1.3: flor del árbol de cují

Utilización del fruto del Cují (*Prosopis juliflora*) en la elaboración de medios de cultivos bacterianos. (Semarnat, 2002; La goma que exuda el tronco se usa como pegamento y para dar viscosidad a mezclas con polvos insolubles y pesados; la madera es de gran interés en la construcción y como combustible. El primer fructificación ocurre a los 21 meses y la producción media de frutos.

El crecimiento casi espontáneo del árbolde cují (*Prosopis juliflora*), el largo ciclo vital, permiten asociar esta especie con aplicaciones en el campo de la biotecnología, por lo que se puede tratar de darle un uso integral, enmarcado dentro del concepto "cero emisiones" (ZERI, Zero Emissions Research Initiative, Pauli, 1995). Pues innovar en medios de cultivo a partir de una planta de bajos requerimientos económicos para su cultivo y mantenimiento, y que su explotación involucre unas etapas de procesamiento simples, es una alternativa interesante desde el punto de vista económico (Díaz-+ Cenzález, 1997, Utilización del fruto del Cují (*Prosopis juliflora*) en la elaboración de medios de cultivos bacterianos. En: Revista científica (Maracaibo: Venezuela)

Parte	Proteína (g)	Grasa (g)	Carboh. (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)	Ca (mg)	P (mg)
Flor	21.0	3.2	65.8	15.5	10.0	1,310	400
Hojas	19.0	2.9	69.6	21.6	8.5	2,080	220
Frutos	13.9	3.0	78.3	27.7	4.8	--	--
Semillas	65.2	7.8	21.8	2.8	5.2		

fuentes: FAO1980

Tabla 2.2.8.1. Análisis bromatológico cují (*Prosopis juliflora*)

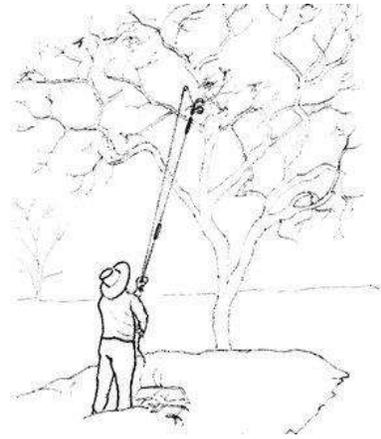
El género *prosopis* en América Latina y el Caribe. Leguminosa de producción anual estacional (de enero a marzo), planta con contenido proteico alto: entre el 14 y el 32% en sus hojas y de más del 30% en sus semillas, que junto a las vainas almacenan azúcares por lo que son dulces y apetecibles a los animales, además de almidones y

grasas, elementos que las hacen suplementos altamente energéticos y proteicos (Trujillo, 2009 Guía para la utilización de recursos forrajeros tropicales en la alimentación de bovinos).

#### 2.2.8.2 Técnicas de recolección

Los frutos maduros de *Prosopis*, o sea, vainas que son por lo general de color amarillento, pueden ser arrancadas directamente de un árbol en pie o recogidos del suelo.

Cuando son arrancados directamente de los árboles en pie, si sus ramas son bajas, vecinos al suelo, los frutos pueden ser quitados manualmente desde el suelo. Para árboles más grandes, se puede usar varas, dando golpes con cuidado a las ramas para que el fruto caiga. También se usan postes largos con tijeras, sierra, o ganchos de diversos perfiles, fijados en una extremidad, para arrancar los frutos de ramas más altas. Los árboles que son demasiado altos para ser cosechados con el empleo de varas deberán ser trepados. Sin embargo, para este trabajo será necesario personal entrenado y equipo adaptado, o sea, escaleras, ganchos para trepar y cinturones de seguridad.



*Figura 2.2.8.2 técnicas de recolección de frutos*



## CAPITULO III. FORMULACION

### 3.1 OBJETIVOS

#### 3.1.1 Objetivo General

Generar un nuevo material compuesto, con matriz, refuerzos, y aditivos naturales, reciclable y biodegradable

#### 3.1.1.2 Objetivos específicos

- Analizar las propiedades y características de un componente natural como la semilla del cují, para su uso como aglutinante del compuesto conocido como adobe
- Realizar pruebas de diseños de mezcla que permitan definir cuales mejoran las condiciones del adobe
- Elaborar un nuevo diseño de una pieza constructiva con el compuesto del adobe y el aglutinante propuesto, como alternativa de auto-construcción

### 3.2 ESQUEMA BASICO-PROPUESTA GENERAL

Analizando las proyecciones del impacto ambiental negativo ocasionado por los elementos utilizados para la construcción y el gran impacto generado por las actividades de fabricación de piezas afectando la calidad del aire, la morfología de los terrenos debido a las explotaciones de canteras por medio de las ladrilleras y por las cementeras semejante en sus etapas a las ladrilleras por sus grandes procesos de fabricación.

Es por estos factores que se considera la necesidad de iniciar una búsqueda de nuevos elementos constructivos o el mejoramiento de materiales tradicionales con la implementación de materiales de origen natural o el uso de residuos orgánicos e inorgánicos, estos como métodos innovadores con la finalidad de obtener productos que son las necesidades actuales y minimicen los impactos negativos al medio ambiente.

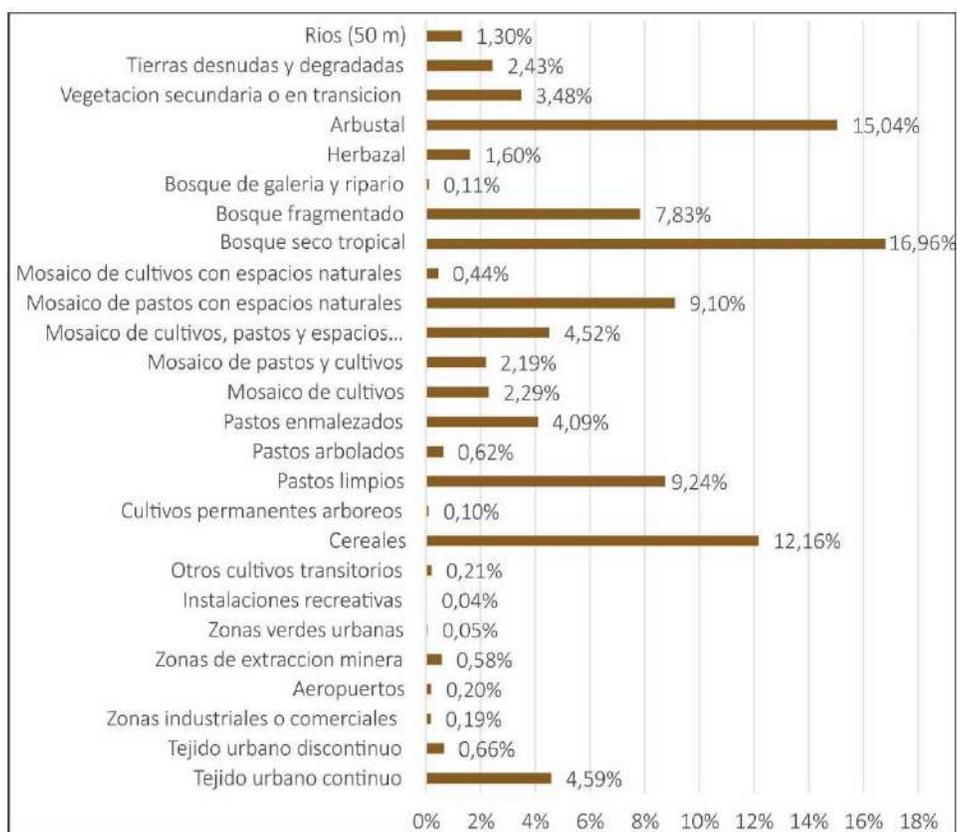
Por medio de la investigación realizada el municipio de Cúcuta se confirmó que los residuos más abundantes son los que derivan de los residuos orgánicos (ver tabla).

Así mismo se pudo evidenciar que en el área metropolitana de Cúcuta uno de los ecosistemas naturales más dominantes es el bosque seco tropical, dando a conocer uno de los árboles más representativos de la ciudad como lo es el cují.

Por este motivo se plantea trabajar el fruto del árbol del cují (*Prosopis juliflora*) como una alternativa aprovechable gracias a sus propiedades, con la intención mediante un estudio experimental aprovechar al máximo su fruto mediante un proceso de transformación en aglutinante, Incorporándolo en un material compuesto como lo es el adobe para ver qué beneficios le aporta a su composición.

COMPONENTE FISICO	TOTAL %
Orgánicos	62,9
Plásticos	14,9
Celulósico (Papel y Cartón)	7,2
Sanitario	4,4
Vidrio	3,5
Textiles	2,7
Cuero	1,97
Metales Totales	1,7
Escombros	0,46
Restos Hospitalarios	0,24
Pilas, baterías, etc.	0,08
Neumáticos	0,023

Tabla 3.2.1: componentes de residuos de Cúcuta fuente empresa de aseo de Cúcuta



Fuente: IGAC, 2014

Tabla 3.2.2: coberturas del suelo de Cúcuta

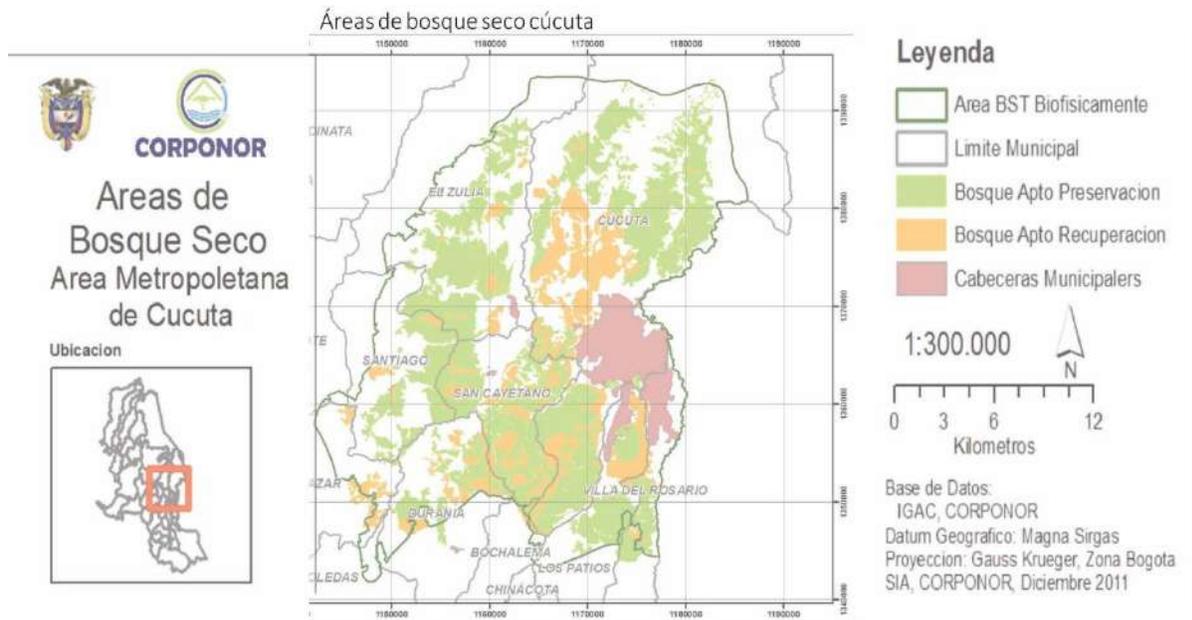


Tabla 13.2.2: Áreas de bosque seco área metropolitana de Cúcuta

Con el interés de lograr un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del municipio de Cúcuta. Viendo la necesidad de estudiar más a fondo un proceso de transformación del fruto con el fin de aprovechar su gran potencial de manera más eficiente posible. Fomentando el uso de recursos naturales con la integración de las técnicas de construcción tradicional en este caso del adobe, cómo alternativas para ayudar a mitigar el impacto medio ambiental negativo generado en el sector de la construcción. Conociendo que el cují prosopis juliflora según diversas investigaciones, produce su fruto con un alto valor nutritivo, dónde las investigaciones nos arrojan resultados como humedad 12.2% proteína 12.4% grasa 1.3% fibra 22% ceniza 3.2% carbohidratos 48.9%.

Con la idea de elaborar un nuevo diseño de una pieza constructiva en adobe, en la cual se incorpore el diseño de mezcla el agregado del aglutinante extraído de fruto de cují, para estudiar los comportamientos que este pueda generar en el material compuesto de adobe.

- ESQUEMA METODOLÓGICO

En busca de la orientación metodológica que será utilizada en la presente investigación, se determinó que el método a investigar esta enlazado a dos tipos. Se presenta el método analítico con cual indagaremos la problemática y se adquieren criterios válidos esencialmente al momento del procesamiento de la información recopilada, y de tipo cuantitativo porque La metodología cuantitativa utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar

hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población, En este sentido, el método cuantitativo de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010). manifiestan que usan la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías, además señalan que este enfoque es secuencial y probatorio.

- Diseño Metodológico

El tipo investigación que se realizara según su nivel es de dos tipos investigación descriptiva, investigación exploratoria. La investigación descriptiva según Tamayo Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos, según Carlos sabino es aquella que trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta.

El tipo investigación exploratoria, es considerada como el primer acercamiento científico a un problema de un asunto desconocido o sobre el que no se ha investigado lo suficiente. El tipo de investigación es exploratorio, en la que se analizaran las propiedades y características de diseños de mezcla de adobe tierra cruda – en relación con un componente natural como la semilla del cují, para su uso como aditivo aglutinante del adobe, en función de la concentración de éste.

Es exploratoria, pues se evaluarán dichas propiedades en función de la concentración de resina orgánica aglutinante de base, en este caso seleccionado el tamiz # 200 como filtro de selección de la materia prima que sería la tierra cruda, posterior mente agregándola a la matriz del aditivo aglutinante natural fruto del cují. de resina de biopolímeros.

#### Población y Muestra

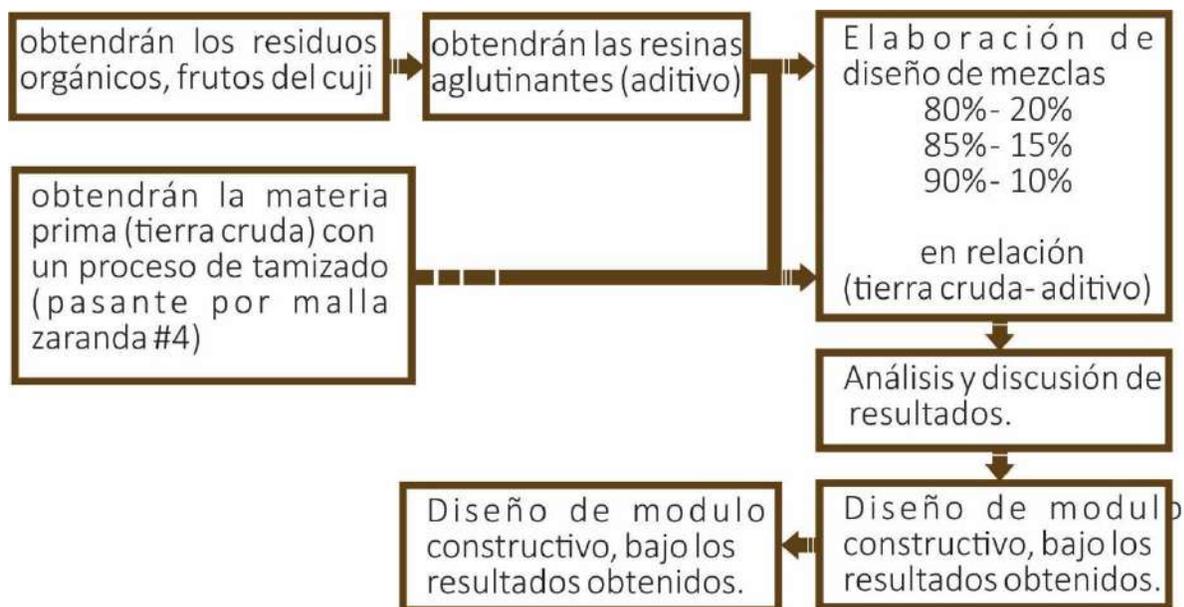
- Población: Según Tamayo y Tamayo, (1997), "La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación"
- Muestra: Según Tamayo, T. Y Tamayo, M (1997), afirma que la muestra " es el subgrupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno.

La población y muestra para esta investigación se dará de la siguiente manera.

- Población: Material base adobe (tierra cruda), los residuos orgánicos frutos del cují de bases granulares del área metropolitana de Cúcuta, resinas de biopolímeros, para determinar la influencia en el comportamiento del adobe, logrando los resultados de forma directa.
- Muestra: Se realizan pruebas de diseños de mezcla de bases granulares de tierra pasante por el tamiz No. 200, y aditivo aglutinante de fruto de cují en proporciones de 80-20%, 85-15% y 90-10%. En relación aditivo-aglutinante de cují

Técnicas e instrumentos para la recolección de información.

- Fuentes Primarias. se considera el trabajo de campo, recolección de materia prima, material vegetal cují, las pruebas de los diseños de mezcla.
- Fuentes Secundarias. Corresponden a artículos científicos, investigados con bases de datos on-line, consultadas desde la plataforma de la biblioteca de la Universidad de Pamplona extensión villa de rosario, redalyc, scielo, google academico, bdigital.unan.edu.co



### 3.3 PROPUESTA

#### 3.3.1 Obtención del material vegetal

- Obtención del fruto de cují para la extracción del aglutinante.
1. Recolección y selección de frutos para la muestra: se recolectan los frutos(vainas) del cují que van a ser procesados, estos se obtendrán en estado fresco directamente del árbol, un día antes de llevarse a cabo el proceso de transformación, posteriormente se hará la selección de los frutos, descartando aquellos en los cuales se observe alguna irregularidad, como picaduras, hongos entre otros.
  2. Peso inicial del fruto seleccionado: se debe registrar los pesos de bandejas a utilizar y el peso obtenido para la muestra a procesar

- Obtención del aglutinante (aditivo) del fruto del cují

1. Molienda: después de seleccionado los frutos del cují y tener el peso inicial, se corta a la mitad y pasamos a la etapa de transformación en aglutinante, para ello los frutos pasan a un proceso de molienda mediante un molino eléctrico pequeño.

2. Cocción: una vez pasada la fase de molienda del fruto de cují para el estudio se pasa a un proceso de cocción en un recipiente a presión del resultado de la molienda para la extracción del aglutinante. donde mediante investigaciones anteriores Se encontró que corresponde un tratamiento térmico a  $115^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y 40 min. VILLANUEVA (2006) en este trabajo de investigación se realizó la "Evaluación de un extracto azucarado procesado a partir del fruto del cují (Prosopis juliflora).



Figura 3.3.1 referente de aglutinante

3. Tamizado: se deja enfriar el resultado obtenido del proceso de cocción hasta que sea posible manipular aproximadamente unos 20 min. se pasa por un tamiz # 200 para la extracción del aglutinante.

### 3.3.2 Obtención del material Tierra cruda

- Obtención de la materia prima Tierra cruda

1. Excavación para la obtención del suelo (tierra-cruda): Para la obtención del suelo se tuvo en cuenta lo descrito en el artículo de investigación de “Guerrero, L. (2007) Arquitectura en tierra: Hacia la recuperación de una cultura constructiva. Apuntes, vol.20” en el cual nos hace énfasis que el material básico para la edificación con tierra cruda proviene de la excavación del terreno a una profundidad adecuada. Encontrándose entre los 50 cm y 2m de profundidad. Siendo la más adecuada por poseer una variedad granulométrica que permite mantener estables los suelos al modificar sus condiciones con humedad.



*Figura 3.3.2 referente de obtención de tierra cruda*

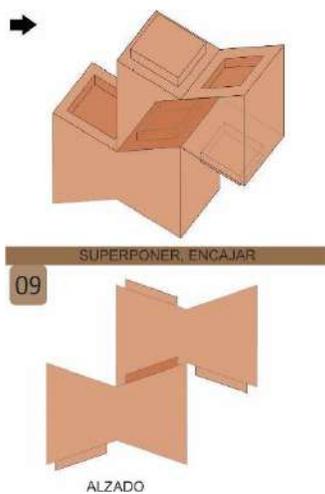
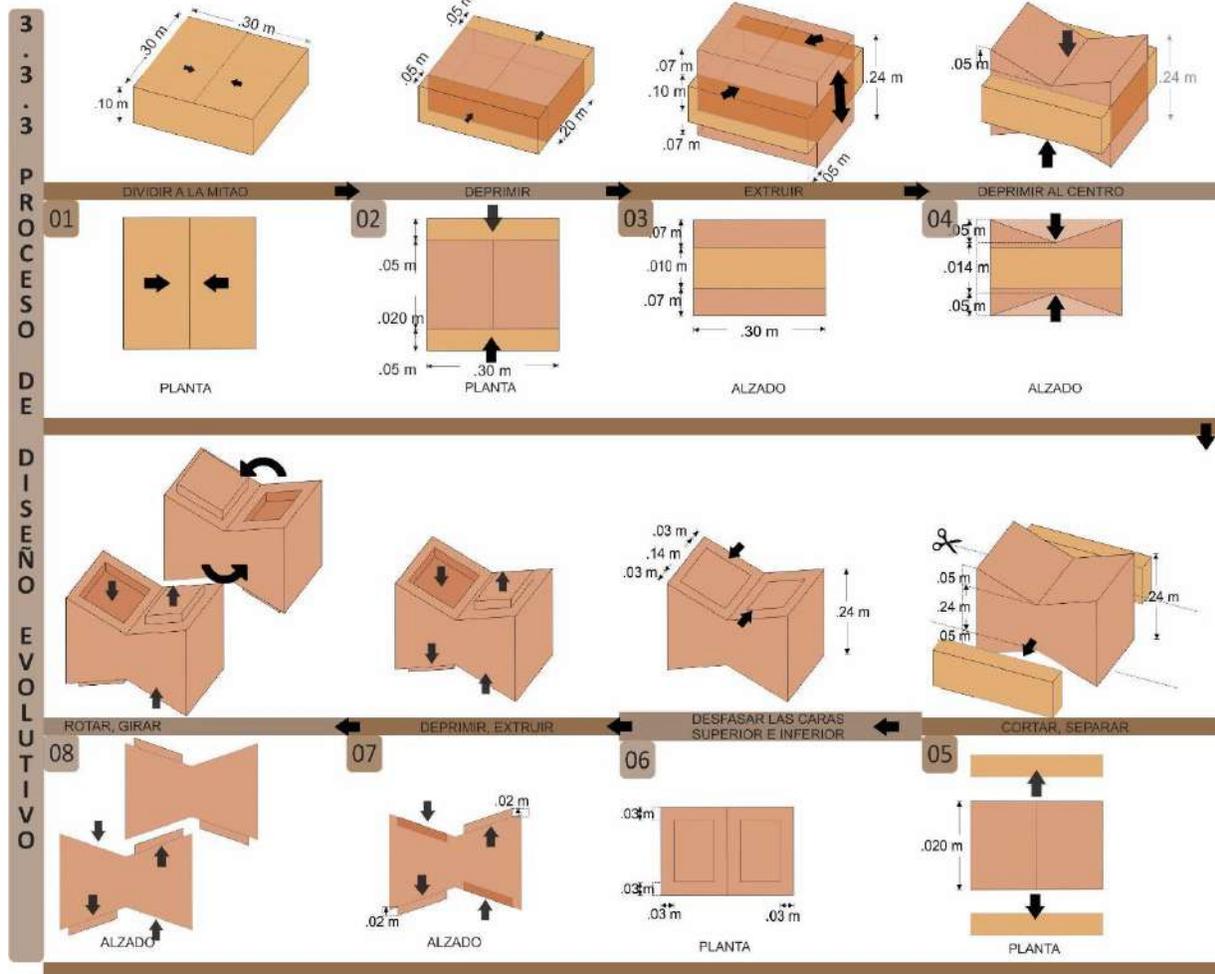
2. Tamizado: Después de la excavación para la obtención del suelo (tierra seca) adecuado, se pasó la tierra obtenida a un segundo paso de tamizado (pasante por malla N°4) para evitar la presencia de material orgánico, piedras y de partículas que no cumplan con la granulometría.

- Elaboración de diseño de mezclas

1. Mezclas de adobe en relación con aditivo (aglutinante de cují): en este proceso contando con las materias primas a utilizar se realiza un diseño de mezclan en relación adobe - aditivo, teniendo en cuenta que el adobe cuenta con tierra, arena, paja y agua. y posteriormente el agregado aditivo del aglutinante extraído del fruto de cují anteriormente mencionada. con el fin de estudiar que comportamiento aporta este al adobe tradicional. diseños de mezcla a estudiar de 90% - 10%, 85% - 15%, 80% - 20%.

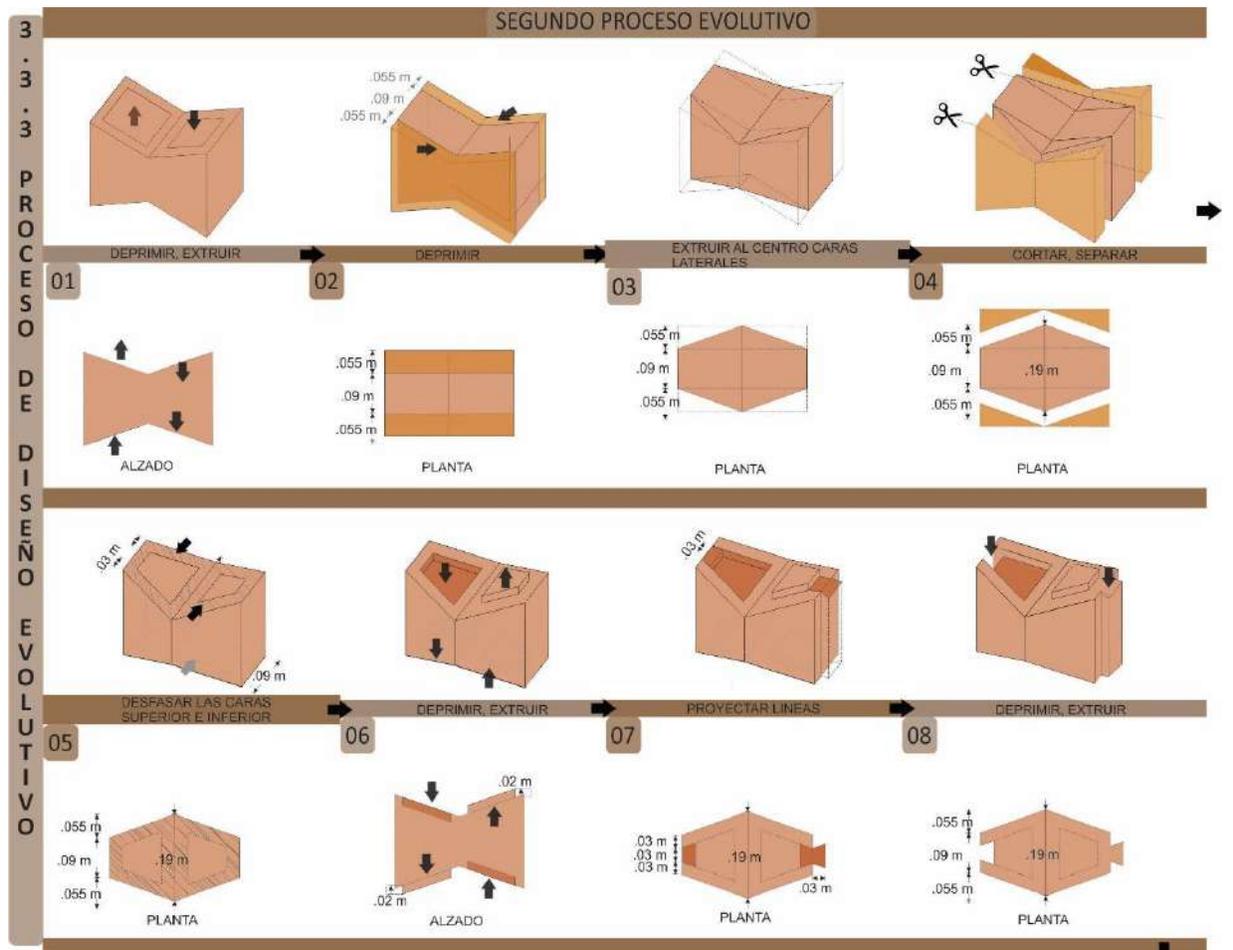
Diseño de unidad constructiva: partiendo de las medidas estándar de un ladrillo de adobe tradicional se empieza un proceso de diseño para una nueva unidad constructiva de adobe.

### 3.3.3 Proceso de diseño evolutivo

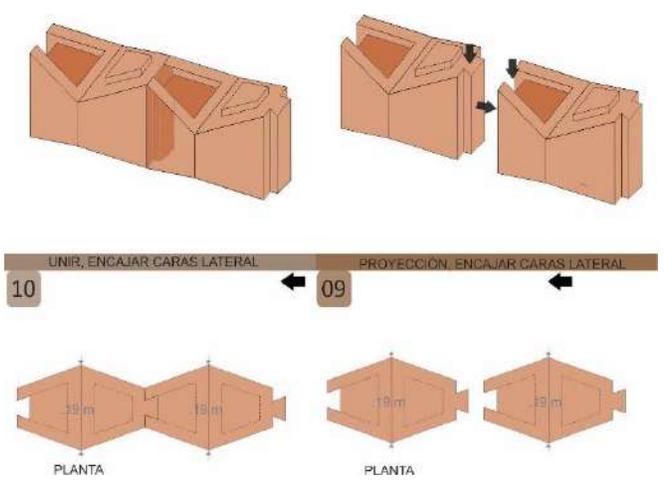


En la elaboración del proceso de diseño de una nueva pieza constructiva de adobe. Se inició con las medidas de un adobe tradicional de 30cm x 30cm x 10cm, a la cual se le fueron haciendo modificaciones a partir de la misma, se inició proyectando una línea a la mitad, deprimiendo dos de sus caras laterales reduciendo la medida a 20cm de ancho, seguido de una extracción de las caras superior e inferior, haciendo una depresión en el centro, un desfase de las caras superior e inferior, buscando deprimir una y extrudir la otra cara del resultado obtenido, generando una pestaña tipo ensamble al poner una pieza sobre otra, dando una forma de dos tipo trapecios invertidos.

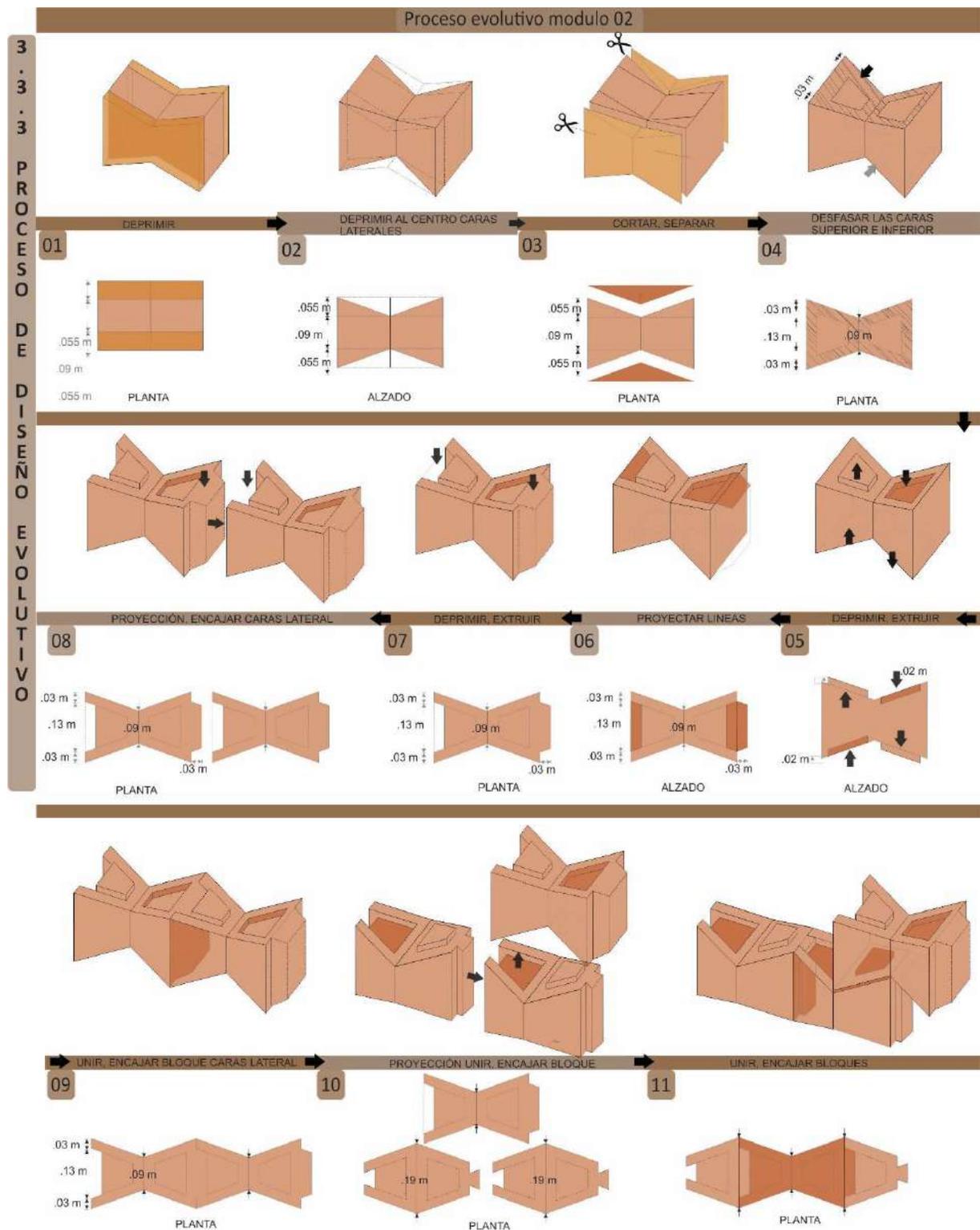
Después de observar el resultado obtenido, y pensar en cómo podría funcionar, al ver que sus caras frontales daban un aspecto plano, se pensó en seguir transformando la misma con el fin de dar una fachada diferente.



En este segundo proceso de evolución de diseño, se realizó una extrusión de 5 cm en el centro de las caras frontales de la pieza formando un tipo rombo, evolucionando de igual modo las pestañas del ensamble de acuerdo a la forma proyectada de la pieza en planta, así mismo se pensó en cómo hacer que sus dos caras laterales proyectaran un ensamble al juntar don piezas. para ello se proyectaron las líneas de las pestañas y seguir dando continuidad a la misma forma de la pieza, dando como resultado un

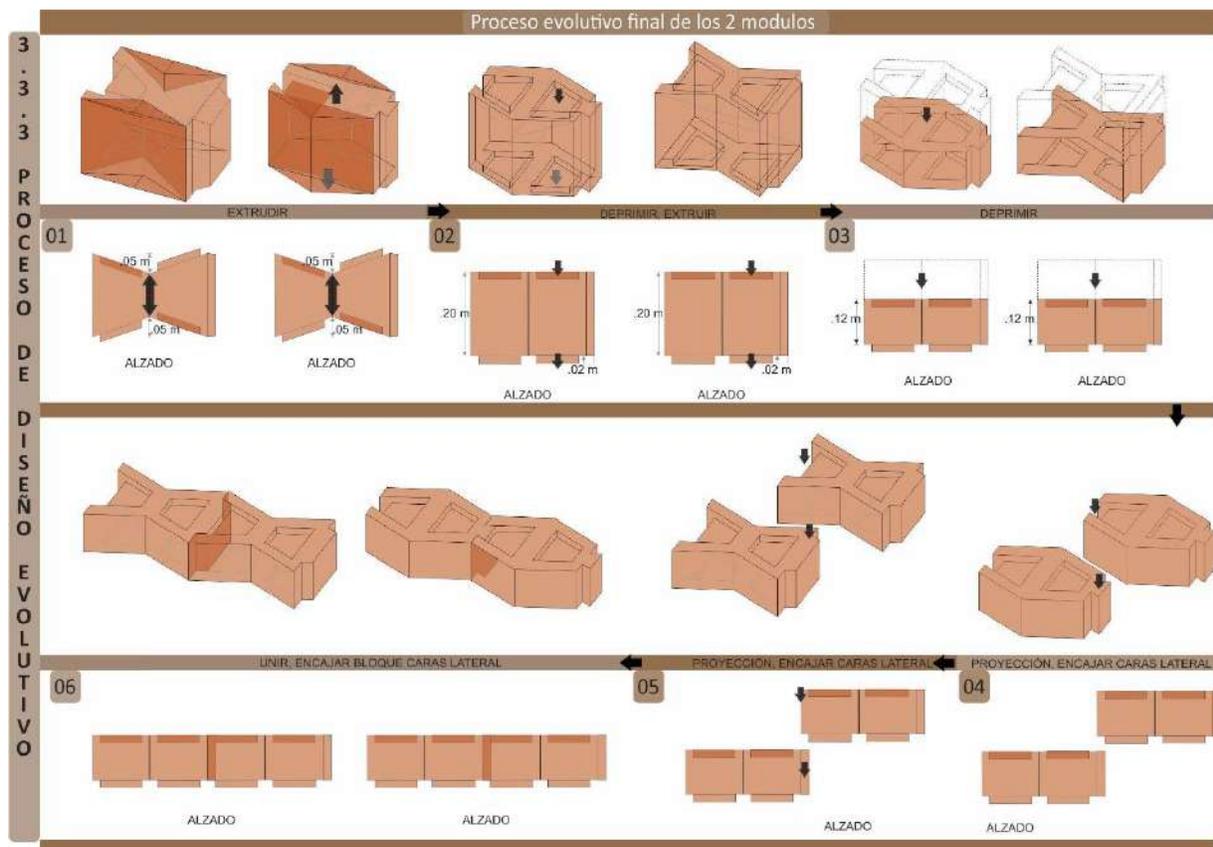


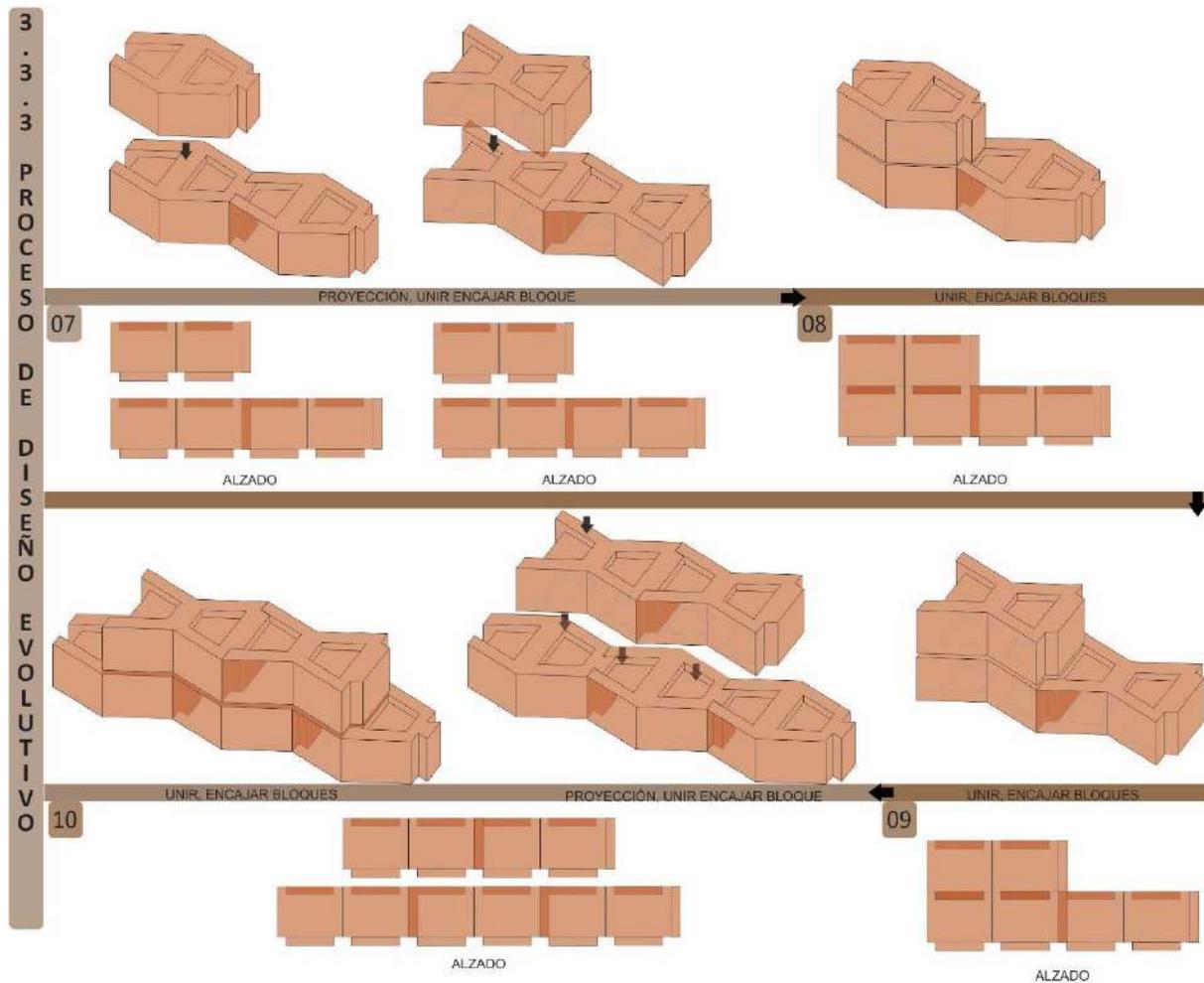
ensamble lateral encajando de arriba hacia abajo. En este resultado se observó que la pieza necesita otro modulo para poder ser apilada ya que con la misma no funcionaria.



Seguimos dándole evolución al diseño de la pieza, de acuerdo al resultado anterior. Dando paso a un segundo diseño del módulo, con el fin de poder apilar el resultado obtenido anteriormente.

Para ello se tomó el primer proceso evolutivo, y a partir del mismo dar una segunda forma, en este segundo módulo se fue haciendo el mismo proceso evolutivo, pero de forma invertida, es decir si en el anterior se dio una extrusión en el centro de las caras frontales, en este se deprimió con una medida de 5cm, seguidamente del proceso de las pestañas de ensambles de las demás caras. observando el resultado, se pudo definir que el diseño de la 2 pieza se encaja sobre la 1 entrelazándose al momento de armar un muro. Teniendo en cuenta que para el armado del adobe este debe tener una cara plana de soporte para el proceso de secado, se siguen evolucionando los módulos.





Después de ir observando el proceso evolutivo de diseño para llegar a la pieza adecuada finalmente.

Se siguió realizando la evolución de las dos piezas a la par, con el fin de generar el diseño más apropiado para la elaboración de adobe, para ello se hizo una extrusión de las caras superior e inferiores, generando una superficie plana en las mismas, pensando en las caras de soporte que debe tener la pieza para su secado natural, de igual modo se modificó los ensambles superior e inferior que se encontraban invertidos como se puede ir observando en los gráficos, para ello se decidió dejar tanto la extrusión y depresión hacia una misma dirección, por otra parte observando que el tamaño de la pieza tenía una altura de 24cm, esta se redujo a una altura de 12cm, con 19cm de ancho en el lado más ancho y 9cm en el lado más angosto, con las pestañas de ensamble inferiores de 2cm de alto, y las pestañas de ensamble lateral con 3cm salientes.

### 3.4 DETALLES E INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

#### 3.4.1 Detalles del análisis de resultados de la extracción del aglutinante

Obtención del fruto de cují para la extracción del aglutinante.

1. Recolección y selección de frutos para la muestra: la primera etapa del proyecto consistió en la recolección y selección de frutos de cují para la muestra, los cuales fueron recolectados de árboles de cují (prosopis, juliflora) del anillo vial occidental del área metropolitana de Cúcuta. los frutos recolectados fueron tomados directamente del árbol, en estado maduro (color amarillo) y que 'mostraron un aspecto y estado saludable, Luego fueron seleccionados los frutos descartando aquellos que se observaban con irregularidades como picaduras, y cualquier otro que pudiese afectar la muestra.

Luego de recolectar y seleccionar los frutos obtenidos del árbol pasamos a pesar las cantidades obtenidas de la selección para la obtención del aglutinante, cantidad de 505g de frutos de cují (figura 3.4.1)



Figura 3.4.1: fruto de cují seleccionado

Obtención del aglutinante (aditivo) del fruto del cují

En este paso luego de tener los pesos de los frutos de cují seleccionado, estos fueron cortados a la mitad para dar paso al proceso de molienda para la transformación en aglutinante, para ello se dividió ésta en diferentes fases, mismas que a continuación son descritas:

1. a). Molienda proceso 1: en este proceso se realizó la molienda de frutos o vainas de cují una vez seleccionados en estado fresco mediante un molino eléctrico pequeño, después de cortados a la mitad (fig. 3.4.1.1) para una mejor molienda, con una cantidad de 505gr de frutos, en este proceso se obtuvo un resultado de fibra y mazacote jugoso y viscoso



Figura 3.4.1.1: fruto de cují seleccionado cortado a la mitad

### 3.4.1.1 Detalles del proceso de molienda



Figura 3.4.1.2: proceso de molienda del fruto fresco



Figura 3.4.1.3: inicio de molienda



Figura 3.4.1.4: resultado viscoso



Figura 3.4.1.5: residuos de fibra al interior del molino



Figura 3.4.1.6 fruto molino compactado en molino por valor de fibra



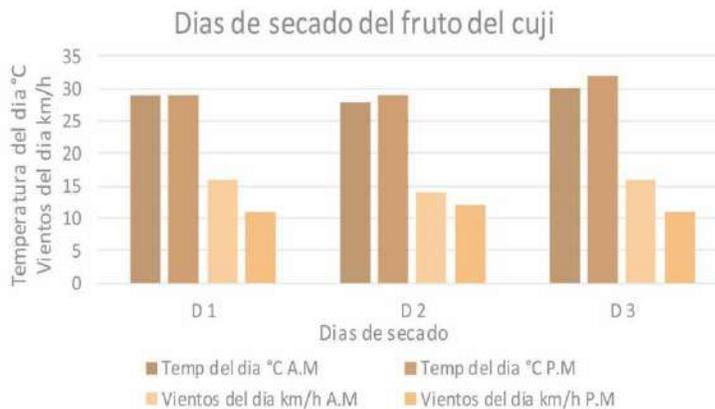
Figura 3.4.1.7 resultado de fibra viscosa después de molienda

### 3.4.2 Detalles de los días de secado al sol del fruto de cují

1. b).Molienda Proceso 2: es este segundo proceso se tomaron los frutos de cují después de seleccionados en una cantidad de 1kg y pasaron a una etapa de secado al sol natural durante de 3 días consecutivos, inicialmente después de recolectado y seleccionar el fruto, estos fueron expuestos en el suelo sobre una lona negra para el secado al sol natural iniciando el proceso a tempranas horas del día aprovechado de mejor manera el sol disponible para la muestra, empezando entre las 7 a.m. a las 5 p.m. Durante un periodo de 10 horas al día, teniendo en cuenta la temperatura del día y la velocidad del viento. teniendo en cuenta las referencias encontradas en estudios anteriores. En el cual el día 1 estuvieron expuestas a una temperatura del día de 29°C, viento de 16 km/h (fig. 3.4.2), el día 2 estuvieron expuestas a una temperatura del día de 28°C, viendo de 14km/h en horas de la mañana con velocidad del (fig. 3.4.2.1) y una temperatura de 29°C viento de 14km/h en horas de la tarde (fig. 3.4.2.2), el día 3 estuvieron expuestas a una temperatura del día de 30°C, vientos de 16km/h en horas de la mañana y una temperatura de 32°C, y vientos de 11km/h (fig. 3.4.2.3 y 3.4.2.3.1).



Figura 3.4.2: extendiendo los frutos sobre lona al sol día 1 temperatura 29°C



Gráfica 3.4.2: temperatura días de secado del fruto de cují

TEMPERATURA DEL DIA °C Y VIENTOS				
DIAS DE SECADO DEL FRUTO DE CUJÍ				
PARTES DEL DIA		D 1	D 2	D 3
Temp del día °C	A.M	29	28	30
	P.M	29	29	32
Vientos del día km/h	A.M	16	14	16
	P.M	11	12	11

Tabla 3.4.2: temperatura del día secado del fruto de cují



*Figura 3.4.2.1: día 2 en horas de la mañana temperatura 28°C*



*Figura 3.4.2.2: día 2 en horas de la tarde temperatura 29°C*



*Figura 3.4.2.3: día 3 en horas de la mañana temperatura de 30°C*



*Figura 3.4.2.3.1: día 3 en horas de la tarde temperatura de 32°C*

Observando una variación de la temperatura de cada día al estar expuestas al sol, observando que el fruto tuvo un cambio en su estado natural al perder humedad, la cual será observada en la variación del resultado de la etapa de molienda.

Después de pasar los frutos por un proceso de secado natural al sol durante un periodo de 10 horas al día, por 3 días consecutivos, estos pasan posteriormente por un proceso de molienda, donde se puede observar una variación diferente al proceso anterior, obteniendo como resultado de la molienda un residuo tipo harina con fibras de

pequeñas dimensiones, y menor viscosidad debido a la exposición de secado (fig. 3.4.2.4 y 3.4.2.5)



*Figura 3.4.2.4: proceso de molienda del fruto en secado natural*



*Figura 3.4.2.5: resultado obtenido de la molienda*

2. Proceso de cocción del 1 proceso de molienda del fruto: luego de haber obtenido los resultados del proceso de molienda de los frutos en estado fresco se da inicio al proceso de cocción del fruto para la extracción del aglutinante en este proceso se probaron los siguientes procedimientos del resultado obtenido en el proceso a). de la molienda. Para dar inicio en al proceso a). se tomó un recipiente a presión en el cual se colocó el resultado de los frutos una vez molidos en estado fresco en una cantidad de 500g para 1500 lt de agua, luego de poner los componentes dentro del recipiente y mezclar con el agua, se da inicio el proceso de cocción, teniendo en cuenta las referencias de un estudio anteriormente realizado en el cual Se encontró que corresponde un tratamiento térmico a  $115^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y un periodo de cocción durante 40 min de exposición al fuego, para la extracción del aglutinante del fruto cují.



*Figura 3.4.2.6: recipientes a utilizar*



*Figura 3.4.2.7: fruto molido mezclado con agua para proceso de cocción*



*Figura 3.4.2.8: proceso de cocción*



*Figura 3.4.2.9: revisando la cocción después de 15min*



*Figura 3.4.2.10: proceso de cocción terminado*

3. Tamizado proceso 1: después del proceso de cocción del fruto de cují, se procede a dejar enfriar el resultado obtenido del proceso de cocción hasta que sea manejable, aproximadamente por un periodo de unos 20 min y se da inicio al proceso de tamizado para extracción del aglutinante, pasando por un tamiz #200 separando la fibra del resultado del aglutinante obtenido durante la cocción.



*Figura 3.4.2.11: tamizado para extracción del aglutinante después del proceso de cocción*



*Figura 3.4.2.12: extracción del aglutinante*

Se pudo observar que se obtuvo como resultado del proceso de cocción del fruto de cují del proceso 1, un aglutinante de color tipo café con una textura, viscosa y suave al palparlo y sentirlo en las manos, notando una apariencia agradable. Por otra parte la separación del contenido de fibra del mismo.



*Figura 3.4.2.13: aglutinante obtenido del fruto de cují, proceso 1 en estado fresco, luego de la cocción*

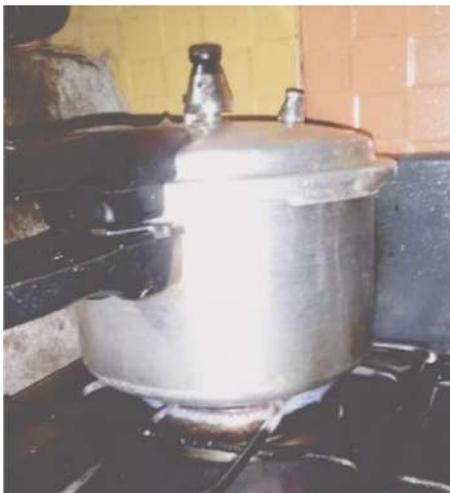
4. Proceso de cocción del 2 proceso de molienda del fruto: luego de haber obtenido los resultados del proceso de molienda del fruto, después de haber estado por un periodo de 10 horas durante tres días consecutivos en secado al sol al natural. se da inicio al proceso de cocción del fruto de esta segunda muestra y observar la variación que genera en la extracción del aglutinante, en este proceso se probaron los siguientes procedimientos del resultado obtenido en el proceso b). de la molienda. Para dar inicio en al proceso b. se realizó el mismo proceso aplicado a la cocción del 1 proceso de molienda, por lo tanto se tomó un recipiente a presión en el cual se colocó el resultado de los frutos una vez molidos en estado fresco en una cantidad de 500g para 1500 lt de agua, luego de poner los componentes dentro del recipiente y mezclar con el agua, se da inicio el proceso de cocción, teniendo en cuenta las referencias de un estudio anteriormente realizado en el cual Se encontró que corresponde un tratamiento térmico a  $115^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y un periodo de cocción durante 40 min de exposición al fuego, para la extracción del aglutinante del fruto cují.



*Figura 3.4.2.14: fruto molido*



*Figura 3.4.2.15: fruto molido mezclado con agua para proceso de cocción*



*Figura 3.4.2.16: proceso de cocción*



*Figura 3.4.2.17: revisando la cocción después de 15min*

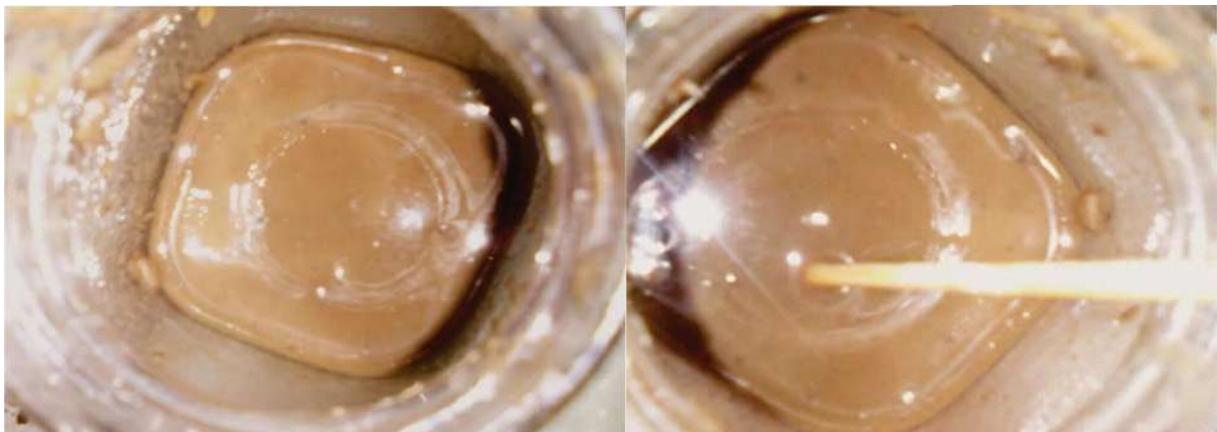


*Figura 3.4.2.18: proceso de cocción terminado*

5. Tamizado proceso 2: después del proceso de cocción del fruto de cují del 2 proceso de molienda que estuvo expuesto a secado al sol, se procede a dejar enfriar el resultado obtenido del proceso de cocción hasta que sea manejable, aproximadamente por un periodo de unos 20 min y se da inicio al proceso de tamizado para extracción del aglutinante, pasando por un tamiz #200 separando la fibra del resultado liquido del aglutinante obtenido durante la cocción.



*Figura 3.4.2.19: tamizado para extracción del aglutinante después de cocción*



*Figura 3.4.2.20: resultado obtenido de la extracción del aglutinante*

Una vez obtenido los resultados del aglutinante extraído de los frutos del cují, después de su proceso de transformación, se pudo observar que se obtuvo como resultado del proceso de cocción del fruto de cují del proceso 2, un aglutinante de color tipo café más oscuro, una textura con un grado de menor viscosidad al momento de palparlo y sentirlo en las manos, sintiéndose este mas acuoso, y notando una apariencia diferente al primer resultado de cocción del proceso 1. Por otra parte, obteniendo el resultado de la separación de fibra sobrante del proceso de tamizado.

### 3.4.3 Obtención de la materia prima suelo- tierra cruda

Se obtuvo el material (suelo) del patio de la casa residencial ubicada en el área metropolitana de Cúcuta, en la zona de atalaya del barrio motilones. donde se realizó el estudio de trabajo debido a la situación de pandemia.

Ubicación de la casa residencial

Departamento: norte de Santander

Municipio: Cúcuta

Comuna: 7

Barrio: Motilones parte baja

#### 3.4.3.1 Excavación

En este paso teniendo en cuenta lo descrito en el artículo de investigación de “Guerrero, L (2007)” en el cual nos dice que para obtener el tipo de suelo adecuado para adobes debemos hacer una excavación entre los 50 cm y 2 m de profundidad, siendo este tipo de suelo el más adecuado por poseer una variedad granulométrica, permitiendo mantener estables los suelos al modificar sus condiciones con humedad y que finalmente se debe evitar el uso de la capa superficial conocida como suelo orgánico ya que en ella se entremezclan todo tipo de restos de origen animal y vegetal, en la cual su comportamiento futuro es impredecible, por las posibles afectaciones que pueda generar en los elementos.

Seguidamente de haber terminado de limpiar el lugar se procedió a excavar unos 50cm de profundidad para llegar al suelo adecuado referenciado en el artículo de investigación anteriormente mencionado, del cual se extrajo un suelo de un color medio rojizo, con una buena granulometría, la cual pasara por un proceso de tamizado.



*Figura 3.4.3.1: limpieza del lugar a excavar*



*Figura 3.4.3.1.1: inicio de la excavación para la extraer la tierra*



*Figura 3.4.3.1.2: excavación de 50 cm*



*Figura 3.4.3.1.3: suelo extraído de la excavación*

### 3.4.3.2 Tamizado

Este proceso de tamizado se llevó a cabo luego de obtener los suelos extraídos de la excavación, para ser pasado por una malla zaranda #4, para evitar el paso de impurezas como material orgánico, piedras o cualquier partícula presente que no cumpla con la granulometría adecuada en la utilización para los diseños de mezcla de elaboración del adobe con aglutinante.



*Figura 3.4.3.2 tamizado por malla zaranda #4*



*Figura 3.4.3.2.1 tamizado por malla zaranda #4*



Figura 3.4.3.2.2 resultado obtenido del tamizado

### 3.4.4 Composición del suelo

Para el tipo de suelo obtenido del terreno se debe hacer unas pruebas caceras muy sencillas para saber si la Tierra es bueno para los adobes, para ello primero se hizo una prueba de llenado en un frasco de vidrio con cuatro dedos de arena y agua hasta el topo, luego se agito el frasco con el fin de separar la partículas existentes en la tierra, y se dejó reposar durante un periodo, para observar las diferentes existentes en la tierra, como arena, arcilla, limo y lo que queda flotante en la superficie materia orgánica.

Luego de ellos se realizó una segunda prueba más conocida como el rollito o churruto, se hace con el fin de conocer la cantidad de barro que contiene la tierra y si es adecuada o no para el uso en adobes.



Figura 3.4.4: prueba de sedimentación de la tierra obtenida para la muestra de adobe

De esta manera se procedió a tomar un poco de la Tierra seleccionada en la mano y se le fue agregando poco a poco agua hasta que fue formando un rollito de aproximadamente 20 cm de largo y un diámetro de un 1 cm, luego se puso sobre una superficie plana y se fue dejando caer al vacío para observar en qué medida se rompía. Dando como resultado en la 1 muestra del rollito una rotura a los 8 cm de y el 2 rollito con una rotura a los 6,5 cm, como se muestra en la (fig 3.4.4.1, 3.4.4.2).



Figura 3.4.4.1: pruebas del rollito



Figura 3.4.4.2: el 1 rollito se rompió a los 8cm, el 2 a los 6,5cm

Después de las pruebas del tipo de suelo obtenido se puede definir de acuerdo a los resultados arrojados que es un suelo apto para la elaboración de adobes ya que el porcentaje de barro no sobrepasa los porcentajes de arena como se puede observar.

### 3.4.5 Elaboración de diseño de mezclas

Para la elaboración de los diseños de mezcla, se obtuvieron las materias primas como la tierra, y fruto de cují procesado en aglutinante, para dar inicio con este paso primero se optó por realizar muestras pequeñas tipo bolita de 4cm de diámetro aproximadamente, para observar cómo se comportaba el aglutinante frente adobe. Al realizar estas muestras se notó, palpo y sintió al momento de la mezcla texturas diferentes, al momento de agregarle el aglutinante de fruto de cují, donde a mayor aglutinante al momento de amasado se sintió una textura más suave y ligera. Así mismo se observó a simple vista una textura de acabado más fina en comparación a la mezcla sin aglutinante. (fig)



Figura 3.4.5: muestra de adobe



Figura 3.4.5.1: muestras de adobe con aglutinante

Pasamos a realizar los diseños de mezcla de adobe en relación con aditivo (aglutinante de cují): en este proceso contando con las materias primas a utilizar se realiza un diseño de mezclan en relación adobe - aditivo, teniendo en cuenta que el adobe cuenta con tierra, arena, paja y agua. y posteriormente el agregado aditivo del aglutinante extraído del fruto de cují anteriormente mencionado. Con el fin de estudiar que

comportamiento aporta este al adobe tradicional. Los diseños de mezcla a estudiar son en relación de porcentajes adobe- aditivo de 90% - 10%, 85% - 15%, 80% - 20%

Pasamos a calcular la cantidad adecuada de cada componente para la mezcla del adobe ya que en su composición entran aparte del barro, la arena, la paja, el agua y el aglutinante del fruto de cují, teniendo de cada uno mayor o menor necesidad según sean las condiciones de la tierra del lugar. Típicamente, el adobe ideal se compone de 70% arena, y 30% arcilla. (CRATerre (Centro de Investigación y Aplicación del Material Tierra de Francia) libro Construir en tierra) También puede agregarse a la mezcla materias compuestas de fibras de paja con una proporción del 20 % en volumen o un porcentaje no mayor al 2% en peso. Esto concede a las piezas resistencia y cohesión.

Se inicia el primer diseño de mezcla tomando una cantidad de tierra de 6500g iguala 5 potes de1300g cada uno por 1de paja.

Para la dosificación de la fibra a emplear previamente se pesa la cantidad del material a utilizar (tierra seca) determinando luego el peso de fibra vegetal en un porcentaje no mayor al 2%, picada en trozos de unos 10 a 5 cm. (Estrada & Luna, 1979).



*Figura 3.4.5.2: tierra a utilizar para la muestra*

#### - Fibras

Los estabilizantes por fricción sirven para conformar una especie de "red" a la que se adhieren las partículas del suelo y que controla su desplazamiento, dilatación y retracción durante el fraguado. Asimismo, modifican los patrones de agrietamiento derivados de cambios de humedad y temperatura mediante el trazado de un sistema de micro fisuras que no afectan la estabilidad del conjunto. "Guerrero, L (2007) Este material ha sido



*Figura 3.4.5.3: fibra a utilizar para la muestras paja picada*

estudiado con bastante rigor y se ha puesto en evidencia que presenta amplias cualidades de durabilidad, plasticidad y resistencia. Se recomienda utilizar paja cortada en tramos de aproximadamente 10 cm de longitud y en una proporción de alrededor de 1% en peso, lo que significa una relación de un volumen de paja por dos de tierra, ambas en estado seco y sin comprimir. Guerrero, L (2007. Apuntes).

Se recomienda que, en el caso de que se desee agregar fibras como estabilizante, la operación se realice en seco por la facilidad del mezclado y posteriormente se lleve a cabo la hidratación.

Sin embargo, el proceso se invierte si además se desea utilizar adhesivos, puesto que, como ya se mencionó, conviene incorporarlos antes que las fibras para su mejor distribución. "Guerrero, L (2007. Apuntes)".

Para que el adobe quede bien, la tierra se tiene que dejar perfectamente humedecida en el "pisadero" por un periodo no menor a los dos días, protegiéndola de la intemperie bajo una cubierta para conservar su nivel de humedad. Este paso que se conoce tradicionalmente como "dormido", "fermentado" o "podrido" del barro es fundamental ya que garantiza la correcta hidratación de todas las partículas de arcilla presentes y su "activación" como aglomerante. "Guerrero, L (2007. Apuntes)".

- Diseños de mezcla en porcentaje peso, de las muestras elaboradas.

Para este diseño de mezcla del bloque M1 se tomó una cantidad de 6500g de tierra para un porcentaje de 54%, con una cantidad de arena de 1300g con un 20%, una cantidad de paja de 65g en relación al peso total en un porcentaje de 1% y 1625ml de agua, para la mezcla sin aglutinante. (tabla N° 3.1, gráfica N°3.1). Para iniciar con la mezcla y el remojo inicialmente se cavo un hoyo de unos 60cm de profundidad conveniente para mezclar. Antes de comenzar la mezcla, se remojo el pozo completamente, después de tener los pesos adecuados de los compuestos a utilizar.



*Figura 3.4.5.4: arena a utilizar en la muestra de adobe*



Figura 3.4.5.5 mezcla muestras de adobe

Para la elaboración del diseño de mezcla, se agregó la tierra en el hoyo y seguidamente los demás componentes como arena, paja, estos fueron mezclados secos, luego se fue agregando el agua y si se empezó a mezclar con los pies para un mejor amasado, hasta tener la mezcla consiste, adecuada y bien humedecida dejándola en el pisadero en estado de reposo por un periodo de 2 días, protegiéndola de la intemperie cubriéndola con una plástico. este estado de dormido o reposo se hace para “garantizar la hidratación de todas las partículas de la arcilla y su activación como aglomerante” (Guerrero, L (2007)”

BLOQUE SIN AGLUTINANTE				
Dosificación de mezcla de adobe por peso gr				
TIPO DE ADOBE	TIERRA	ARENA	PAJA	AGUA
PESO	6500 gr	1300 gr	65 gr	1625 ml
PORCENTAJE	54%	20%	1%	25%

Tabla 3.4.5. Diseño de mezcla de adobe por porcentaje peso gr



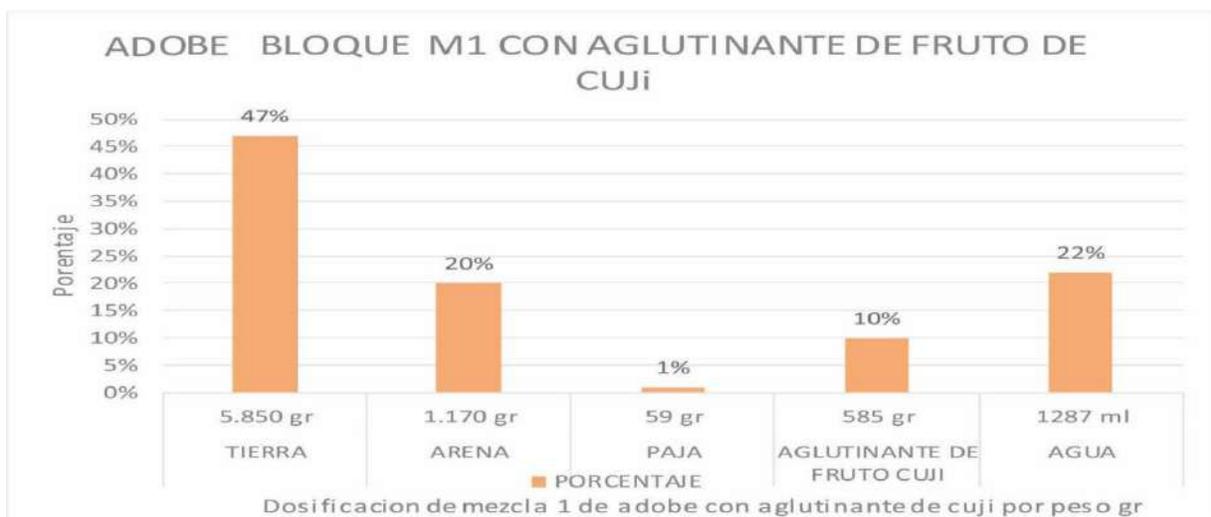
Gráfica 3.4.5. Diseño de mezcla de adobe por porcentaje peso gr

### 3.4.5.1 Diseño de mezcla del bloque m1

Se realizó la primera muestra del diseño de mezcla entre adobe –aditivo (aglutinante de cují). en porcentaje 90% adobe 10% aditivo, tomando los pesos adecuados para un bloque del diseño propuesto, dando como cantidades de los componentes que conforman la mezcla en 5.850gr de tierra, 1.170gr de arena, 59gr de paja, 585gr de aglutinante de cují, 1.287ml de agua.

ADOBE BLOQUE M1 CON AGLUTINANTE DE FRUTO DE CUJI					
Dosificación de mezcla M1 de adobe con aglutinante de cuji por peso gr					
TIPO DE ADOBE	TIERRA	ARENA	PAJA	AGLUTINANTE DE FRUTO CUJI	AGUA
PESO	5.850 gr	1.170 gr	59 gr	585 gr	1287 ml
PORCENTAJE	47%	20%	1%	10%	22%

Tabla 3.4.5.1. Diseño de mezcla de adobe bloque M1 por porcentaje peso gr



Gráfica 3.4.5.1. Diseño de mezcla de adobe bloque M1 por porcentaje peso gr



Figura 3.4.5.7: tierra a utilizar para la muestra del boque m1



Figura 3.4.5.6: mezcla de adobe preparada con aglutinante



Figura 3.4.5.7: tierra a utilizar para la muestra del boque m1

- Armado del bloque de adobe para las muestras

En este paso inicialmente se limpia el molde con agua para limpiar impurezas de cualquier suciedad, después se toma la mezcla preparada se forma una bola y se empieza a tirarla con fuerza hacia el molde para irlo relleno, para rellenar bien el molde y la esquinas se va compactando con los puños hasta estar seguros de que no hayan bolsas de aire en su interior, seguidamente se va emparejando el vaciado de la mezcla dentro del molde para que vaya teniendo una misma nivelación, seguidamente se va emparejando, para posteriormente poner la tapa superior y terminar completamente su vaciado y haberlo compactado, luego se pasa una regla de madera mojada para emparejar la superficie y poder hacer el levantamiento suavemente de la tapa superior y posteriormente del molde con cuidado procurando no deformar el adobe terminado. Para que la mezcla quede bien batida con todos sus componentes es recomendable hacerlo con los pies pisando el barro.



Figura 3.4.5.9: armado del bloque M1

- Desmolde del adobe de prueba



Figura 3.4.5.10: desmolde de las tapas del boque



Figura 3.4.5.11: bloque desmoldado

- Secado natural

Después de haber armado y desmoldado el bloque de adobe este se deja sobre el suelo, para su proceso de secado natural a temperatura ambiente. Donde se fue revisando cada día la temperatura del día en las horas de la mañana A.M. y en las horas de la tarde P.M. (tabla N°3.4.5.1.2, gráfica N° 3.4.5.1.2) Así mismo se fue observando los vientos del día. Para ir observando el periodo de secado del bloque de adobe en relación con aditivo (tabla N°3.4.5.1.3, gráfica N°3. 4.5.1.3) A.

TEMPERATURA DEL DIA °C																					
DIAS SECADO BLOQUE M1																					
PARTES DEL DIA	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21
A.M	32	30	31	32	31	35	32	32	34	29	33	33	32	31	30	26	22	24	24	26	24
P.M	34	25	31	33	31	34	32	36	36	29	33	34	33	32	30	25	22	22	24	28	24

Figura 3.4.5.1.2 Días de secado temperatura del día °C del bloque M1

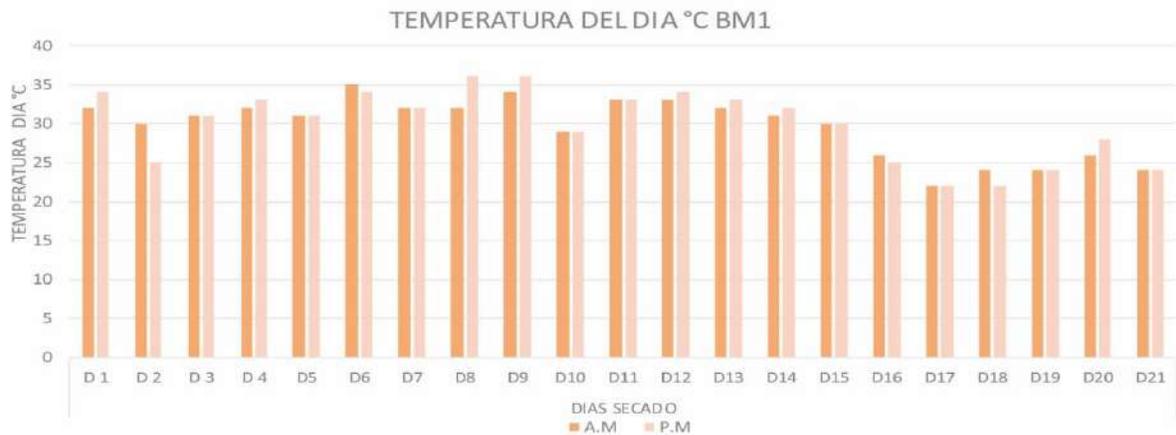


Figura 3.4.5.1.2. Días de secado temperatura del día °C del bloque M1

VIENTOS DEL DIA KM/H																						
		DIAS SECADO BLOQUE M1																				
PARTES DEL DIA		D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21
VIENTOS DEL DIA	A.M	16	12	12	16	12	12	12	14	12	10	12	16	12	12	10	8	12	10	12	11	12
	P.M	14	10	12	14	14	16	12	18	16	10	12	14	14	16	12	10	12	8	10	12	12

Figura 3.4.5.1.3 vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M1

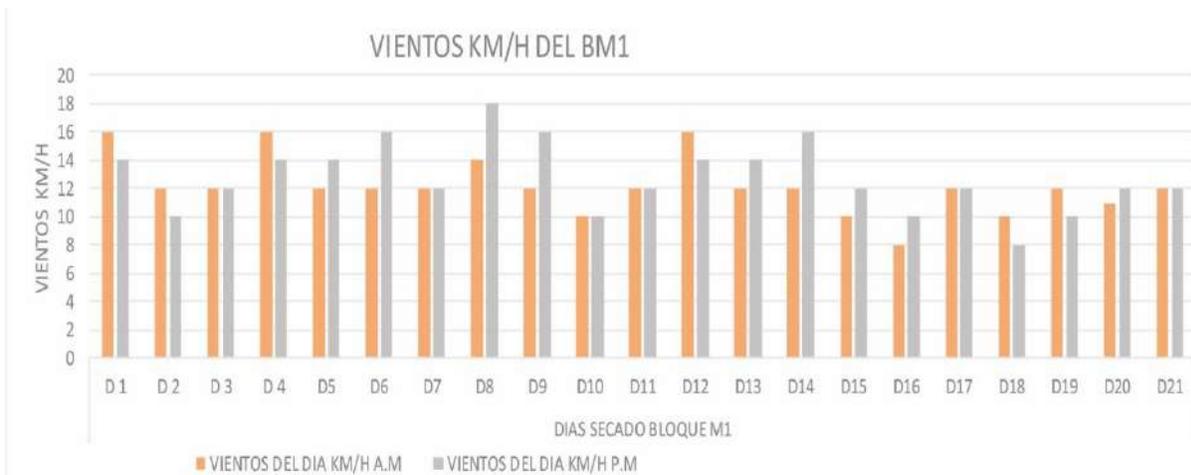


Figura 3.4.5.3 vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M1

Se pudo observar una variante de la temperatura y vientos del día, en cuanto al proceso de secado natural, teniendo cierta influencia en el proceso, notando que los días con menor temperatura el proceso de secado se vuelve un poco más lento en relación a los días con mayor temperatura y vientos.

- Evidencias fotográficas de los días de secado del bloque M1



Figura 3.4.5.12 evidencias fotográficas de los días de secado del bloque M1







En esta primera muestra se pudo observar diferentes aspectos, inicialmente al



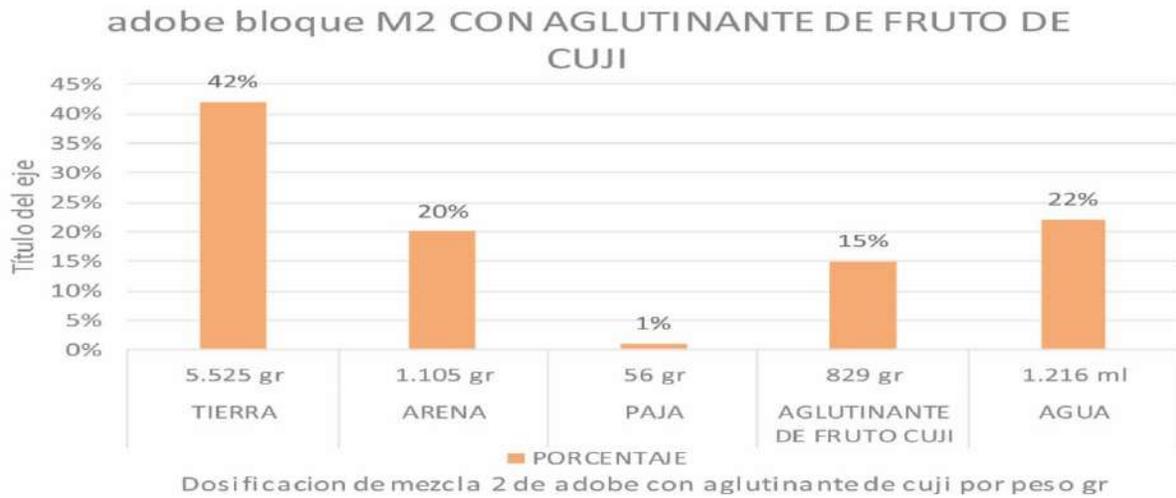
En esta primera muestra se pudo observar diferentes aspectos, inicialmente al momento de la mezcla esta se sintió algo suave al agregarle el aglutinante, por otro parte durante los días de secado se fue observando que la pieza de la muestra se estaba secando sin agrietamiento hasta el día 16, donde al observar el día 10 la pieza se veía físicamente un poco más del 80% seca. Pero por otra parte el día 16 esta sufrió un fuerte aguacero lo que produjo un agrietamiento superficial en las caras del bloque. como se puede observar en las respectivas imágenes de evidencias.

#### 3.4.5.2 Diseño de mezcla en porcentaje peso del bloque M2 de prueba

Para este diseño de mezcla del bloque M2 se tomó una cantidad de 5.525g de tierra para un porcentaje de 42%, con una cantidad de arena de 1.105g con un 20%, una cantidad de paja de 56g en relación al peso total en un porcentaje de 1% y 1.216ml de agua, y 829g de aglutinante en 15%.

ADOBE BLOQUE M2 CON AGLUTINANTE DE FRUTO DE CUJI					
Dosificación de mezcla M2 de adobe con aglutinante de cuji por peso gr					
TIPO DE ADOBE	TIERRA	ARENA	PAJA	AGLUTINANTE DE FRUTO CUJI	AGUA
PESO	5525 gr	1.105 gr	56 gr	829 gr	1.216 ml
PORCENTAJE	37%	20%	1%	15%	22%

Tabla 3.4.5.2 Diseño de mezcla de adobe bloque M2 por porcentaje peso gr



*Grafica 3.4.5.2 Diseño de mezcla de adobe bloque M2 por porcentaje peso gr*



*Figura 3.4.5.14 tierra a utilizar*



*Figura 3.4.5.15: aglutinante a utilizar en la muestra del bloque M2*



*Figura 3.4.5.16: aglutinante a utilizar en la muestra del bloque M2*



*Figura 3.4.5.17: tierra a utilizar*



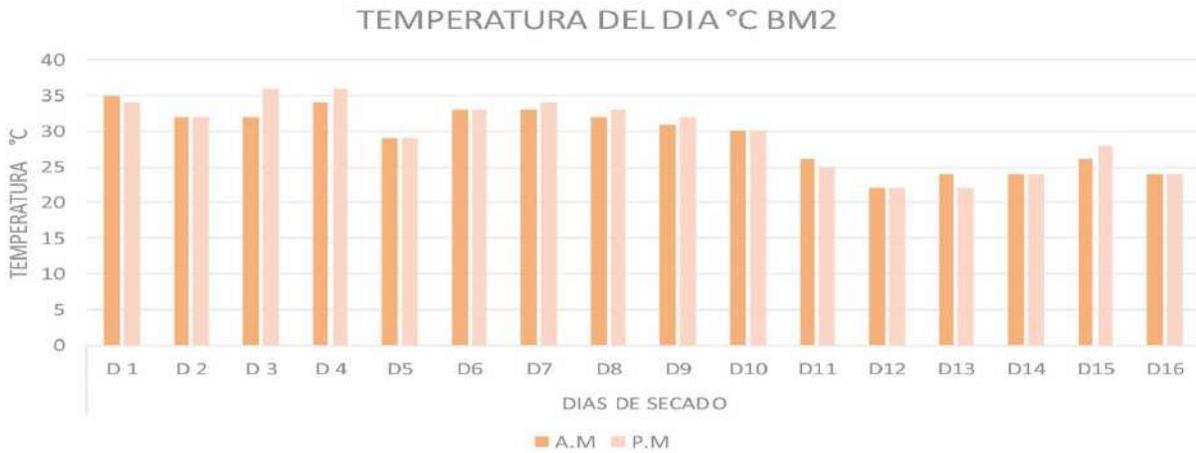
*Figura 3.4.5.18: preparación del adobe*

En esta muestra del bloque M2 se hizo el mismo procedimiento del bloque M1, en la preparación del adobe, teniendo en cuenta que este cuenta con un porcentaje diferente al anterior., dicho porcentaje es de 85% adobe- en relación con 15% aglutinante de cují.

Después del armado del bloque, este pasa a un proceso de secado natural, donde se fue observando las temperaturas y velocidad de vientos del día.

TEMPERATURA DEL DIA °C																
DIAS DE SECADO BLOQUE M2																
PARTES DEL DIA	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16
A.M	35	32	32	34	29	33	33	32	31	30	26	22	24	24	26	24
P.M	34	32	36	36	29	33	34	33	32	30	25	22	22	24	28	24

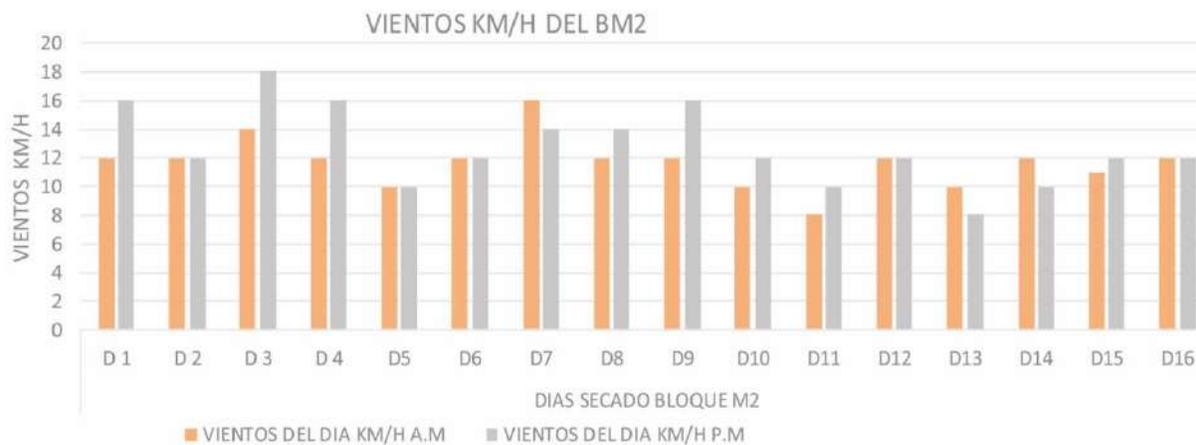
Tabla 3.4.5.2.1 Días de secado temperatura del día °C del bloque M2



Grafica 3.4.5.2.1. Días de secado temperatura del día °C del bloque M2

VIENTOS DEL DIA KM/H																	
DIAS SECADO BLOQUE M2																	
PARTES DEL DIA	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	
VIENTOS DEL DIA	A.M	12	12	14	12	10	12	16	12	12	10	8	12	10	12	11	12
	P.M	16	12	18	16	10	12	14	14	16	12	10	12	8	10	12	12

Tabla 3.4.5.2.2 vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M2



Grafica 3.4.5.2.2 vientos de días de secado temperatura del día °C del bloque M2

Los resultados obtenidos en la muestra del diseño de mezcla del bloque de adobe M2, nos dejó observar y sentir la diferencia de la textura que se va generando en la mezcla de adobe debido al agregado aglutinante haciéndola un poco más suave y fina. En cuanto al proceso de secado como se fue observando la temperatura del día, así como la velocidad del viento es variante, es esta muestra se evidencio un proceso de secado es un poco más rápido a diferencia de la anterior mezcla y que en cuanto a su acabado se vio un acabado más liso. Lo que nos deja saber que al aumentar el aglutinante el proceso de secado va acelerando.

- Evidencias fotográficas de los días de secado bloque M2









### 3.4.5.3 Diseños de mezcla en porcentaje peso del bloque M3 de prueba

Para este diseño de mezcla del bloque M3 se tomó una cantidad de 5.200g de tierra para un porcentaje de 40%, con una cantidad de arena de 1040g con un 20%, una cantidad de paja de 52g en relación al peso total en un porcentaje de 1% y 936ml de agua, y 1040g de aglutinante en 20%.



*Figura 3.4.5.19 Arena a utilizar en la muestra*



*Figura 3.4.5.20 Aglutinante a utilizar en la muestra*



*Figura 3.4.5.21 tierra y paja a utilizar en la muestra*



*Figura 3.4.5.22 armado del bloque M3*

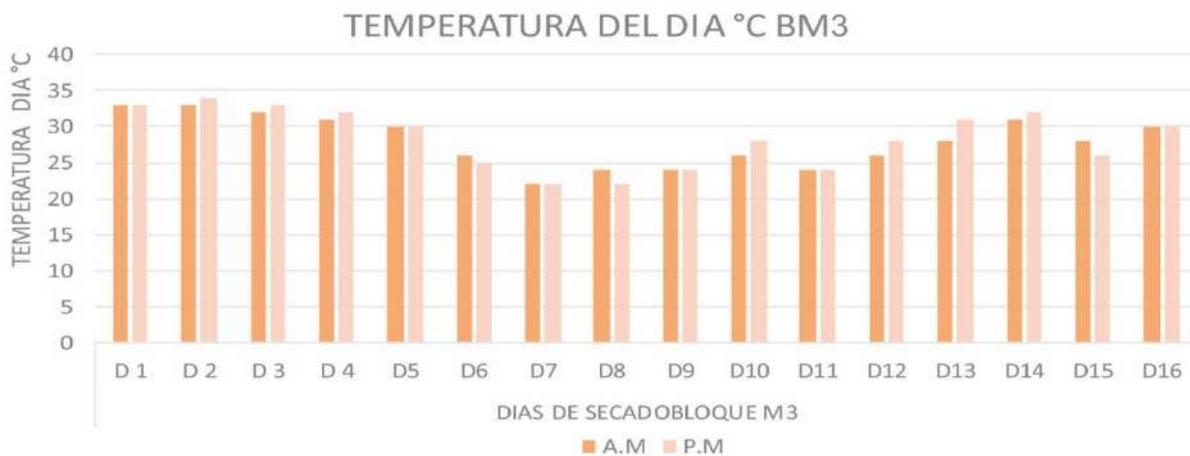
En esta muestra del bloque M3 se hizo el mismo procedimiento del bloque M1y M2, en la preparación del adobe, teniendo en cuenta que este cuenta con un porcentaje diferente al anterior., dicho porcentaje es de 80% adobe- en relación con 20% aglutinante de cují. En la mezcla del bloque M3, al igual que en las anteriores muestras nos dejó observar y sentir la diferencia de la textura que se va generando en la mezcla de debido al agregado aglutinante haciéndola un poco más suave a mayor porcentaje

de aglutinante, sintiendo a la hora del pisado que la misma al ir pisando se va pegando menos a la piel.

Después del armado del bloque, este pasa a un proceso de secado natural, donde se fue observando las temperaturas, y velocidad del viento del día y velocidad de vientos del día.

TEMPERATURA DEL DIA °C																
DIAS DE SECADO BLOQUE M3																
PARTES DEL DIA	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16
A.M	33	33	32	31	30	26	22	24	24	26	24	26	28	31	28	30
P.M	33	34	33	32	30	25	22	22	24	28	24	28	31	32	26	30

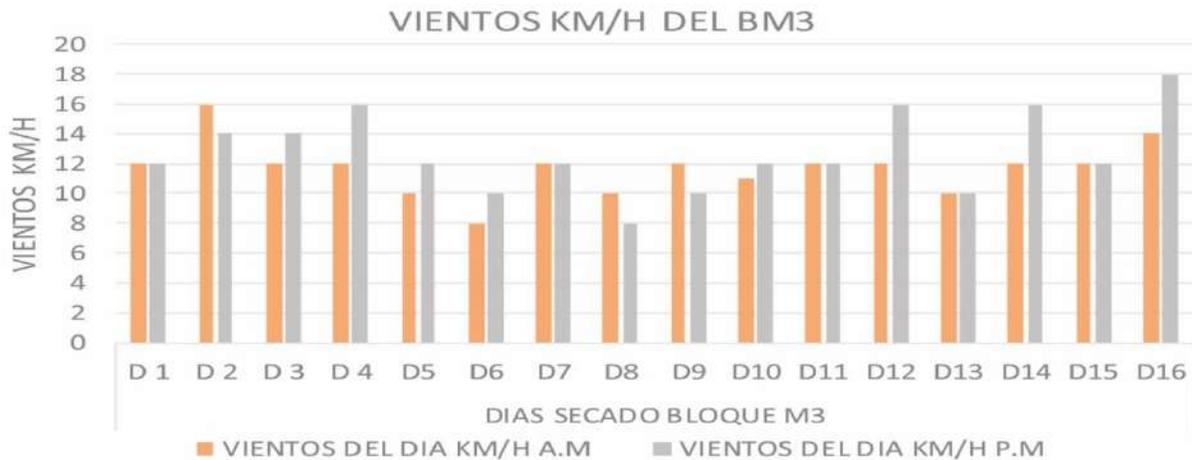
Tabla 3.4.5.3.1. Días de secado temperatura del día °C del bloque M3



Grafica 3.4.5.3.1. Días de secado temperatura del día °C del bloque M3

VIENTOS DEL DIA KM/H																	
DIAS SECADO BLOQUE M3																	
PARTES DEL DIA	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	
VIENTOS DEL DIA	A.M	12	16	12	12	10	8	12	10	12	11	12	12	10	12	12	14
	P.M	12	14	14	16	12	10	12	8	10	12	12	16	10	16	12	18

Tabla 3.4.5.3.2. vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M3



*Grafica 3.4.5.3.2. vientos de los días de secado temperatura del día °C del bloque M3*

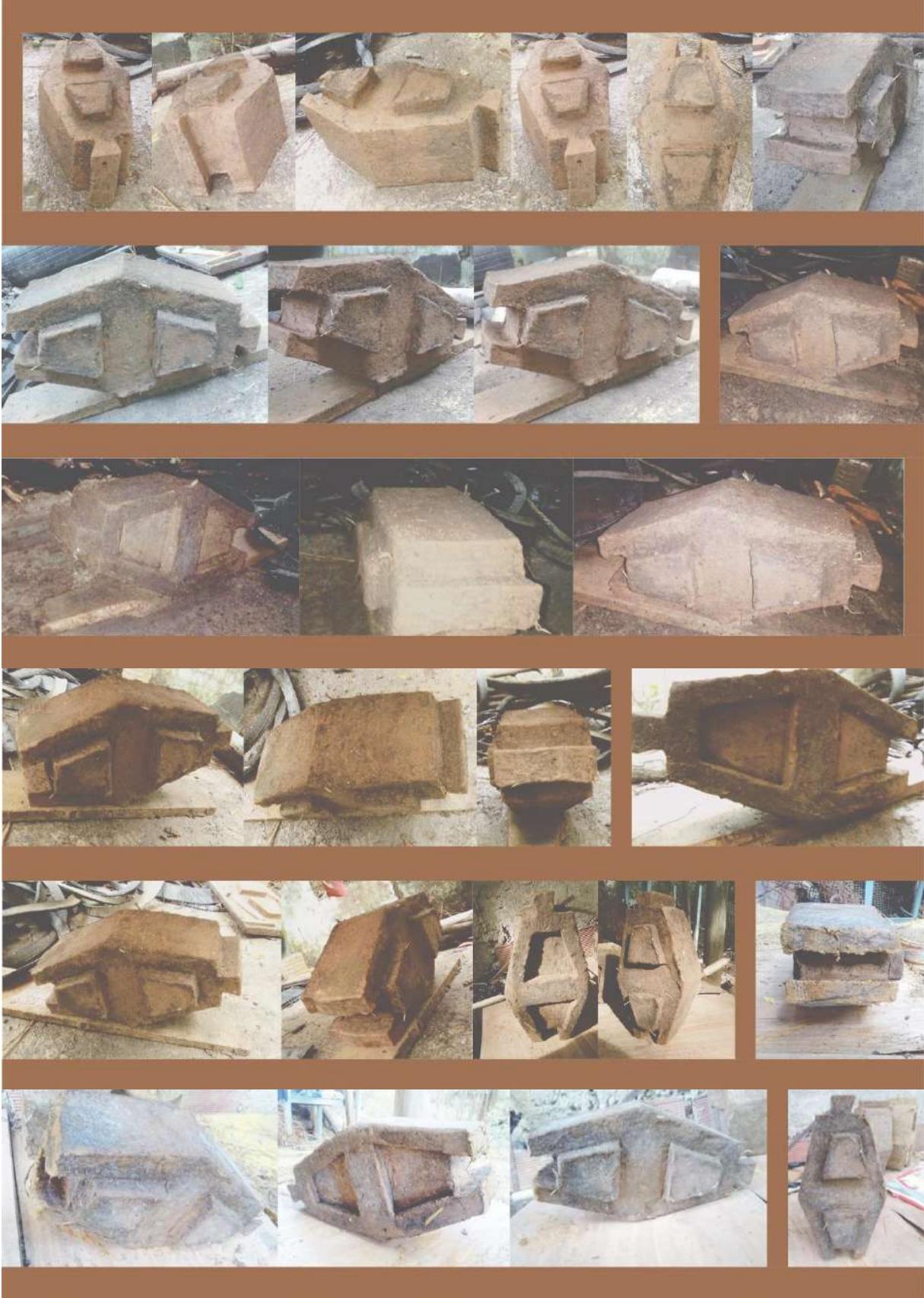
En cuanto al proceso de secado del bloque m3 con mayor porcentaje de aglutinante en el diseño de mezcla 80%-20%. como se fue observando la temperatura del día, así como la velocidad del viento es variante, es esta muestra se evidencio un proceso de secado más acelerado a diferencia de las anteriores mezclas Lo que nos deja saber que al aumentar el aglutinante el proceso de secado va acelerando gradualmente. Observar las evidencias fotográficas.

Por otro lado, en esta muestra del bloque M3, en su 2 día de secado mostro un avance de secado un poco mayor a las muestras Bm1, Bm2, sin embargo, se notó una fisura en una de sus caras laterales. Por otro lado, en su 4 día al estar expuesto al secado natural sin techo, solo lona negra, para prevenir el contacto directo con el sol, en horas de la tarde cayo una fuerte lluvia, afectando el bloque que aún no había cumplido su tiempo de secado. Sin embargo, se observó que en este echo la fisura que se había producido el día anterior, al absorber el agua lluvia contenida en el bloque se cerró nuevamente dejando el bloque sin fisura. lo que llevo a concluir que el agua en mezcla, cerrando las fisuras existentes, sin embargo, para ello es recomendable seguir haciendo respectivas pruebas

- Evidencias fotográficas de los días de secado bloque M3









### 3.4.6 COMPARACIÓN DE LOS TRES DISEÑOS DE MEZCLA REALIZADOS AL ADOBE CON AGLUTINANTE EN PORCENTAJES 90%-10%, 85%-15%, 80%-20%

Después de haber obtenidos los diferentes resultados de los diseños de mezcla en las muestras del diseño del bloque M1. Se pudo observar la curva de la variante entre los días de secado de cada mezcla, en los cuales se ve una curvatura mayor en las temperaturas del día del bloque M1 en sus primeros días de secado.

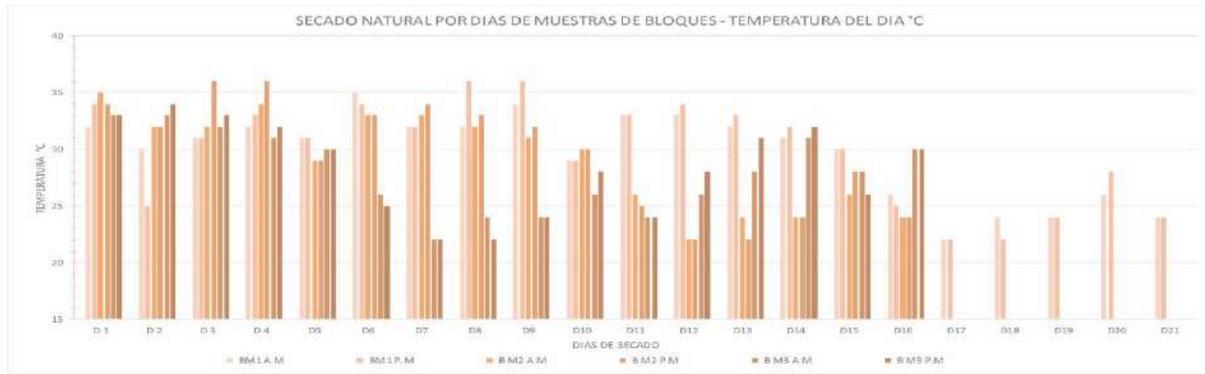
Asi mismo después de haber obtenidos los diferentes resultados de los diseños de mezcla en las muestras del diseño del bloque M1, M2 Y M3 Se pudo observar la curva de la variante entre los días de secado de cada mezcla, aumenta a menor proporción de aglutinante presente en el adobe, y disminuye a mayor cantidad de aglutinante en el adobe, generando resultados relevantes de mejoría en el comportamiento de secado del adobe con la presencia o adherencia de este aglutinante derivado del fruto de cují.

Dado las circunstancias actuales que está viviendo el país por medio de la salud publica evento que nos encontramos en pandemia, este fenómeno fue un fuerte

limitante directo para lograr desarrollar laboratorios de resistencias de la unidad constructiva de adobe de manera presenciales, por lo tanto dichos laboratorios no se desarrollaron, sin embargo se realizaron los respectivos diseños de mezcla de las muestras y pruebas de forma cacera dado que el compuesto trabajado es el adobe siendo su proceso de elaboración de manera natural.

TEMPERATURA DEL DIA °C																						
		DIAS DE SECADO																				
PARTES DEL DIA		D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21
B M1	A.M	32	30	31	32	31	35	32	32	34	29	33	33	32	31	30	26	22	24	24	26	24
	P.M	34	25	31	33	31	34	32	36	36	29	33	34	33	32	30	25	22	22	24	28	24
B M2	A.M	35	32	32	34	29	33	33	32	31	30	26	22	24	24	26	24					
	P.M	34	32	36	36	29	33	34	33	32	30	25	22	22	24	28	24					
B M3	A.M	33	33	32	31	30	26	22	24	24	26	24	26	28	31	28	30					
	P.M	33	34	33	32	30	25	22	22	24	28	24	28	31	32	26	30					

Tabla 3.4.6. curva de los Días de secado temperatura del día °C de los 3 bloques de muestras realizadas



Grafica 3.4.6. curva de los Días de secado temperatura del día °C de los 3 bloques de muestras realizadas



Figura 3.4.6: muestra del diseño del bloque M1, M2, M3

## CONCLUSIONES

1. Se puede concluir que, en el proceso de transformación del fruto de cují en aglutinante, en el primer proceso de molienda del fruto en estado fresco, se observó un resultado más viscoso tipo mazacote y fibroso a diferencia del proceso 2 donde el fruto estuvo expuesto a un periodo de secado natural durante tres días consecutivos por un lapso de 10 horas dando como resultado un proceso de molienda con menos viscosidad y fibras de menor tamaño.

Esto nos da resultados después del proceso de capción un mejor aglutinante viscoso y espeso con el método de molienda uno, a diferencia del método dos observando después del proceso de capción se genera un aglutinante más acuoso y más ligero con mayor fluidez.

2. Los resultados obtenidos en la muestra del diseño de mezcla del bloque de adobe M2, nos dejó observar y sentir la diferencia de la textura que se va generando en la mezcla de adobe debido al agregado aglutinante haciéndola un poco más suave y fina. En cuanto al proceso de secado como se fue observando la temperatura del día, así como la velocidad del viento es variante, es esta muestra se evidencio un proceso de secado un poco más rápido a diferencia de la anterior mezcla y que en cuanto a su acabado se vio un acabado más liso. Lo que nos deja saber que al aumentar el aglutinante el proceso de secado va acelerando.

En esta muestra del bloque M3 se hizo el mismo procedimiento del bloque M1y M2, en la preparación del adobe, teniendo en cuenta que este cuenta con un porcentaje diferente al anterior., dicho porcentaje es de 80% adobe- en relación con 20% aglutinante de cují .En la mezcla del bloque M3, al igual que en las anteriores muestras nos dejó observar y sentir la diferencia de la textura que se va generando en la mezcla de debido al agregado aglutinante haciéndola un poco más suave a mayor porcentaje de aglutinante, sintiendo a la hora del amasado la misma mezcla al ir pisándola se va pegando menos a la piel.

3. Se observó que en esta etapa del proceso de fabricación las nuevas piezas constrictiva fueron expuestas a una fuertes lluvias no directamente pero si filtradas a través de un poli sombra negro, este fenómeno y/o determinante natural nos arrojó como resultado que las fisuras que se había producido el día anterior, al absorber el agua lluvia contenida en el bloque este se selló nuevamente dejando el bloque sin fisura, la plasticidad y adherencia del adobe entre las paredes fisuradas fue de mayor relevancia y esto ayuda a la mejoría

del comportamiento frente a este tipo de fenómeno, lo que llevo a concluir que el agua en ese periodo de tiempo de secado puede de cierta manera beneficiar a la mezcla, cerrando las fisuras existentes, adherente las paredes del mismo y mejorando su adherencia sin embargo para ello es recomendable seguir haciendo respectivas pruebas y someter el producto a laboratorios.

Comparación de los tres diseños de mezcla realizados al adobe con aglutinante en porcentajes 90%-10%, 85%-15%, 80%-20%. Después de haber obtenidos los diferentes resultados de los diseños de mezcla en las muestras del diseño del bloque M1, M2 Y M3. Se pudo observar la curva de la variante entre los días de secado de cada mezcla, aumenta a menor proporción de aglutinante presente en el adobe, y disminuye a mayor cantidad de aglutinante en el adobe, generando resultados relevantes de mejoría en el comportamiento de secado del adobe con la presencia o adherencia de este aglutinante derivado del fruto de cují.

4. Dado las circunstancias actuales que está viviendo el país por medio de la salud publica evento que nos encontramos en pandemia, este fenómeno fue una fuerte limitante directo para lograr desarrollar laboratorios de resistencias de la unidad constructiva de adobe de manera presenciales, sin embargo, se realizaron los respectivos diseños de mezcla de las muestras y pruebas de forma casera dado que el compuesto trabajado es el adobe siendo su proceso de elaboración de manera natural.

Por este motivo la unidad constructiva propuesta solo se plantea de uso no estructural, brindando uso de mampuesto simple y generando un uso de fenomenología estético.



*Figura 3.4.6.1proceso de transformación del fruto de cují en aglutinante- aditivo*

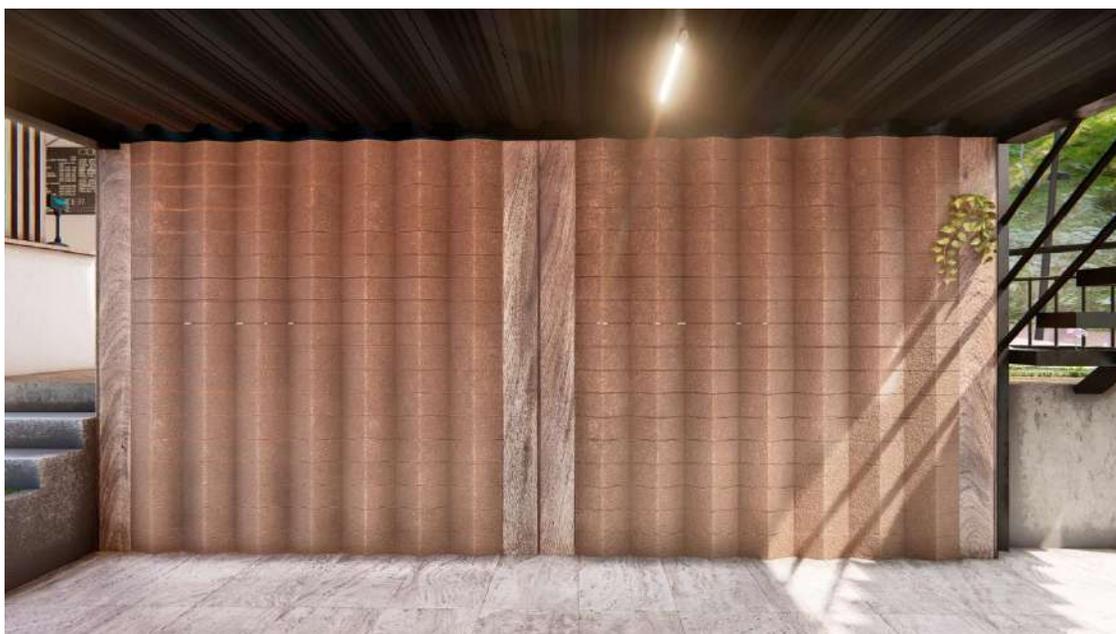




*Figura 3.4.6.2: muestra del diseño del bloque*

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda profundizar con mayor relevancia los análisis de laboratorio generando resultados cuantificables y precisos para dar criterios de evaluación de rigores confiables en la elaboración de la unidad constructiva, dado que por las metodologías realizadas en esta investigación se elaboraron con rigor de análisis visual y físico del comportamiento del adobe y sus mejorías de relevancia.
2. Se recomienda usar esta unidad constructiva de uso estético y como mampuesto simple, no se recomienda usarlo de modo estructural.
3. Se recomienda analizar las propiedades de aislamientos de calor para lograr generar mejor confort en la sensación termina de los espacios arquitectónicos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN en TIERRA <https://core.ac.uk/download/pdf/41807254.pdf> Universidad Politécnica De Catalunya Departamento De Construcción Arquitectónica Construcción E Innovación Tecnológica.
2. Arquitectura Y Construcción En Tierra Estudio Comparativo De Las Técnicas Contemporánea En Tierra
3. Programme Du Patrimoine Mondialpour L'architecture De Terre
4. Inventaire de l'architecture de terre du patrimoine mondial, <https://hal.archivesouvertes.fr/hal-00953526/document>
5. Construcciones en Tierra <https://es.slideshare.net/archieg/tierra>
6. Técnicas de construcción con tierra, <https://www.academia.edu> La Tapia Pisada Como Técnica Constructiva Vernácula <https://repository.usta.edu.co/>
7. Procedimientos Y Sistemas Constructivos [arquitectura.unam](http://arquitectura.unam)
8. Bahareque una Técnica constructiva sismoresistente en colombia, [archdaily](http://archdaily)
9. Terra 93 Adobe 90 (1993). 78 Conferência internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terra. Comunicações. Lisboa: Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais
10. (1990). 6th International Conference on Conservation of Earthen Architecture. Preprints. Marina del Rey: Getty Conservation Institute.
11. Arquitectura Tradicional Colombiana Como Sistema Pasivo De Aprovechamiento Energético
12. MOSQUERA TORRES, Gilma. (2010). Vivienda y arquitectura tradicional en el pacifico colombiano. Patrimonio cultural afrodescendiente. Cali. Ed. Universidad del Valle-Escala S.A

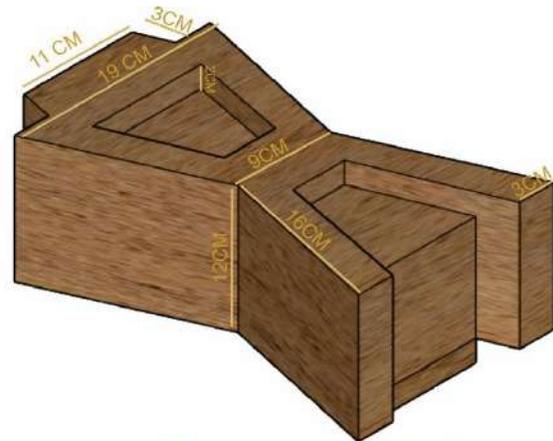
13. MINISTERIO DE CULTURA (2011). Paisaje cultural cafetero un paisaje cultural productivo en permanente desarrollo. Bogotá.
14. MORALES MORALES, Roberto. Manual para la construcción de viviendas en adobe. Lima: Ed. Gráficos Castilla
15. ARANGO, Silvia. 1990. Historia de la arquitectura en Colombia. Bogotá: Ed. Universidad Nacional
16. Pour plus d'informations sur le programme WHEAP :  
<http://whc.unesco.org/en/activities/21/>
17. Gernot Minke; Manual de construcción en tierra, La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual; ediciones EcoHabitar; Teruel, España, 2010.
18. Ronald Rael; Earth architecture; Princeton Architectural Press; Nueva York, 2009.
19. Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción  
<https://scielo.conicyt.cl/>
20. Impactos Ambientales en el Sector de la Construcción  
<https://www.construmatica.com/>
21. El Género Prosopis “algarrobos” En América Latina Y El Caribe. Distribución, Bioecología, Usos Y Manejo <http://www.fao.org/>
22. Utilización del fruto del cují (Prosopis juliflora) en la elaboración de medios de cultivos bacterianos
23. Evaluación de un extracto azucarado procesado a partir del fruto del cují (Prosopis juliflora) <https://www.monograas.com/>
24. Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva, Luis Fernando Guerrero Baca Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México
25. Bardou, P. (1981). Arquitecturas de adobe. Barcelona: Gustavo Gili.

26. Guerrero, L. (2002). "Deterioro del patrimonio edificado en adobe". Revista Diseño y Sociedad, 13,
27. Biorefinación del fruto del cují (*Prosopis juliflora*) para la obtención de alimento para animales y combustible automotor. (2009). <https://www.researchgate.net/publication/317341876>
28. GARIBALDI, C. 2000. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. In Vozzo JA (Ed.) Tropical Tree Seed Manual. USDA Forest Service. pp. 657-659.
29. NEGREIROS, A.N. 1992. "Processing and Utilisation of *Prosopis juliflora* as an alternative source of food" Universidade federal do Rio Grande do Norte Natal Brazil. *Prosopis Species. Aspects of their Value, Research and Development*". Cord, University of UK.
30. TORRES, O. Evaluación del proceso de obtención de alcohol carburante a partir del fruto del cují (*Prosopis juliflora*). UNEFM. Trabajo de grado. 2007.
31. GARCÍA, E y col. Aprovechamiento de las harinas de cují, *Prosopis juliflora*, y de semillas de auyama, Cucurbita máxima. UNEFM. Trabajo de grado. 2003.
32. CÁCERES, O. y E. GONZÁLEZ. 1996. Valor nutritivo del follaje de árboles y arbustos tropicales. II *leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. pastos y forrajes
33. SHARMA, I. 1981. Ecological and economic importance of *Prosopis juliflora* in the Indian thar desert. *Journal of economic and taxonomic botany* 2.
34. ARAUJO y col: "Evaluación de la sustitución de concentrado por harina de vaina de cují (*Prosopis juliflora*) en alimentación de ovinos" UNEFM. Trabajo de grado 1997.
35. CHÁVEZ, D y col. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del etanol obtenido por fermentación del fruto del cují. IUTAG. Trabajo de grado. 2005.
36. VILLANUEVA, N. Evaluación de un extracto azucarado procesado a partir del fruto del cují, *Prosopis juliflora*. UNEFM. Trabajo de grado.

## ANEXOS



**Bloque modulo 1**



**Bloque modulo 2**

*Figura anexo diseños unidad constructiva módulo 1 y modulo 2*

- ANEXO A: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS POSIBILIDADES DE USO DECORATIVO COMO MAMPUESTO SIMPLE NO ESTRUCTURAL.

UNIDAD CONSTRUCTIVA EN TIERRA CRUDA BLOQUE DE ADOBE MEJORADO CON AGLUTINANTE DERIVADO DEL FRUTO DE CUJI ELEMENTO USO DE CALADO



*Figura anexo 1: Representación gráfica de las posibilidades de uso decorativo como mampuesto simple no estructural.*



*Figura anexo 2 Representación gráfica de las posibilidades de uso decorativo como mampuesto simple no estructural, elemento uso de calado*



*Figura anexo 3 Representación gráfica de las posibilidades de uso decorativo como mampuesto simple no estructural, elemento uso de calado vista frontal*



*Figura anexo 4 Representación gráfica de las posibilidades de uso decorativo como mampuesto simple no estructural, elemento uso de calado vista frontal*

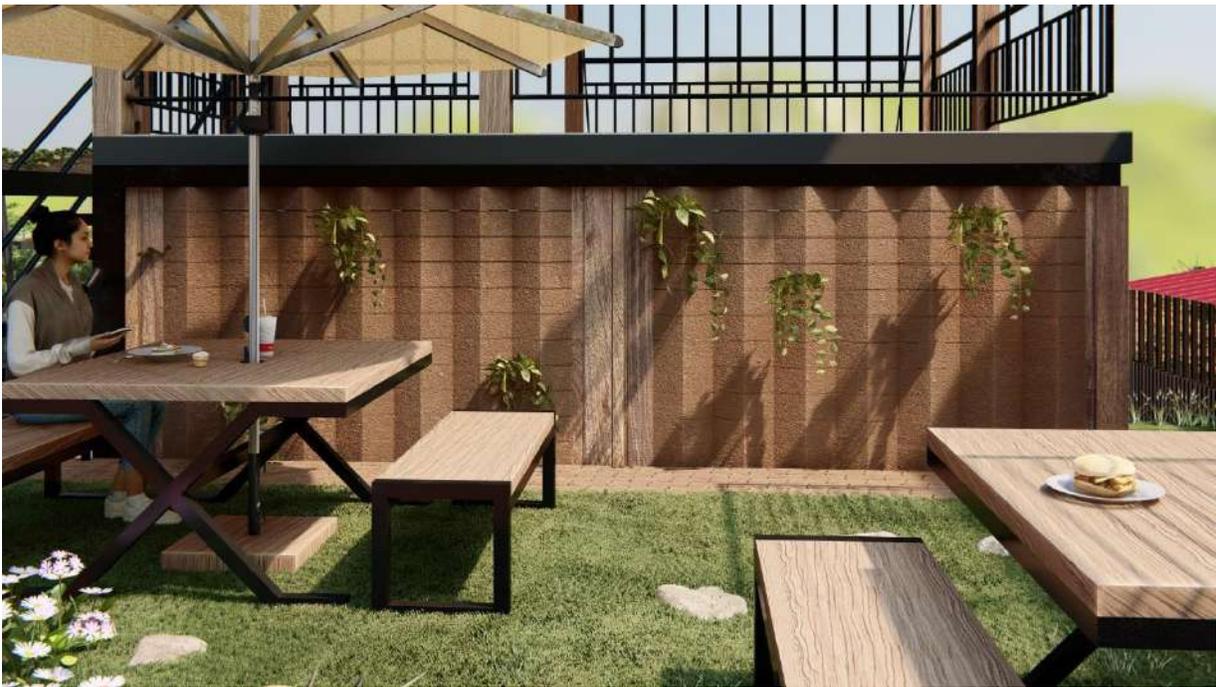
## ANEXO C UNIDAD CONSTRUCTIVA EN TIERRA CRUDA BLOQUE DE ADOBE MEJORADO CON AGLUTINANTE DERIVADO DEL FRUTO DE CUJI ELEMENTO USO DE MURO DIVISORIO



*Figura anexo 5 Representación gráfica de las posibilidades de uso decorativo como mampuesto simple no estructural, elemento uso de muro divisorio*



*Figura anexo 6 uso decorativo como mampuesto simple no estructural, elemento uso de muro divisorio*



*Figura anexo 7 uso decorativo como mampuesto simple no estructural, elemento uso de muro divisorio vista exterior al aire libre*



*Figura anexo 8 uso decorativo como mampuesto simple no estructural, elemento uso de muro divisorio, vista interior con cubierta.*



*Figura anexo 9 módulos del diseño de las unidades constructivas a escala 1:2. Representación del armado de muro*