

PROYECTO OPCIÓN DE ÉNFASIS

DEIBER TOMAS GARAY MORALES

DANIEL FELIPE SÁNCHEZ FONTECHA



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2022

ADOTERRA: CONSTRUCCIONES VERNÁCULAS RURALES OPTIMIZADAS PARA EL MUNICIPIO DE  
UNE CUNDINAMARCA

DEIBER TOMAS GARAY

DANIEL FELIPE SÁNCHEZ

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de (Arquitecto)

director

Manuel Fernando Martínez Forero

Arq.MG en construcción



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad de arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2022

### **DEDICATORIA**

Dedicamos nuestro proyecto de grado principalmente a nuestros padres hermanas, sobrinos y demás familia que nos apoyó en todo el proceso de nuestra carrera estudiantil logrando así cumplir uno de nuestros tantos sueños, igualmente una dedicatoria especial a los familiares que ya no se encuentran con nosotros y que fueron parte fundamental para la vida.

A la población de Une Cundinamarca y las veredas de San Luis, Combura y San Isidro por su especial acogimiento, su colaboración en la realización de encuestas y su conocimiento ancestral.

### **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro agradecimiento va primeramente a Dios y la vida por permitirnos llegar a este punto de nuestra bonita carrera, llena de experiencias vividas, a nuestras familias por toda aquella colaboración que tuvieron durante todo el desarrollo del proyecto y de nuestra carrera estudiantil, a nuestro director de curso Manuel Fernando Martínez, por aportar a nuestro conocimiento, llevar un seguimiento adecuado de nuestro proceso, al arquitecto Erwin Zambrano por su colaboración y apoyo en las pruebas de campo que se realizaron y por brindarnos su conocimiento, al laboratorista José Luis Rozo por su asesoría en el paso a paso de las pruebas de laboratorio.

Al municipio de Une Cundinamarca, por abrirnos las puertas del lugar, una gran amabilidad de parte de su población, un lugar hermoso de tierras fértiles, abundante agricultura, paisajes muy bonitos y especialmente su tierra que fue el aporte principal a nuestro proyecto.

**TABLA DE CONTENIDO**

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. LISTA DE FIGURAS.....</b>                                                         | <b>7</b>  |
| <b>2. RESUMEN .....</b>                                                                 | <b>10</b> |
| <b>3. ABSTRACT.....</b>                                                                 | <b>11</b> |
| <b>4. INTRODUCCIÓN .....</b>                                                            | <b>12</b> |
| <b>5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>                                                | <b>13</b> |
| 5.1. PREGUNTA PROBLEMA .....                                                            | 14        |
| 5.2. ÁRBOL DE PROBLEMAS .....                                                           | 14        |
| <b>6. JUSTIFICACIÓN .....</b>                                                           | <b>15</b> |
| 6.1. POBLACIÓN OBJETIVO.....                                                            | 16        |
| 6.2. LOCALIZACIÓN .....                                                                 | 16        |
| <b>7. HIPÓTESIS.....</b>                                                                | <b>18</b> |
| <b>8. OBJETIVOS.....</b>                                                                | <b>19</b> |
| 8.1. OBJETIVO GENERAL.....                                                              | 19        |
| 8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                         | 19        |
| <b>9. MARCO TEÓRICO.....</b>                                                            | <b>20</b> |
| 9.1. EL ADOBE .....                                                                     | 20        |
| 9.1.1. PROCESO, ELABORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE ADOBES .....                              | 20        |
| 9.1.2. CONSTRUCCIONES EN TIERRA Y SUS DISTINTOS PROCESOS. ....                          | 22        |
| 9.1.3. PROCESOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL ADOBE EN MUNICIPIOS DEL CASANARE (COLOMBIA)..... | 24        |
| 9.2. MARCO REFERENCIAL .....                                                            | 28        |
| 9.3. MARCO CONCEPTUAL .....                                                             | 30        |
| 9.3.1. CONCEPTOS RELEVANTES .....                                                       | 30        |

|            |                                                      |           |
|------------|------------------------------------------------------|-----------|
| 9.3.2.     | AFECTACIONES DEL ADOBE .....                         | 32        |
| <b>10.</b> | <b>METODOLOGÍA .....</b>                             | <b>34</b> |
| 10.1.      | INTRODUCCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....    | 34        |
| 10.2.      | METODOLOGÍA INVESTIGATIVA: .....                     | 34        |
| <b>11.</b> | <b>DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>                 | <b>35</b> |
| 11.1.      | TRABAJO DE CAMPO .....                               | 35        |
| 11.1.1.    | LABORATORIO DE ARQUITECTURA EN TIERRA Y MADERA ..... | 39        |
| 11.1.2.    | RESULTADOS TRABAJO DE CAMPO .....                    | 48        |
| 11.2.      | MEMORIA COMPOSITIVA Y OPERACIONES FORMALES .....     | 60        |
| 11.3.      | IMPLANTACIÓN .....                                   | 62        |
| 11.4.      | PROCESO CONSTRUCTIVO .....                           | 63        |
| 11.5.      | PROPUESTA ARQUITECTÓNICA .....                       | 70        |
| 11.5.1.    | CUADRO DE ÁREAS .....                                | 71        |
| 11.5.2.    | TIPOLOGÍA ADOBES .....                               | 72        |
| 11.5.3.    | RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIAS .....                    | 75        |
| 11.6.      | RENDER E IMAGEN DEL PROYECTO .....                   | 76        |
| 11.7.      | ÁREAS INTERNAS DEL PROYECTO .....                    | 81        |
| <b>12.</b> | <b>CONCLUSIONES .....</b>                            | <b>82</b> |
| 12.1.      | RECOMENDACIONES .....                                | 83        |
| <b>13.</b> | <b>LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA .....</b>      | <b>84</b> |
| <b>14.</b> | <b>ANEXOS .....</b>                                  | <b>87</b> |

**1. LISTA DE FIGURAS**

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Árbol de problemas .....                                                                                             | 14 |
| <b>Figura 2.</b> Localización .....                                                                                                   | 16 |
| <b>Figura 3.</b> veredas preliminares de intervención .....                                                                           | 18 |
| <b>Figura 4.</b> Tipo de gavera y proceso de encofrado.....                                                                           | 21 |
| <b>Figura 5.</b> Proceso de elaboración de adobe en Pore y Nunchía .....                                                              | 27 |
| <b>Figura 6.</b> Referente casa adobe canyon, Patagonia.....                                                                          | 30 |
| <b>Figura 7.</b> Formato de encuesta realizada en las veredas Combura, San isidro y San Luis.....                                     | 35 |
| <b>Figura 8.</b> Registro fotográfico primer adobe "mediante técnica de conocimiento ancestral del municipio de Une Cundinamarca..... | 37 |
| <b>Figura 9.</b> Registro fotográfico recolección de muestras de tierra veredas Combura, San Luis y San Isidro.....                   | 39 |
| <b>Figura 10.</b> Observación de las muestras de tierra .....                                                                         | 40 |
| <b>Figura 11.</b> Selección y observación de las muestras de tierra .....                                                             | 42 |
| <b>Figura 12.</b> Distinción de la granulometría de las muestras de tierra.....                                                       | 43 |
| <b>Figura 13.</b> Prueba de sedimentación .....                                                                                       | 43 |
| <b>Figura 14.</b> Muestra de arcilla seca rígida .....                                                                                | 46 |
| <b>Figura 15.</b> Muestra de rigidez con arcilla.....                                                                                 | 47 |
| <b>Figura 16.</b> Muestra de plasticidad con arcilla .....                                                                            | 48 |
| <b>Figura 17.</b> Resultados estadísticos de las encuestas .....                                                                      | 49 |
| <b>Figura 18.</b> Resultado prueba 1 de sedimentación .....                                                                           | 52 |
| <b>Figura 19.</b> Resultado prueba de sedimentación 2 con arcilla.....                                                                | 54 |
| <b>Figura 20.</b> Prueba de rigidez .....                                                                                             | 55 |
| <b>Figura 21.</b> Prueba de retracción .....                                                                                          | 56 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 22.</b> Preparación de las muestras.....                                | 57 |
| <b>Figura 23.</b> Medición y peso de las muestras.....                            | 58 |
| <b>Figura 24.</b> Realización de prueba a compresión y a flexión.....             | 60 |
| <b>Figura 25.</b> Memoria compositiva .....                                       | 61 |
| <b>Figura 26.</b> Plano de implantación .....                                     | 62 |
| <b>Figura 27.</b> Detalle de cimentación .....                                    | 64 |
| <b>Figura 28.</b> Visualización del muro inferior en piedra.....                  | 64 |
| <b>Figura 29.</b> Detalle tipología de anclaje al paral de madera .....           | 65 |
| <b>Figura 30.</b> Detalle de anclaje del bloque de adobe al paral de madera ..... | 66 |
| <b>Figura 31.</b> Detalle anclaje del dintel .....                                | 67 |
| <b>Figura 32.</b> Detalle de estructura de cubierta.....                          | 68 |
| <b>Figura 33.</b> Detalle de cielo raso machimbrado .....                         | 68 |
| <b>Figura 34.</b> Detalle de canal y bajante de agua.....                         | 69 |
| <b>Figura 35.</b> Filtro de tubería del patio .....                               | 70 |
| <b>Figura 36.</b> Planta propuesta de materialidad .....                          | 71 |
| <b>Figura 37.</b> Tipología de gavera.....                                        | 74 |
| <b>Figura 38.</b> Esquema recolección agua lluvia .....                           | 76 |
| <b>Figura 39.</b> Fachadas .....                                                  | 76 |
| <b>Figura 40.</b> Perspectivas exteriores.....                                    | 78 |
| <b>Figura 41.</b> Áreas especiales.....                                           | 81 |

**LISTA DE TABLAS**

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>TABLA 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....</b>                 | <b>24</b> |
| <b>TABLA 2. CUADRO DE ÁREAS .....</b>                             | <b>71</b> |
| <b>TABLA 3. ADOBES ESTÁNDAR.....</b>                              | <b>72</b> |
| <b>TABLA 4. ADOBES ESPECIALES MURO CUMBRERA .....</b>             | <b>73</b> |
| <b>TABLA 5. CANTIDAD DE ADOBES TIPO ESTÁNDAR.....</b>             | <b>73</b> |
| <b>TABLA 6. CANTIDAD DE ADOBES ESPECIALES MURO CUMBRERA .....</b> | <b>74</b> |

## **Título**

CONSTRUCCIONES VERNÁCULAS RURALES OPTIMIZADAS PARA EL MUNICIPIO DE UNE  
CUNDINAMARCA

## **2. RESUMEN**

El municipio de Une cuenta con un alto déficit de vivienda tanto cualitativo como cuantitativo según cifras del (departamento administrativo nacional de estadísticas DANE, 2018) principalmente en las veredas de San Luis, Combura y San isidro. Inicialmente, se realizaron investigaciones de bases teóricas como: libros, artículos y revistas, que brindaron información pertinente acerca de los materiales requeridos.

Posteriormente el levantamiento de datos en campo mediante encuestas, un registro fotográfico y el diagnóstico del estado físico de las viviendas, permitiendo conocer las necesidades habitacionales de las comunidades, materialidad predominante (adobe), las tipologías existentes y las patologías (socavación, grietas y pérdida del material).

Paralelamente al trabajo de campo se realizó un prototipo de adobe con la técnica contemporánea de la región realizando una caracterizando el material y realizando ensayos de laboratorio.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación, se planteó una solución arquitectónica mediante el diseño del prototipo de vivienda rural, por medio de métodos de construcción vernáculos de la región mediante una optimización estructural en adobillo, orientando hacia un proceso de autoconstrucción progresivo, con el fin de tener mejores condiciones de habitabilidad en estas veredas.

**palabras clave**

Construcciones Vernáculas, Vivienda Rural, mejoramiento de vivienda, vivienda vernácula, adobe tradicional.

### 3. ABSTRACT

The municipality of Une has a high housing deficit, both qualitative and quantitative, according to figures from the (National Administrative Department of Statistics DANE, 2018) mainly in the villages of San Luis, Combura and San Isidro. Initially, research was carried out on theoretical bases such as: books, articles and magazines, which provided relevant information about the required materials.

Subsequently, data collection in the field through surveys, a photographic record and the diagnosis of the physical state of the houses, knowing the housing needs of the communities, predominant materiality (adobe), existing typologies and pathologies (undermining, cracks and loss of material).

Parallel to the field work, an adobe prototype was made with the contemporary technique of the region, characterizing the material and carrying out laboratory tests.

According to the results obtained from the investigation, an architectural solution was proposed through the design of the rural housing prototype, through vernacular construction methods of the region through structural optimization in adobillo, orienting towards a process of progressive self-construction, with in order to have better living conditions in these villages.

#### keywords

Vernacular constructions, vernacular dwelling, Rural Housing, home improvement, traditional adobe.

#### 4. INTRODUCCIÓN

La vivienda rural en Colombia se ha visto afectada por factores como el alto déficit, problemas geológicos, bajos estándares de sanidad y de habitabilidad, desencadenando problemáticas como el abandono progresivo de estas mismas, migraciones hacia las áreas urbanas cercanas, ocasionando que estos lotes queden deshabitados e incrementando la población en las áreas urbana, según datos del (D.A.N.E 2018) el déficit de vivienda rural en Colombia tanto cualitativo como cuantitativo es del 81%.

Tomando en consideración lo anterior, es necesario generar una solución que aporte a la realización una vivienda con estándares habitables, con materiales de calidad y que sea económica para la población objetivo en el municipio de Une Cundinamarca.

En este caso, el proyecto surge a partir de la necesidad de generar el diseño de viviendas que cuenten con un método constructivo tradicional en tierra de la región, planteando un mejoramiento en las características de dicho material, aportando un conocimiento a la población de tal modo que las viviendas tengan procesos viables para la autoconstrucción.

Se propuso llevar a cabo una investigación dentro del lugar de intervención acerca de los métodos tradicionales usados, las necesidades de los habitantes, las problemáticas tanto de la región y de los materiales, de igual modo se plantea realizar un trabajo de campo teniendo un acercamiento directo con la población y que nos aporte información más acertada de sus necesidades y de las problemáticas de las viviendas existentes.

## 5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia el déficit de vivienda rural alcanza porcentajes altos hasta del 81% lo que equivale a 2.9 millones de hogares que presentan problemas cuantitativos y cualitativos careciendo también de servicios públicos adecuados para las necesidades básicas aumentando los índices de pobreza multidimensional según datos estadísticos recopilados por el (DANE, 2018).

A nivel nacional Cundinamarca no es uno de los departamentos con mayor déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda rural, pero si presenta un índice considerable correspondiente del 29.7% en su territorio, las familias que residen en las zonas rurales por lo general no cuentan con los servicios públicos básicos, presentando dificultades también en el aspecto estructural de las viviendas ocasionando el abandono de estas y aumentando las migraciones hacia las áreas urbanas.

Actualmente en el municipio de Une la población rural es del 49.8% distribuidas aproximadamente en 3 personas por núcleo familiar en cada vivienda en el área de estudio se encuentran familias viviendo en casas con alto estado de deterioro en su estructura general y con pisos en tierra sin ningún tipo de acabado poniendo de cierta manera en riesgo la integridad y la calidad de vida de los usuarios.

Otro factor importante para tener en cuenta, son las actividades económicas que realizan las personas en el área rural como la agricultura y la ganadería, para que no se vean afectadas por la implementación de los nuevos prototipos de viviendas, si no por el contrario que se acoplen y adecuen a las necesidades de las comunidades aportando a la reactivación económica del sector agrícola el cual se ha visto aún más afectado por la reciente calamidad pública.

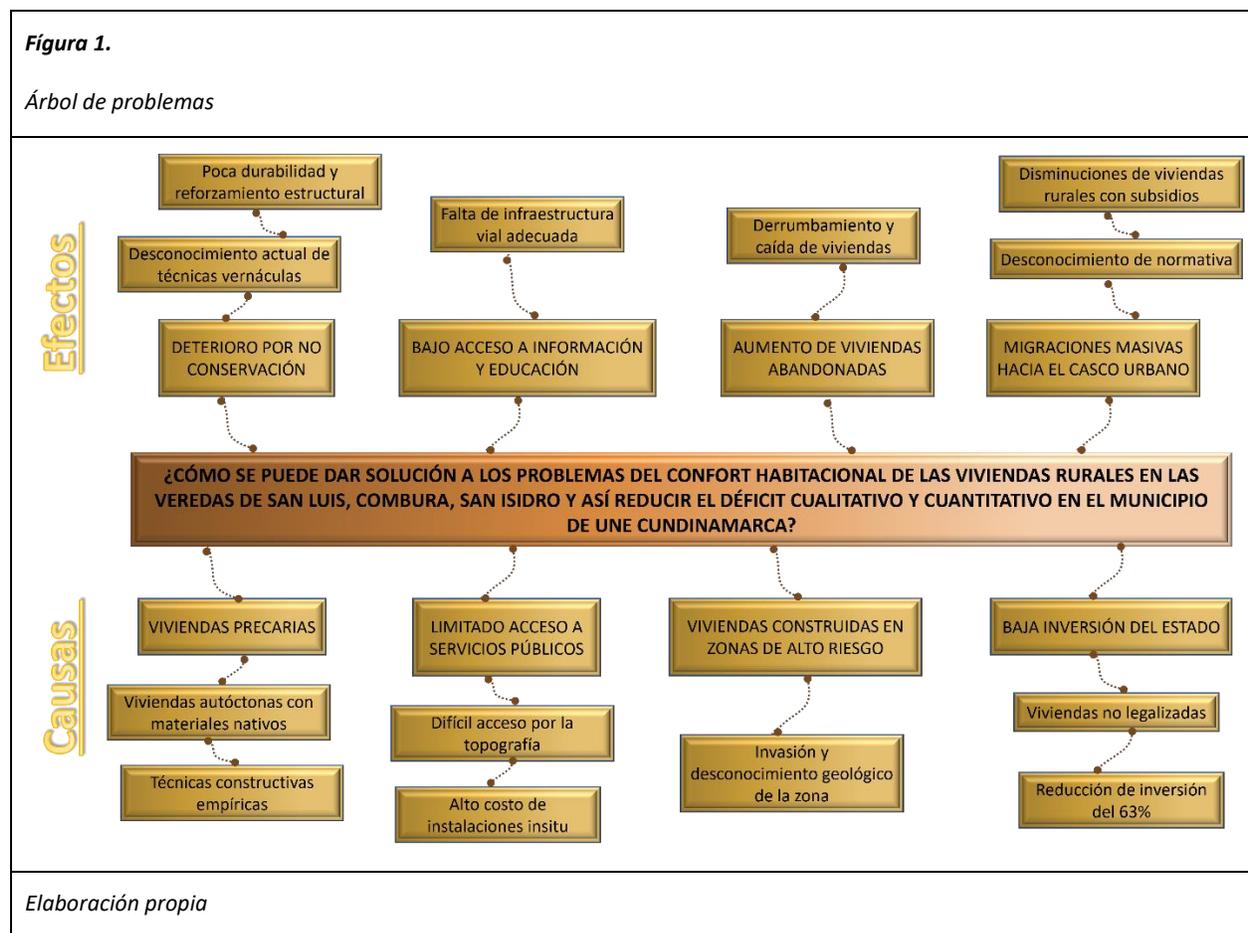
Los sectores de la ganadería y la agricultura en el municipio de Une son fundamentales para el desarrollo de la economía interna que maneja el territorio y que incluso antes de la llegada de la pandemia ya venía con problemáticas bien marcadas debido a las olas invernales, los sobrecostos en insumos de producción y los bajos costos a la hora de vender las cosechas, impidiendo que las personas

del sector puedan acceder a la adquisición de vivienda propia o a al mejoramiento de las actuales edificaciones en las que habitan, viéndose obligadas a migrar hacia el casco urbano o vivir en modo de arrendamiento en las fincas de patrones o capataces, afectando sus fuentes de ingresos económicos por no estar desempeñando las actividades agrícolas que realizaban en sus parcelas y hogares propios.

**5.1. PREGUNTA PROBLEMA**

¿Cuál es el prototipo de vivienda que puede dar solución a los problemas del confort habitacional de las viviendas rurales en las veredas de San Luis, Combura, San Isidro y así reducir el déficit cualitativo y cuantitativo en el municipio de Une Cundinamarca?

**5.2. ÁRBOL DE PROBLEMAS**



## 6. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Une Cundinamarca se encuentra en la región oriente del departamento, muy cerca de la capital del país Bogotá D.C, cuenta con un alto potencial en el sector agrícola, agropecuario y agroturístico en toda la región de oriente, siendo uno de los grandes productores de carne, papa, cilantro, cebolla, zanahoria, etc. de todo el departamento Cundinamarqués.

Es necesario para el desarrollo de esta investigación, analizar y estudiar el déficit cualitativo y cuantitativo de las veredas del municipio que se encuentran mas vulnerable frente a esta problemática conociendo de cerca las actividades socioculturales, económicas y habitacionales en las que se hayan para poder brindar una respuesta eficaz que se acomode a sus actividades cotidianas, evitando caer en errores de diseño de los prototipos y posterior abandono por parte de las personas que las habitan.

También es importante desde el punto de vista académico brindar una solución habitacional sustentable, segura y confiable, manteniendo las parcelas de producción económica para que las comunidades no se vean afectada por la reubicación hacia otras áreas del municipio y que no se vean obligadas a cambiar de predio o de actividad económica.

El municipio de Une a pesar de estar ubicado muy cerca de Bogotá aun presenta muchas problemáticas en cuanto a la edificabilidad rural, debido a la baja inversión y control estatal que se ve reflejado en viviendas de autoconstrucción no aptas estructuralmente, ubicadas en zonas de riesgo geológico y en muchos casos con carencia de servicios públicos, por tal razón es necesario que desde las academias del sector público y privado se conciban planes de mejoramiento hacia las comunidades vulnerables y se promuevan las buenas prácticas de desarrollo constructivo en los territorios.

Para concluir es importante también rescatar las buenas técnicas constructivas de antaño que se llevaban a cabo en el municipio, como por ejemplo el adobe, que con el pasar del tiempo se van olvidando y quedando rezagadas debido a su escasa utilización en la actualidad y a que no se incursiona en la innovación constructiva con la mezcla de diferentes sistemas estructurales como la estructura del

adobillo, por ejemplo con el diseño del prototipo de vivienda que aumenta considerablemente la seguridad y durabilidad de los hogares rurales.

### 6.1. POBLACIÓN OBJETIVO

El proyecto está pensado en beneficio de campesinos, agricultores y ganaderos de bajos recursos, que se encuentren situados en estas zonas rurales. Así mismo se piensa conservar la actividad económica, generando confort y comodidad produciendo una vivienda digna.

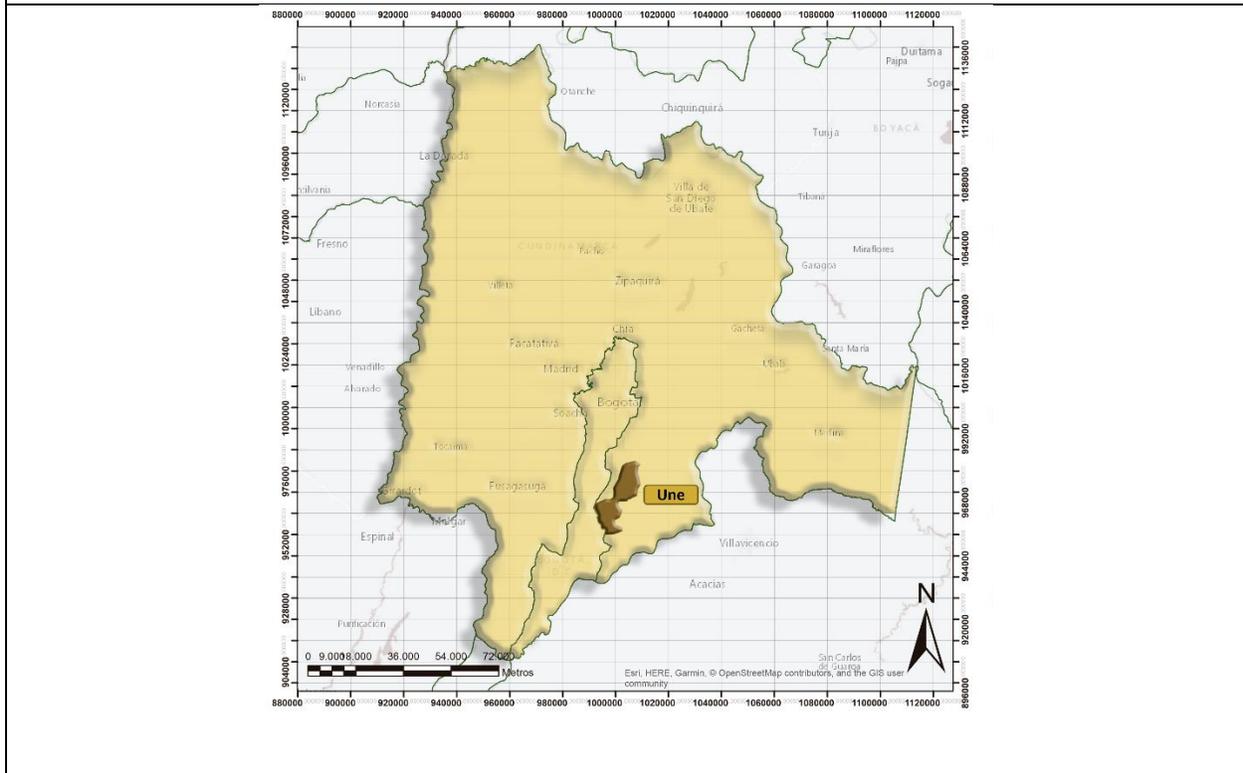
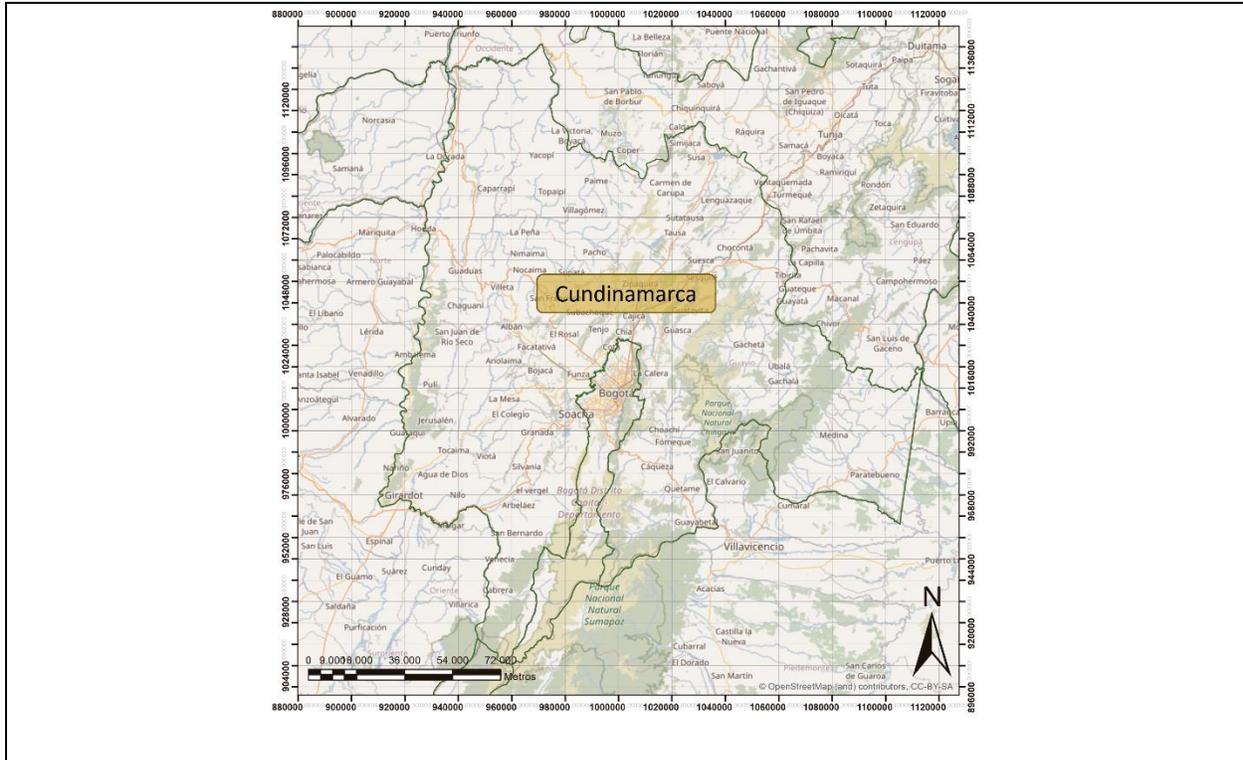
### 6.2. LOCALIZACIÓN

El municipio de Une, se encuentra ubicado en la provincia de oriente del departamento de Cundinamarca en las estribaciones de la cordillera oriental. Su altura sobre el nivel del mar es de 2.376 metros, y posee una temperatura media de 16°C. Distancia de Bogotá D.C, 43 Kilómetros y posee una extensión de 211 Km<sup>2</sup> ocupando un 0.94% del total del Departamento.

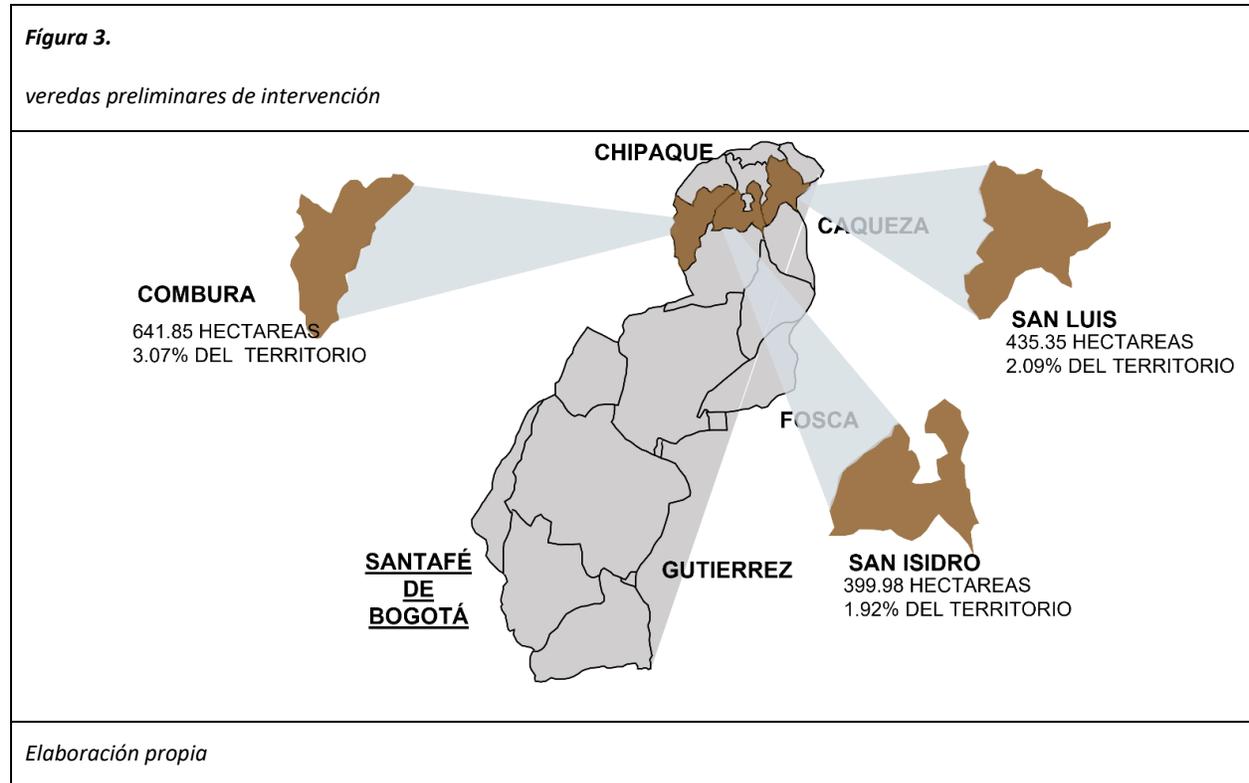
Cuenta con una Extensión total de: 233360 km<sup>2</sup> Km<sup>2</sup>, una extensión en área urbana de: 211 km<sup>2</sup> Km<sup>2</sup> y una extensión en área rural de: 233150 km<sup>2</sup> Km<sup>2</sup>, además su Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar) es de : 2.376 km<sup>2</sup>. Su temperatura media es de:16° C° C y tiene una distancia de referencia de Bogotá D.C, 43 Kilómetros. (archive.today, 2015.parr.14).

***Figura 2.***

*Localización*



Adaptado de: laboratorio de georeferencia SIG



## 7. HIPÓTESIS

Se considera posible mejorar las condiciones de habitabilidad en las veredas de San Luis, Combura y San Isidro del municipio de Une Cundinamarca, mediante el diseño de vivienda rural que combine las técnicas tradicionales vernáculas y la estructura en madera como el Adobillo.

## **8. OBJETIVOS**

### **8.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un prototipo de vivienda rural que se acople a las necesidades de las comunidades de las veredas de San Luis, Combura y San Isidro en el municipio de Une Cundinamarca, mediante técnicas constructivas vernáculas optimizadas con estructura en Adobillo.

### **8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Diagnosticar las necesidades de habitabilidad de las personas de las veredas San Luis, Combura y San Isidro en el municipio de Une.

Explorar las estrategias y técnicas constructivas vernáculas de desarrollo de vivienda rural en las veredas San Isidro, San Luis y Combura y evaluar la implementación de la estructura en Adobillo.

Proponer prototipo de vivienda rural que combine la estructura del Adobillo y las técnicas vernáculas, funcionales y estéticos, acordes con la topografía y las condiciones geológicas del sector.

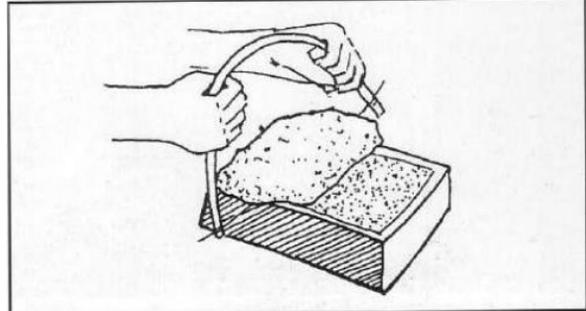
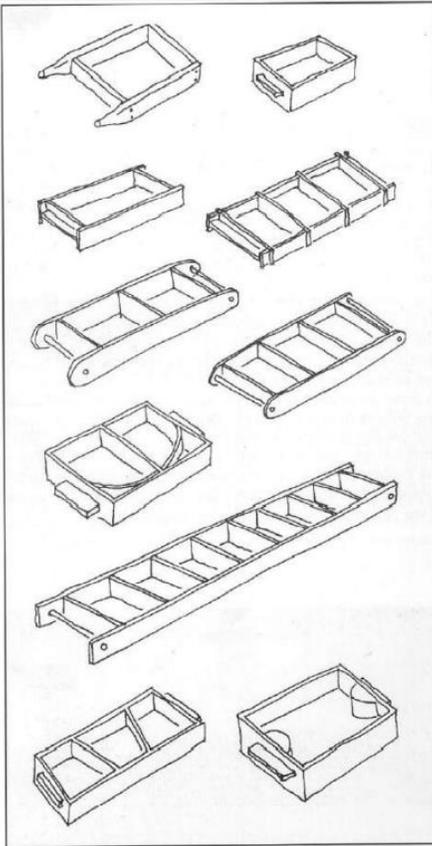
## **9. MARCO TEÓRICO**

### **9.1. EL ADOBE**

#### **9.1.1. Proceso, elaboración y construcción de adobes**

El adobe o bloques de suelo, siendo un material vernáculo se ha dado su uso o utilización desde épocas muy antiguas, como “las construcciones de (Turquestán) Rusia del año 8000 al 6000 a.C o en Egipto construcciones con 3200 años de antigüedad como las fortalezas de Medinet Habu y las bóvedas del templo mortuorio de Ramses II en Gourná” (Minke, 2005, p. 72). demostrando actualmente la durabilidad que se puede obtener y la resistencia con la que a pesar del tiempo se evidencia.

En cuanto a la elaboración de los adobes un aspecto relevante del texto es la técnica, básicamente la misma utilizada aquí en Colombia en tiempos anteriores, se recoge una muestra de tierra del suelo denominada barro (o suelo arcilloso) en ocasiones se mezcla con un poco de arena, se agrega paja cortada (la fibra) y por último se agrega agua creando una mezcla homogénea y deposita o se lanza sobre unos moldes de madera y realizando presión para que la mezcla quede lo más compacta posible, posteriormente con una madera recta, la mano o un alambre se retira el material que excede la gavera.

**Figura 4.***Tipo de gavera y proceso de encofrado*

Tomado de: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA (Minke.G. 2005). <http://permaconstruccion.org/wp-content/uploads/2017/06/Manual-Construccion-En-Tierra-Minke.pdf>

Para la realización de los bloques de adobe, la dosificación es una parte importante en su proceso si se desea adquirir un buen resultado, se observa una comparación con la dosificación de los ladrillos crudos industriales en donde se comprobó que al tener 24% de arcilla, 50% de limo, 23% de arena y 3% de grava suelen producirse problemas al mojarse y durante el secado del ladrillo, puesto que se genera una retracción y aparecen fisuras, debido a la alto porcentaje de arcillas y limos; mientras que los porcentajes óptimos para una realización de adobes, se produce mediante 14% de arcilla, 22% limo 62%arena y 2% grava, debido a que la arena proporciona una alta porosidad proporcionando una alta

resistencia a las heladas y alta resistencia a la compresión con un mínimo de retracción (Minke,2005, p. 76).

Posteriormente al secado, es de suma importancia tener especial cuidado en la colocación de los bloques debido a las fisuras o humedad, el mortero de pega se puede realizar mediante cal hidráulica, o mortero de barro donde se pueden agregar bajas cantidades de cemento y puede contener porcentajes de 4% a 10% de arcilla y a diferencia del mortero de cal, este no es dañino para la piel.

Los muros ya realizados, de debe tener en cuenta un recubrimiento para evitar el contacto de los bloques con el agua, sin embargo, “un revoque no es recomendable debido a que interfiere en la posibilidad del muro de balancear la humedad al interior del aire, por otro lado, se puede utilizar una capa de lechada de barro estabilizada con cal o caseína”. (Minke,2005 pp. 78-79).

### **9.1.2. Construcciones en tierra y sus distintos procesos.**

Ciertamente el adobe es un material vernáculo del cual se puede encontrar en distintas regiones de Colombia, de este mismo modo como, tiene algunas particularidades dependiendo la región en donde se cree.

Villa de Leyva es uno de los lugares importantes de Colombia donde se han generado las viviendas vernáculas construidas en adobe (tramo de trigo, residuos de obra y gavera de madera).

Igualmente, en los altiplanos cundiboyacense, payanense y nariñense también son consistentes en la producción de adobe en viviendas con una relevancia mayor dentro su cultura arquitectónica donde la morfología predominante es en L.

El proceso de producción de adobe se realiza de tal forma:

La producción de adobe en la región se lleva a cabo con pequeñas diferencias de manera similar, lo que se ha podido constatar en visitas conoce su comportamiento en el sitio. Por esto, en algunos casos sabe que debe de mezclarlo con arena o con un suelo más arenoso. Se tiene

entonces marcada un área circular –4,50 metros de diámetro descapotada, con un eje en el centro y libre de material orgánico, a la cual se le incorpora agua, se la “pisa” con animales – bueyes– y se deja “podrir” mínimo 24 horas. (Sánchez, C. 2007, pp. 247-248).

Un dato en común que tienen las regiones es que se realizan con gaveras en madera o bateas de madera. Se tiende a excavar la tierra hasta encontrar el tipo de suelo greda, se pisa con animales del lugar y dependiendo la región se mezcla con: otros tipos de suelos arenosos, estiércol de caballo, tramo de trigo y se le incorpora por último agua. Según el texto *La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas*, el adobe tiene propiedades de resistencia sísmica, tal como se observó en la vereda de Tranal en el resguardo de Guambia en las viviendas de adobe tras el paso del terremoto de Páez.

según lo expresado por Sánchez (2005) “Se realizaron análisis a adobes recolectados en diversos sitios y algunos de ellos datados alrededor de cien años, dieron resultados para la resistencia a la compresión entre 15,3 a 27,3 kg/cm<sup>2</sup>” (como se cita en Sánchez, C. 2007, p.248).

en cuanto al ladrillo tolete de arcilla cocida fabricado a mano en el municipio de Ocaña, arrojo un resultado a la compresión en promedio de 23 kg/cm<sup>2</sup> (revista unimilitar).

Mientras que el ladrillo estructural prensado realizado por la ladrillera Santafé se encuentra un promedio de 247 kg/cm<sup>2</sup> (ladrillera Santafé).

Y el mortero de pega, se establece un mínimo de 75 kg/cm<sup>2</sup> según la norma sismo resistente colombiana (NSR 10 – título E).

| <b>Tabla 1</b>                                                   |                                          |                                                 |                                                  |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Resistencia a la compresión                                      |                                          |                                                 |                                                  |
| <b>Adobe</b>                                                     | <b>Ladrillo tolete de arcilla cocida</b> | <b>Mortero de pega</b>                          | <b>Ladrillo estructural prensado</b>             |
| Resistencia a la compresión entre 15.3 a 27,3 kg/cm <sup>2</sup> | En promedio de 23,93 kg/cm <sup>2</sup>  | Se establece un mínimo de 75 kg/cm <sup>2</sup> | Se establece un mínimo de 247 kg/cm <sup>2</sup> |
| <i>elaboración propia</i>                                        |                                          |                                                 |                                                  |

Como se observó anteriormente se realizó una comparación entre bloques de tierra y arcilla e igualmente con material de construcción según la norma NSR 10, en donde se colocó la resistencia a compresión de cada material, a pesar de que un ladrillo estructural tiene una resistencia muchísimo mayor, pues el adobe ciertamente como material en tierra y sin cocer presenta una resistencia moderada teniendo en cuenta que se trabaja a modo de autoconstrucción y el secado es al aire libre, lo que se podría pensar es en realizar un reforzamiento en el material o generar una estructura que funcione de paralelo con la resistencia del adobe.

### **9.1.3. Procesos en la construcción del adobe en municipios del Casanare (Colombia).**

A pesar de que Colombia ha sido uno de los lugares más emblemáticos a la hora de las construcciones en tierra como el adobe, el uso de estas técnicas ancestrales con el tiempo ha ido disminuyendo hasta el punto de que en algunos lugares ha desaparecido, esto se ha presentado por distintas causas, como el asociar el adobe con factores económicos reducidos, la llegada de la industrialización con su fácil implementación y la falta de un manual con especificaciones técnicas y normatividad en el territorio nacional, desconociendo las características favorables que presenta el adobe como material de construcción.

Pore y Nunchía fundados en 1644 y 1655 ubicados en el pie de monte llanero son unos de los lugares de Colombia donde se ha dado el uso de adobe desde sus primeras edificaciones, transmitido este saber ancestral de generación en generación, de igual modo se presenta un alto número de viviendas construidas con métodos tradicionales en tierra, sin embargo, se produce una detención de estas construcciones por falta de licencias.

teniendo en cuenta la opinión de los pobladores, se determinaron las causas del deterioro del adobe y las causas del abandono de las viviendas, las cuales fueron, según Rivera, et al (2020) “falta de cimiento en los muros, las altas temperaturas, la antigüedad y la exposición a la humedad (entradas de agua)” (pp, 78-79).

Las opiniones de los habitantes también revelaron algunos datos acerca del abandono de las viviendas del cuales fueron.

la adopción de materiales industriales, junto con la ausencia del conocimiento sobre el adecuado mantenimiento de dichas construcciones, por lo cual expresan un interés de aprendizaje en técnicas constructivas y en la imperiosa necesidad de tener a su alcance un manual técnico sobre construcciones en adobe (Rivera et al.,2020, pp, 78-79).

Es importante mencionar el modo o pasos determinados para realizar el adobe en estos 2 municipios de Colombia del cual se presentaron 4 pasos, Rivera et al (2020) “1) la selección de los materiales, 2) el proceso de mezclado, 3) el sistema de moldeo y 4) las condiciones del proceso de secado” (p, 80).

Otro punto relévate a destacar en la investigación es el hecho de realizar el primer ensayo de pruebas denominada (Bouyoucos) en dos modelos de bloque de adobe destacando las propiedades físicas, en donde el primer modelo contiene: muestra del suelo, más el agua y en el segundo modelo contiene, la muestra del suelo, el agua, el pasto y la bosta (excremento de caballo). Posteriormente realizando la prueba a compresión en adobes con distintos compuestos y distintos tiempos de

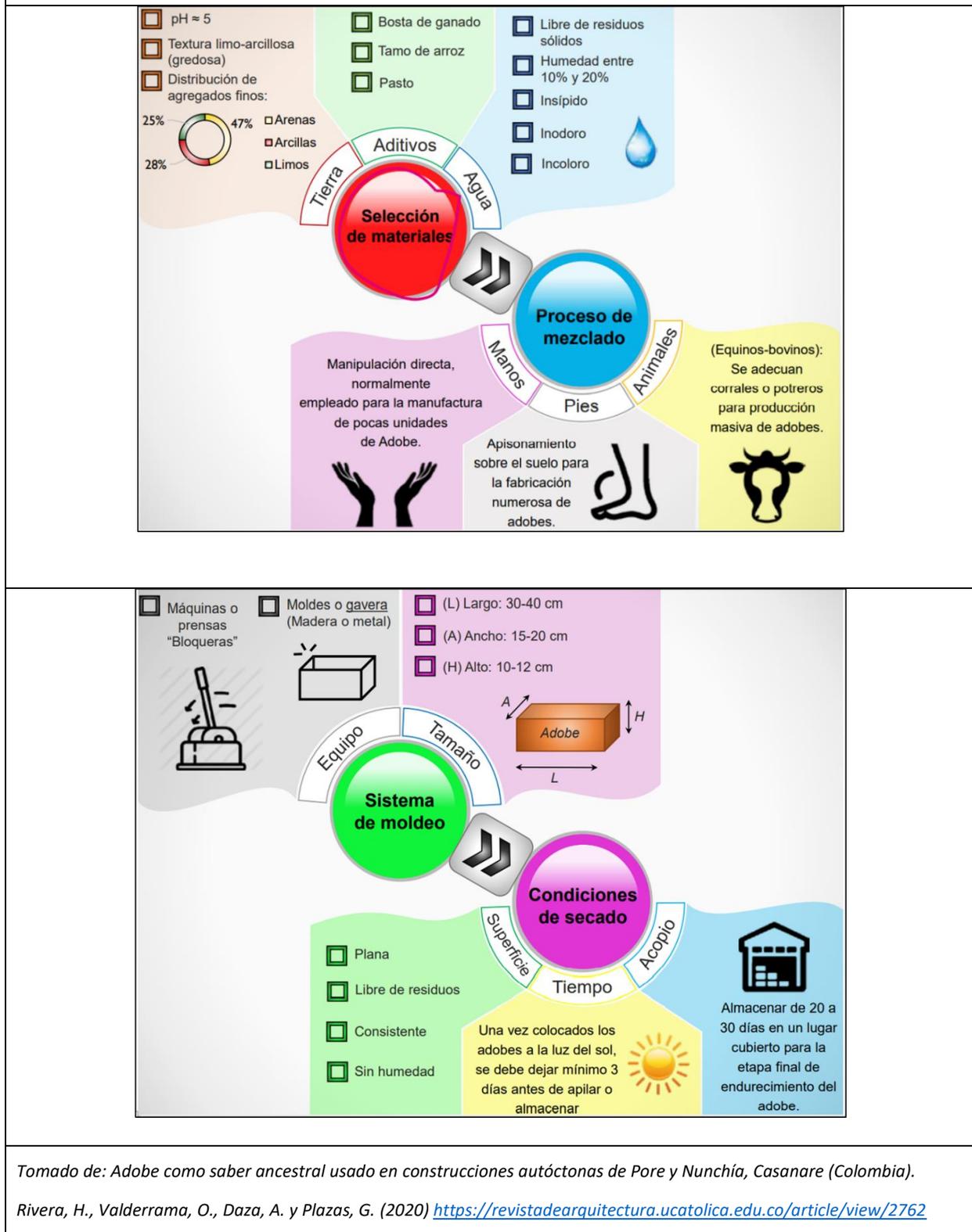
longevidad se determinó la resistencia, en donde el más resistente dio, 8,55 kg/cm<sup>2</sup> mediante la mezcla de agua y suelo con un tiempo de un mes de realizados, y el menos resistente dio, 5,22 kg/cm<sup>2</sup> mediante la misma mezcla con un tiempo de cien años; cabe destacar que solo se realizó una prueba mediante la mezcla de suelo, agua, bosta y pasto con un tiempo de un mes, arrojando el segundo resultado menos resistente, con una resistencia de 5,39 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que la resistencia de los adobes varía dependiendo:

el tipo de suelo, la presencia o no de aditivos naturales, la selección de la composición porcentual de arenas, limos y arcillas, la priorización del uso de la humedad óptima para los procesos de mezclado y obtención de la mayor densidad máxima permisible. (Rivera et al., 2021, p.81).

y aclarando la recomendación de evitar el uso de suelos que contengan alto índice de plasticidad, puesto que esto genera que al secarse se tengan mayores retracciones por parte del adobe.

Figura 5.

Proceso de elaboración de adobe en Pore y Nunchía



Tomado de: Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia).

Rivera, H., Valderrama, O., Daza, A. y Plazas, G. (2020) <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/2762>

Para concluir, según lo anterior y teniendo en cuenta la investigación junto con el trabajo de campo realizado en las veredas de nuestra intervención, se puede observar una gran similitud en el proceso de construcción del adobe en los municipios del Casanare, el municipio de Une Cundinamarca en incluso en regiones como los altiplanos Cundiboyacenses, sin embargo el uso de algunos componentes distintos entre regiones, puede variar en la resistencia a la compresión por parte de este material vernáculo, acotando las especificaciones dadas en los documentos observados, se tendrán en cuenta para el mejoramiento del material en los municipios de Une.

## **9.2. MARCO REFERENCIAL**

### **CASA ADOBE CANYON, PATAGONIA**

El proyecto en referencia que se tomo es la casa adobe canyon ubicada en la ciudad de Patagonia en estados unidos, fue diseñada por el arquitecto Rick joy en el año 2005, esta construcción es de tipo vivienda con un material predominante en tierra compactada,

Primeramente, sobre la colina se percibe un gran volumen sencillo de tierra compactada simulando alguna ruina ancestral, se genera un paralelepípedo de base en planta cuadrada con una longitud lateral de 12,8 metros con unos muros de 4 metros de altura generando un volumen en cruz zonificando las áreas públicas, en el costado sur se implanto el salón, en el costado norte se genero el dormitorio y en el oriente y occidente se generaron dos áreas con distintas percepciones según la hora del día; estos lugares se visualizan en la fachada generando cuatro grandes aperturas y cuentan con un revestimiento reflectante, con una distinción en las dos áreas cambiantes según la hora del día que contienen una puertas metálicas y el dormitorio y el área social cuentan con unos muros cortina y las áreas de servicio se encuentran en la parte interna fuera de la delimitación del volumen en cruz.

Debido a los 45 centímetros de grosor que contiene el muro, es muy efectivo para evitar las altas y bajas temperaturas en la vivienda y no es necesario adaptar placas de aislamiento, un factor

favorable es que estos muros se realizan en el lugar de construcción con la característica de que se debe generar una unión específica tanto en la cubierta, en la unión con el suelo y en la apertura de los huecos. Así mismo se tiene un muro inferior perimetral en la vivienda con el fin de que los muros en piedra se asienten sobre él, permitiendo generar unos antepechos en las ventanas que protegen las paredes de la humedad; en este muro perimetral se realiza toda la instalación de las tomas corrientes, las canalizaciones y las uniones de las puertas.

En la parte superior se colocó una viga de hormigón armado con dos funciones específicas, la primera es permitir el reparto de las cargas sobre los muros de tierra y así generar que el muro sea más rígido, y la segunda es conectar la cubierta realizada mediante cerchas conectándolas con el muro por medio de el anclaje al borde de la viga de 1.20 metros conforme al grosor de la estructura de la cubierta, esta estructura se ocultó generando un falso techo liso al que se le realizaron lucernarios.

**Figura 6.***Referente casa adobe canyon, Patagonia*

Tomado de: CASA ADOBE CANYON, PATAGONIA. AV arquitectura viva. (s.f.) <https://arquitecturaviva.com/obras/casa-adobe-canyon-patagonia>

### 9.3. MARCO CONCEPTUAL

#### 9.3.1. Conceptos relevantes

Construcciones vernáculas: este tipo de arquitectura se constituye por estar realizada mediante materiales y técnicas específicas de una región, busca enfocarse en las necesidades de una región en

específico, para mantener este tipo de tradiciones, generalmente es la misma población quien enseña y transmite dicho conocimiento a los predecesores mediante sus técnicas, las soluciones constructivas y el tipo de materiales a utilizar, de este modo es la persona oriunda quien construye y crea las construcciones manteniendo así la tradición del lugar y brindando un apoyo a su comunidad (Arquitectura pura, s.f.).

Adobe: Es uno de los materiales de construcción más antiguos que existen y que aun continua en uso, cuenta con ventajas como la fácil accesibilidad en vista de que es realizado a muy bajo costo y se elabora por la misma comunidad local, las construcciones en adobe cuentan con la característica que generalmente son de autoconstrucción debido a que es una técnica constructiva tradicional, es sencilla de ejecutar y los bloques se unen entre si mediante una mezcla de barro, misma con que se realizan los bloques. Las proporciones adecuadas para la óptima realización del adobe es de entre 15% y 30% de arcilla y arena o áridos más gruesos (El Adobe en la Construcción para el Desarrollo, 2008).

El DANE (2009) define el déficit de vivienda como:

El déficit cuantitativo de vivienda estima la cantidad de viviendas que la sociedad debe construir o adicionar al stock para que exista una relación uno a uno entre las viviendas adecuadas y los hogares que necesitan alojamiento, es decir, se basa en la comparación entre el número de hogares y el de viviendas apropiadas existentes. (p.15).

El déficit cualitativo hace referencia a las viviendas particulares que presentan deficiencias en la estructura del piso, espacio (hacinamiento mitigable y cocina), a la disponibilidad de servicios públicos domiciliarios y, por tanto, se requiere de dotación de servicios públicos, mejoramiento o ampliación de la unidad habitacional. (p15)

### **9.3.2. Afectaciones del adobe**

#### **El agua**

Siendo el agua uno de los materiales primordiales para la realización del adobe, también puede desencadenar problemáticas, inicialmente se podría encontrar por la humedad debido a que el adobe tiende a absorberla mientras está saturada en el aire del ambiente o en zonas húmedas dentro de la vivienda desplazándose hacia el exterior de la construcción depositándose al interior del muro desencadenando problemáticas como el desprendimiento del recubrimiento, ya que se encuentra con una capa impermeable separando progresivamente la terminación de este recubrimiento; en segundo lugar se puede presentar en su estado líquido ya que al entrar en contacto con el adobe los podría deshacer, se podrían originar al haber daños en la cubierta por falta de mantenimiento u otros problemas, generalmente provoca daños en el último tercio del muro, aunque si el problema persiste podría llegar a generar surcos, desmoronamiento o el desplome del muro; también se podría originar en la parte inferior del muro, se denomina daños por socavación, ya que al haber salpicaduras de agua genera un desprendimiento del muro, desacoplándolo o generando el colapso.

#### **Falta de mantenimiento y sismos**

Al generar esfuerzos mediante sismos al adobe y posteriormente presentar una falta de mantenimiento ya sea por esta causa o por el paso del tiempo, tiende a tener problemas, inicialmente con las fisuras puesto que son aperturas que se generan en el muro y son superficiales lo que no representan un daño estructural, en un caso más avanzado, son las grietas estas se dividen en 2 las no pasantes que simplemente se evidencian por una sola cara y no atraviesan todo el muro, mientras que las grietas pasantes son aquellas que atraviesan todo el espesor del muro y se evidencian por ambas caras, estas generalmente afectan la estructura y la estabilidad del muro. posteriormente tenemos el caso del desplome debido al haber un sismo y no presentar una adecuada cimentación el muro tiende

a perder verticalidad, este se permite entre un 10% a 20% consiguiente a eso es necesario rehacer el muro y por último tenemos la consecuencia más grave siendo el colapso, siendo la pérdida del material del muro en consecuencia provocando un derrumbe parcial o total de este.

## **10. METODOLOGÍA**

### **10.1. INTRODUCCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

La investigación se llevó a cabo en las veredas de San isidro, Combura y San Luis en el municipio de une Cundinamarca, de tal modo que en primer lugar, se realizó una investigación bibliográfica que nos ayudara a recopilar información tanto municipal, departamental y nacional, datándonos de fuentes de información especializadas como el repositorio de la universidad la gran Colombia, el siguiente paso, es realizar un formato de encuestas que llevara tanto preguntas cerradas como abiertas del cual se llevara a cabo en las veredas de intervención, paralelamente se conseguirán muestras de tierra con las que también se realizaran ensayos de campo, respectivamente, para complementar estos resultados se realizaran pruebas de laboratorio midiendo la resistencia y otros aspectos del material, ya que con estos resultados se planteara una propuesta de mejoramiento del material, de las cuales también se realizaran ensayos en laboratorio y posteriormente se analizaran los resultados arrojados para finalmente proponer la solución que mejor se adapte según las problemáticas observadas.

### **10.2. METODOLOGÍA INVESTIGATIVA:**

El enfoque investigativo es mixto “cuantitativo y cualitativo” puesto que inicialmente se tuvo que realizar un formato de encuestas que posteriormente se llevó al trabajo de campo, de los resultados, se analizaron y se concluyeron en datos estadísticos donde se resumieron, los resultados que arrojaron los ensayos en el laboratorio, se concluyeron, acotando el problema y proponiendo una posible solución; sin embargo la encuesta también llevo preguntas que se respondieron a modo de observación del estado actual de las edificaciones, características del material a trabajar, principales problemáticas estructurales entre otros datos.

11. DESARROLLO DEL PROYECTO

11.1. TRABAJO DE CAMPO

Inicialmente se tuvo que plantear un cronograma de planificación de cómo se realizó nuestro siguiente punto de la investigación, se elaboró un formato de encuesta con preguntas específicas y bien determinadas a la población objetivo con un total de cuarenta y dos preguntas del cual dieciocho son preguntas abiertas y las demás son preguntas de opción múltiple, dicha encuesta se realizó con el fin de adquirir información acerca del estado actual de las viviendas, la información de las necesidades y percepción que tiene la población encuestada acerca de sus viviendas.

Figura 7.

Formato de encuesta realizada en las veredas Combura, San isidro y San Luis

The figure displays three panels of a survey form titled "CONSTRUCCIONES VERNÁCULAS RURALES OPTIMIZADAS CON ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL MUNICIPIO DE UNE CUNDINAMARCA".

- Panel 1 (Left):** Contains the title, a registration section for the building, and a section for basic information including location, type of building, and characteristics of the address.
- Panel 2 (Middle):** Focuses on the "PARED" (Wall) section, asking about construction materials and whether the wall is made of brick or concrete.
- Panel 3 (Right):** Focuses on the "ESTRUCTURA DE CUBIERTA" (Roof Structure) section, asking about the type of roof and whether it is made of metal or wood.

Each panel includes a logo at the top and a footer that reads "PROYECTO TEMÁTICO DE GRADO".

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>1. ¿Cuántas personas integran su núcleo familiar?</p> <p>2. ¿Cuál es su actividad productiva?</p> <p>3. ¿Cuáles son los espacios que usted cree que debería tener su vivienda?</p> <p>4. ¿Qué problemas tiene su vivienda?</p> <p>5. ¿Actualmente cuál cree usted que sea el estado actual de su vivienda? – cómo califica usted su vivienda?</p> <p>PROYECTO TEMÁTICO DE GRADO</p> |  <p>6. ¿Con qué material está construida su vivienda?</p> <p>7. ¿Ha tenido cercano o conoce usted algún programa de vivienda?</p> <p>8. ¿Qué métodos tradicionales de construcción conoce usted?</p> <p>9. ¿Debe usted utilizar alguno de los métodos tradicionales de construcción?</p> <p>10. ¿Qué ventajas o desventajas conoce del material de su vivienda?</p> <p>11. ¿Qué agente usted para la construcción de su vivienda?</p> <p><b>SECTOR DE CUANDO SUBMITA LA INFORMACIÓN</b></p> <p>Nombre completo: _____</p> <p>Indicador de quién proporciona la información con la institución:</p> <p>Administrador    Asesorado    Empleado    Encargado    Familiar    Propietario</p> <p>Aprobado por: _____</p> <p>Nombre y apellido del ciudadano: _____</p> <p>Fecha: _____</p> <p>PROYECTO TEMÁTICO DE GRADO</p> |
| <p><i>elaboración propia</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Este acercamiento a la población también contribuyó a conocer aspectos muy relevantes dentro de sus formas de vida, de igual modo se tuvo un acercamiento con un habitante del municipio quien fue la única persona que nos pudo colaborar con su conocimiento del método de elaboración del adobe, ya que el conocimiento ancestral se ha venido perdiendo con el pasar del tiempo y la llegada de métodos de construcción modernos.

Para la elaboración del adobe, fue necesario adquirir un listado de materiales que también contaban con una proporción específica para la mezcla, la fórmula de dosificación del material consta de:

- 2 kilogramos de tierra
- 2 kilogramos de greda
- 2 libras de paja
- Una botella de agua de 2.5 litros
- 2 libras de estiércol de caballo

El proceso y la preparación del material se da de la siguiente manera:

Se consiguió y se verificó los materiales como tal “la tierra y la greda”, luego, se adquirió el eno “paja” y el estiércol de caballo “bosta” y es muy importante que se encuentren secos, el siguiente punto fue

adecuar el sitio para posteriormente dar inicio a la mezcla y dicha preparación se realizó colocando un material flexible en el sitio y que no se adhiere al material, se ancla en las esquinas o bordes para que al realizar la mezcla no se retraiga.

Luego de tener el sitio preparado se procede a realizar la mezcla iniciando por la tierra y la greda, el siguiente paso es realizar una abertura en el centro del agregado y coloca la bosta (estiércol de caballo), la paja (eno) y el agua y se procede a amasar la mezcla, primero con las manos y siguiente con los pies, cuando ya se encuentre bien amasada y con una textura homogénea se vierte esta mezcla dentro de las gaveras de madera (molde) para posteriormente dejarla durante 4 horas para retirar la gavera y por ultimo dejar secando en el lugar durante 3 días y después apilarlos o dejarlos en el mismo sitio durante los siguientes 20 a 30 días.

**Figura 8.**

*Registro fotográfico primer adobe "mediante técnica de conocimiento ancestral del municipio de Une Cundinamarca"*





Con la encuesta y el adobe ya realizados, se procede a ir hasta el lugar, en donde primero se evidencio que el adobe realizado estuviese en perfecto estado, asimismo que los ensayos preparados a las tierras de las tres veredas en el molde de madera se encontraran ya secos, igualmente, un habitante de la vereda de San Luis nos obsequió un adobe de una de sus viviendas realizadas en este mismo material, del cual se data una longevidad aproximada de cien años, mismo adobe al que posteriormente realizaremos pruebas según el laboratorio. Por último, se recogieron las muestras de tierra de las veredas San Isidro, Combura y San Luis, de igual modo se recolectaron los materiales de bosta, greda, tierra y eno de donde se realizó el adobe con el método ancestral, es decir, San Isidro.

**Figura 9.**

Registro fotográfico recolección de muestras de tierra veredas Combura, San Luis y San Isidro



### 11.1.1. Laboratorio de arquitectura en tierra y madera

Contando con los materiales traídos desde Une, acordamos una reunión con nuestro docente y director de grupo Manuel Fernando Martínez y con el arquitecto Erwin Zambrano el día 23 de octubre del 2021 en donde se generaron unas pruebas y se aprendió su proceso, inicialmente se colocaron los materiales en la mesa siendo, la tierra de Combura, san isidro, san Luis, la bosta de caballo junto con el eno, la greda de san isidro y una muestra de las tres tierras un una caja de madera donde se colocaron y se compactaron, se dejaron secar y se observó el asentamiento de cada una, sin embargo esta última toco repetirla puesto que las tierras no conllevaban una humedad con medida exacta.

**Figura 10.***Observación de las muestras de tierra**elaboración propia*

Inicialmente se habló de la bosta de caballo y fue el primer material en retirarse de la realización del adobe, según nos comentaba el arquitecto Erwin, esta bosta de caballo se requiere únicamente por el contenido de fibra y con mejores propiedades que el de la vaca ya que tiene menos proceso digestivo, sin embargo se retiró debido que este material aun así contenía material orgánico y este material está en constate descomposición por la humedad del ambiente, además de que contiene microorganismos que pueden posteriormente generar hongos y ser perjudicial para la salud humana, lo que se recomendó es utilizar fique porque es una fibra muchos más resistente, viene libre de material orgánico y es totalmente limpia, además de que su costo no es elevado.

iniciamos con las pruebas, denominadas “pruebas sensoriales”, la primer prueba es la visual, para determinar el color de las muestras mediante la observación, se evidencio que la muestra tomada de Combura es de una tonalidad oscura por lo que se determinó que es tierra fértil y con características de componentes orgánicos en gran cantidad, la segunda muestra de san isidro, misma tierra con la que se realizó uno de los adobes con los que se realizaron los ensayos, tiene una tonalidad café clara y con grumos de tierra más grandes, la tercer muestra de San Luis tenía una tonalidad de café claro con unos grumos amarillo grisáceo expresando la presencia de arcilla lo que aumenta su plasticidad, por ultimo

tenemos la muestra extraída en la vereda de san isidro siendo greda conteniendo una tonalidad amarillo beige con fragmentos café.

La segunda prueba es la prueba del tacto, se toma una cantidad mínima de tierra aproximadamente una cucharada pequeña, se coloca en la mano y se empieza a frotar con un dedo de la otra mano, en este proceso se percibe la sensación de una lima o la textura de la sal, paso siguiente observar que aparezcan unas rocas diminutas que rayen la mano al frotarla, en conclusión estas piedritas tienen la característica que son “indeformables”, en este caso no sucedió puesto que la tierra se encontraba con un porcentaje de humedad, por lo tanto, fue necesario dejar secar la tierra y realizar nuevamente el ensayo.

**Figura 11.***Selección y observación de las muestras de tierra**elaboración propia*

Con este experimento también se pudo evidenciar la importancia de tamizar la tierra a la hora de la realización del adobe para filtrar las partes de tierra de mayor tamaño, vale aclarar que es muy significativo la contención de cierto porcentaje de grava en la mezcla, pero que este porcentaje sea mínimo, debido a que si la grava es de tamaño considerable frente al adobe o se presenta en gran cantidad, genera espacios internos y conteniendo aire en este mismo, lo que consecuentemente genera fracturas en el adobe, el tamiz recomendado para la realización del adobe es de 0.5 mm.

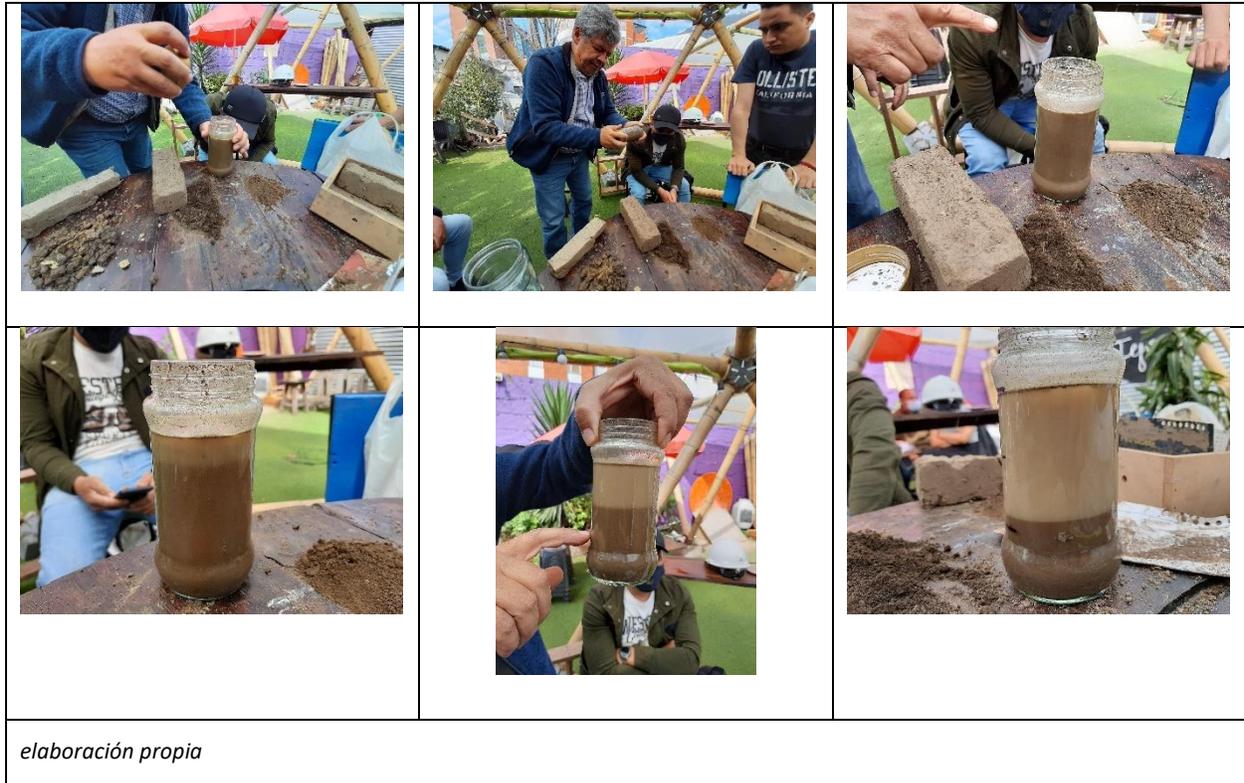
Posteriormente también se recalcó la importancia de porcentaje del ligante dentro de la mezcla para el adobe, siendo en nuestro caso greda o arcilla, la proporción que puede contener un adobe oscila entre 50% y 80%.

**Figura 12.***Distinción de la granulometría de las muestras de tierra**elaboración propia*

La tercera prueba, es la prueba del gusto, consta de tomar un poco de tierra seca en la mano aproximadamente una cucharada y se humedece el dedo con saliva, paso siguiente es colocar el dedo en la mano que contiene la tierra y la muestra que quede adherida al dedo, se coloca ente los dientes del frente para poder triturarla, de este modo alcanzar a percibir o sentir la acides de la tierra. Este ensayo en el momento no se pudo realizar puesto que la tierra se encontraba húmeda, sin embargo, posteriormente se realizó.

La cuarta prueba para realizar es la de sedimentación, primero se toma una botella cilíndrica y lo más recta posible en sus paredes y se fracciona en 3 partes iguales, donde en el primer tercio se coloca la tierra, en los otros 2 tercios se coloca agua totalmente limpia, luego de tener las porciones, se agita de manera sutil dándole vueltas al envase de vidrio, el siguiente paso es dejarlo en una superficie plana para que se puedan formar las capas de las características de la tierra, esta prueba se realizó durante no más de 30 minutos, sin embargo el tiempo óptimo de la prueba son 7 días.

**Figura 13.***Prueba de sedimentación*



En la prueba anterior, en el tiempo mencionado anteriormente, se pudo observar que se separaron en 3 capas distintas, la primera capa de abajo hacia arriba se acento la tierra solida sin compuestos orgánicos, la segunda capa era la mayor parte del agua, misma que adquirió una tonalidad café grisácea, la última capa y la más delgada de tan solo milímetros, contenía todo el material orgánico que tenía la tierra.

De las anteriores cuatro pruebas que se realizaron, se pudo sacar una conclusión con el acompañamiento de arquitecto Erwin zambrano y el arquitecto Manuel Fernando Martínez, que 3 de las 4 muestras de tierra no son óptimas para la realización del adobe, puesto que su contenido orgánico, falta de material granulométrico y plasticidad no funcionan, con base en lo anterior se realizaron nuevamente las pruebas mencionadas con el material ligante o arcilloso, pero con la especificación del arquitecto Erwin de tener que mezclarlo adicionando arena de peña, con el fin de incluirle el material granulométrico.

Anexo a las 4 pruebas a realizar, también se comentaron 3 pruebas más, la primera consta de colocar tierra con una medida de proporción de agua igual en 3 cajas de madera de 2.5 cm de ancho por 2.5 cm de alto y 20 cm de largo donde se observara al pasar de los días la retracción de la tierra, la segunda prueba es la de rigidez, que consta de dejar secar la greda hasta que esté completamente seca y posteriormente pulverizarla, luego se humedece con una cantidad de agua mediante alguna unidad de medida, hasta que se encuentre con la textura blanda “como la masa cruda de una arepa”, se forma una esfera y se deja secar; la última prueba es la de filamento o de plasticidad, esta consta de con la greda seca, se humedece de la misma manera que la prueba anterior con la diferencia que realiza una tira cilíndrica de esta mezcla hasta tener no más de un ancho de un palillo de pincho y una longitud de 10 cm.

**Figura 14.***Muestra de arcilla seca rígida**elaboración propia*

para las pruebas faltantes de laboratorio, teniendo en cuenta las pautas dadas por el arquitecto Erwin Zambrano, se procedió a dejar secar las tierras un periodo de tiempo prudente aproximado de 10 días, del cual la greda se dividió en trozos pequeños para que su secado fuera más óptimo, posterior a esto ya con la greda solidificada totalmente, la primer prueba a realizar fue la de rigidez, en donde se tomó la greda o arcilla en rocas rígidas y se pulverizo a rocas más diminutas con un martillo, el paso siguiente fue encontrar una unidad de medida para saber qué proporción de agua se vertería sobre el material, se tomó una jeringa de una medida máxima de 5 mililitros, se colocó el material pulverizado en un recipiente plástico donde consiguientemente se empezó a agregar agua en proporciones de 5 milímetros, se fue midiendo mediante el tacto que tan húmedo estaba dependiendo de cuantos milímetros se fuese vertiendo, para que la arcilla quedara con la textura en similitud con la harina húmeda para hacer arepas según fue un parámetro del arquitecto Erwin Zambrano.

se utilizó un total de 180 mililitros de agua, paso siguiente mezclar la arcilla con esta cantidad de agua hasta que la mezcla quedara lo más homogénea posible y proceder a realizar una bolita lo más esférica posible, en donde se realizaron 3 muestras, una con el tamaño aproximado de 10 cm de

diámetro, la segunda con el tamaño de 5 cm de diámetro y la tercera con un tamaño de 3 cm de diámetro, por último, se dejó secar un tiempo prudente de 8 días.

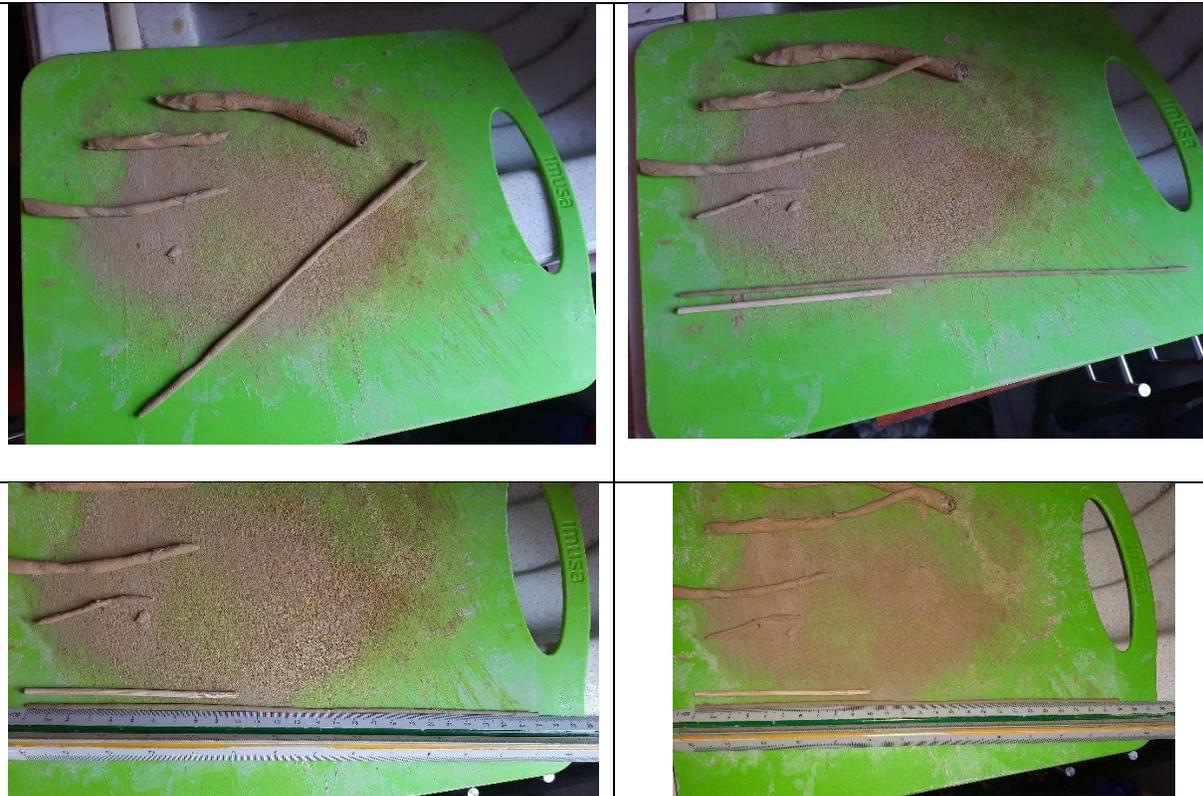
**Figura 15.**

*Muestra de rigidez con arcilla*



*elaboración propia*

La siguiente prueba, igualmente teniendo en cuenta los parámetros del arquitecto Erwin, fue la prueba de plasticidad en donde, se tomó una muestra de la greda o arcilla de la vereda San Isidro, del cual mantuvo una humedad constante puesto que se tuvo sellada en una bolsa plástica, luego de tomarla no hubo ninguna necesidad de agregar ninguna proporción de agua, así como estaba se tomó un trozo y se empezó a frotar en la tabla generando un cordón delgado, la longitud mínima propuesta era de 10 cm de largo y del mismo grosor de un palillo de pincho (aprox. 3 milímetros), sin embargo de este trozo de arcilla, se fue extendiendo hasta dar una longitud sin que se cortara de 26,2 cm y un grosor de aproximadamente 2 milímetros.

**Figura 16.***Muestra de plasticidad con arcilla**elaboración propia*

### 11.1.2. Resultados trabajo de campo

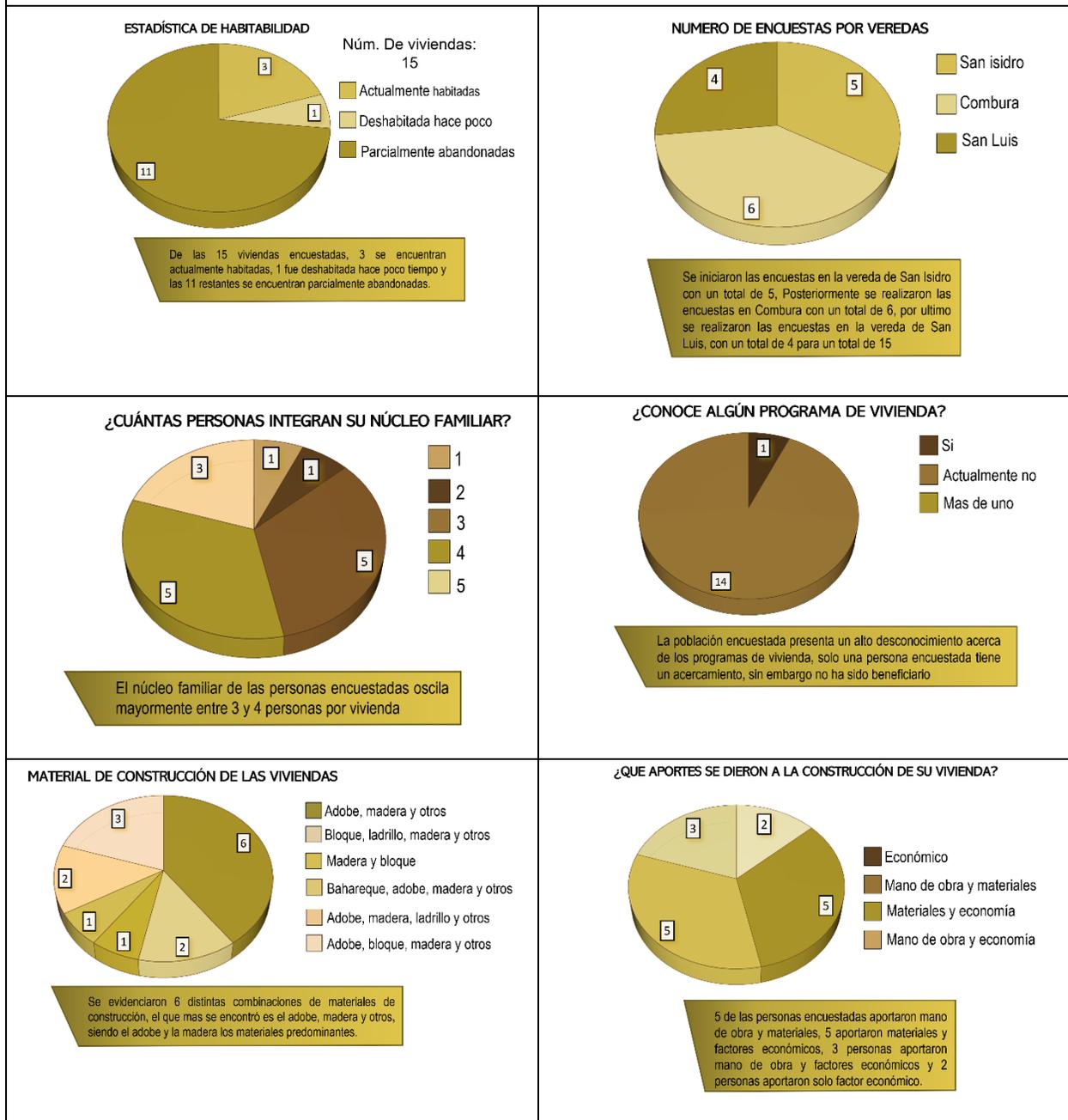
#### Encuestas

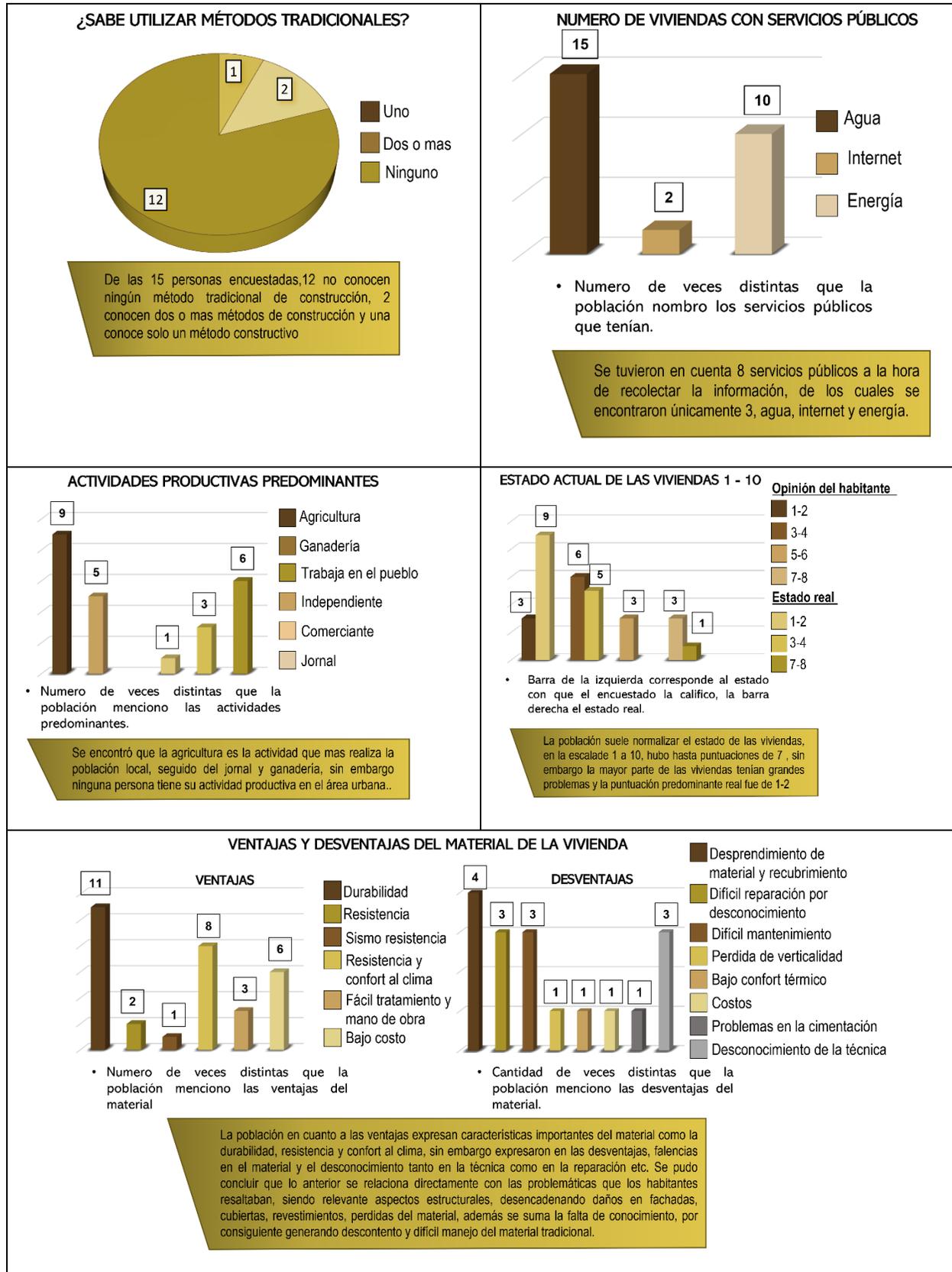
Las encuestas se realizaron a quince personas de viviendas diferentes, se generaron cuarenta y dos preguntas distintas, de las cuales dieciocho son preguntas abiertas y once, son específicamente de las viviendas y las necesidades de los habitantes. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en dichas encuestas, se generaron unos gráficos estadísticos que facilitarían expresar la lectura de estos resultados, se generaron gráficos de: número de encuestas que se realizaron por vereda, la estadística de habitabilidad de las viviendas, número de viviendas con servicios públicos, material predominante de

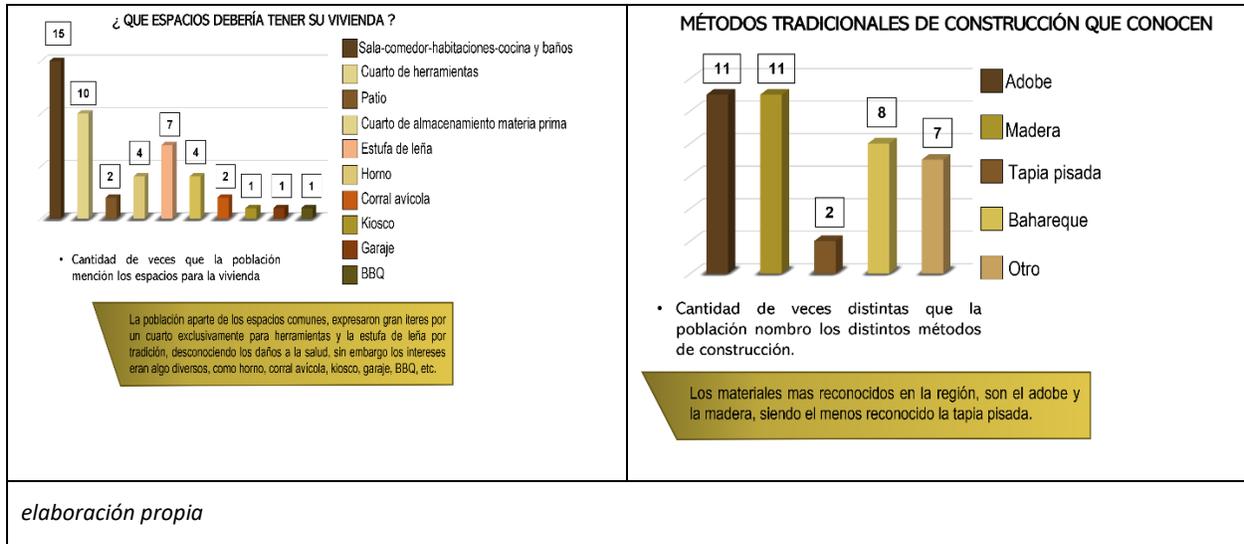
las viviendas, las actividades productivas predominantes de los habitantes de las viviendas, los métodos tradicionales de construcción que conocen, si saben construir con alguno de los métodos de construcción y los aportes que realizaron a la hora de la construcción de la vivienda.

**Figura 17.**

*Resultados estadísticos de las encuestas*







En conclusión, para las encuestas realizadas en las veredas de Combura san isidro y san Luis en el municipio de Une Cundinamarca se observó que el 60% de las viviendas siendo (9), su estado actual es en deterioro, el 33% siendo (5) se encuentran en estado precario pero con estándares de habitabilidad y el 6% correspondiente a 1 vivienda se encuentra en estado optimo y muy habitable, paralelamente a esto se encontró que carecen de la mayoría de servicios públicos, por lo cual dificulta aún más las condiciones de habitabilidad.

A pesar de que se encontraron características favorables en cuanto al material vernáculo de construcción, siendo la durabilidad, el confort y la resistencia climática también se estableció el principal problema que se encontró en las viviendas respecto al material del adobe.

En cuanto a las entrevistas y expresadas por los pobladores, los principales problemas son el desprendimiento del marial y el recubrimiento, la difícil reparación y mantenimiento debido al desconocimiento de la técnica constructiva.

En cuanto al análisis de las viviendas realizados, se estableció que el principal daño se genera por una mala cimentación en las viviendas, de tal modo que al no estar bien compacto el suelo genera esfuerzos al material para la cual no está diseñado para soportar, en segundo lugar se evidencio que los daños iniciales se generan en el primer tercio del muro a la altura del zócalo produciendo un

desprendimiento tanto del material que lo recubre como del material constructivo, posteriormente el muro entra en contacto con el agua que se deposita y de esta modo lo debilita, de igual forma el siguiente inconveniente a observar es la falta de mantenimiento por parte del propietario, debido a que en la parte interior del muro se permite el crecimiento de vegetación produciendo posteriormente humedad a esto hay que sumarle el cuarto problema y es el exceso de peso tanto en la cubierta como en su estructura, ya teniendo un debilitamiento del muro en la parte inferior, se empiezan a generar fisuras y grietas pasantes debido al peso de estas 2.

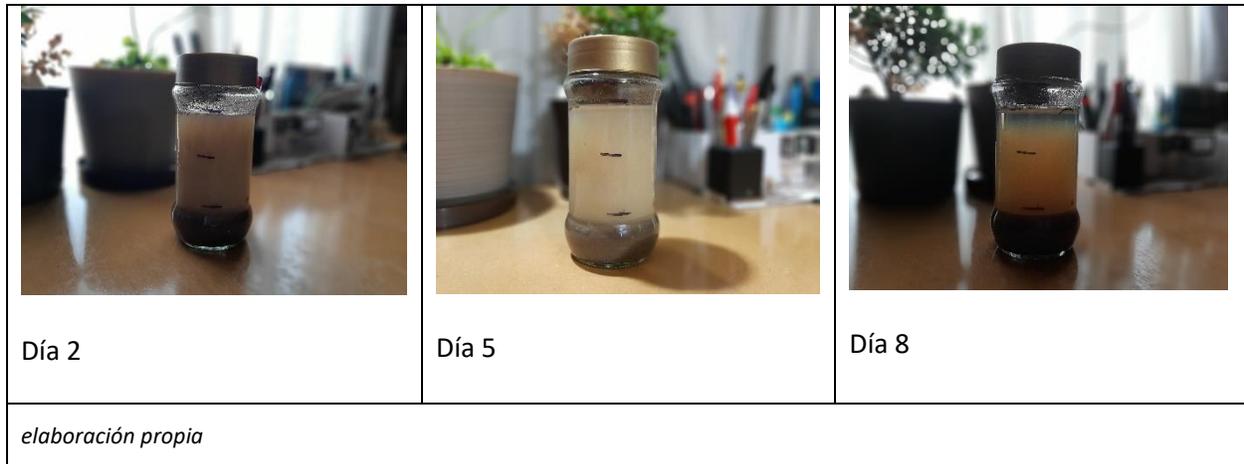
### **Ensayos de laboratorio arquitectura en tierra y madera**

Para los ensayos del laboratorio generados tanto en el laboratorio de arquitectura en tierra y madera y las realizadas en casa, inicialmente la prueba de sedimentación realizada con la tierra seca de la vereda de san isidro, en los primeros 2 días, en el tercio inferior donde se sitúa la tierra, se observó que su nivel disminuyo aproximadamente 3 milímetros, mientras que los 2 tercios donde se encuentra el agua contenía una coloración beige oscuro y una transparencia casi nula, además de que las partículas orgánicas que flotaban, eran pocas pero se distinguían bien.

Al quinto día, el primer tercio de la tierra estaba sin ninguna diferencia, pero los 2 tercios de agua se tornaron de un beige más claro y una ligera transparencia en el tercio superior, los residuos orgánicos se habían reducido ligeramente, en el día 8 siendo el último día de la prueba, el primer tercio no tuvo básicamente nada de diferencia, sin embargo los 2 tercios de agua se tornaron mucho más claro, dado así que el último tercio se generó una transparencia pronunciada, dejando apreciar un poco mejor la materia orgánica, teniendo en cuenta lo anterior, se deduce que esta tierra contiene gran porcentaje de coloides.

**Figura 18.**

*Resultado prueba 1 de sedimentación*

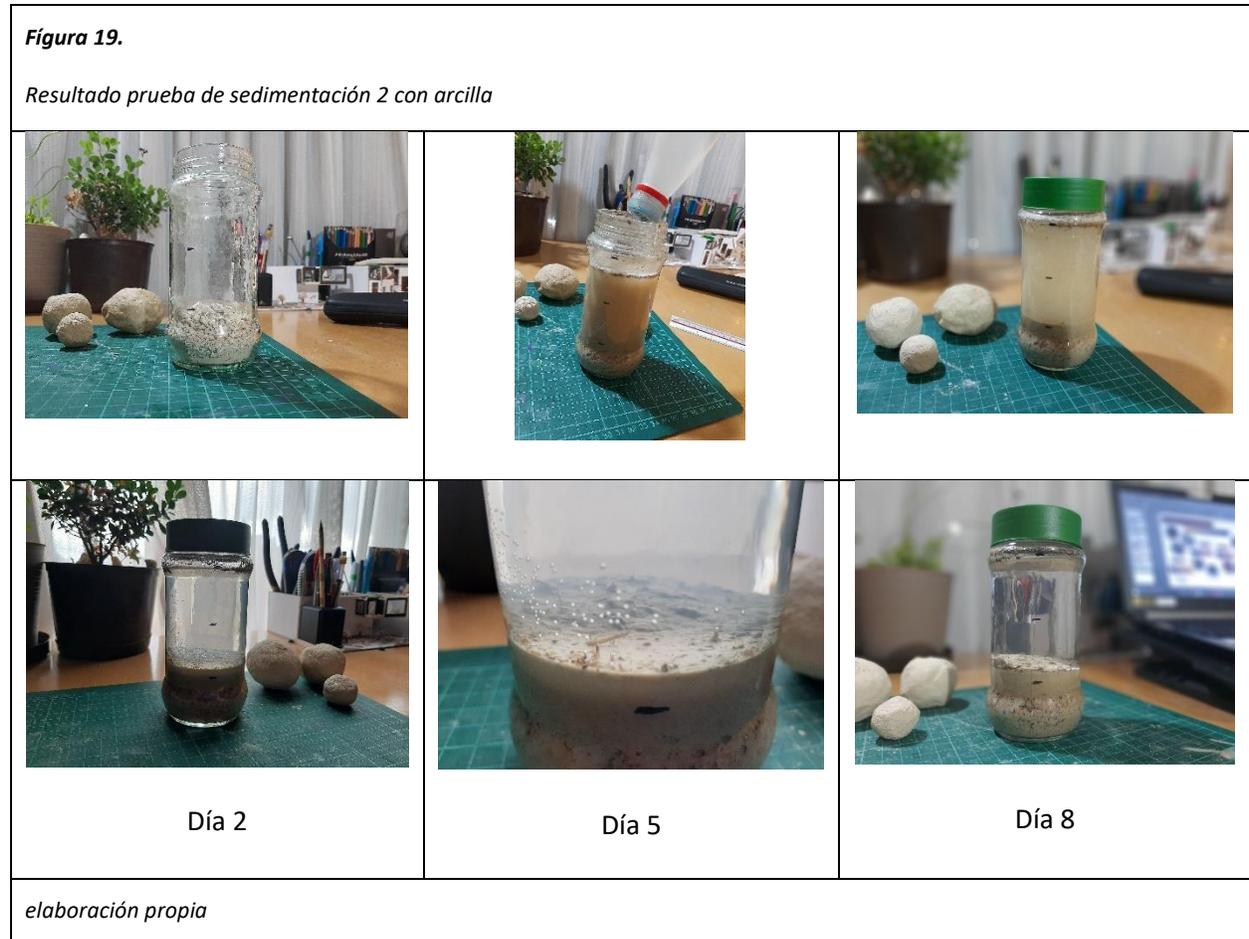


La segunda prueba de sedimentación realizada en casa fue la de arcilla de la vereda de san isidro, posteriormente a dejarla secar durante algunos días, se procedió a triturarla con un martillo, hasta generar partículas diminutas, se toma otro recipiente cilíndrico de vidrio y se divide en 3 partes iguales como la prueba anterior, se agrega la arcilla triturada en el primer tercio y agua en los otros 2 tercios.

A los dos días, se observó que en el primer tercio donde se encontraba la arcilla, su nivel aumento un par de milímetros, mientras que en los otros 2 tercios de agua, rápidamente se empezó a aclarar generando una transparencia notable y en cuanto a las partículas orgánicas, fueron significativamente pocas, el día 5 en el primer tercio de la arcilla, creció otro poco aproximadamente 1 milímetro, la diferencia no fue notable, mientras que los 2 tercios de agua, se aclaró todavía más, se podían observar las partículas con muy buena claridad, mientras que los residuos orgánicos se empezaron a caer hasta el fondo donde se encontraba la arcilla por lo tanto quedaban más pocos y por último en el día 8 en el primer tercio ya no tuvo ningún cambio en su nivel, mientras que los otros 2 tercios de agua si se tuvo un cambio pequeño y era aún más clara casi en su totalidad, en cuanto a las partículas orgánicas se observó una gran disminución.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se pudo deducir que este tipo de suelo absorbe mucho y con gran rapidez el agua, además contiene muy pocas partículas orgánicas e igualmente son

casi nulos los porcentajes de coloides, por lo tanto, se procede a trabajar con este suelo para la realización del adobe.



Paralelamente, se realizó la prueba de rigidez, en donde con la greda estando en condiciones totalmente seca, se trituro de igual modo que con las pruebas de sedimentación, posteriormente se colocó en un recipiente y se agregó una cantidad de agua medida mediante una jeringa de 5 mililitros y se agregó 180 mililitros hasta quedar la mezcla, en conclusión de la prueba ya realizada se determinó que las 3 esferas generadas, a los 8 días de creadas, se observó que las esferas dejaron de tener una textura liza y ahora contienen una textura porosa que se asimila a una lija, esto se genera por la pérdida de agua en su superficie.

**Figura 20.***Prueba de rigidez**elaboración propia*

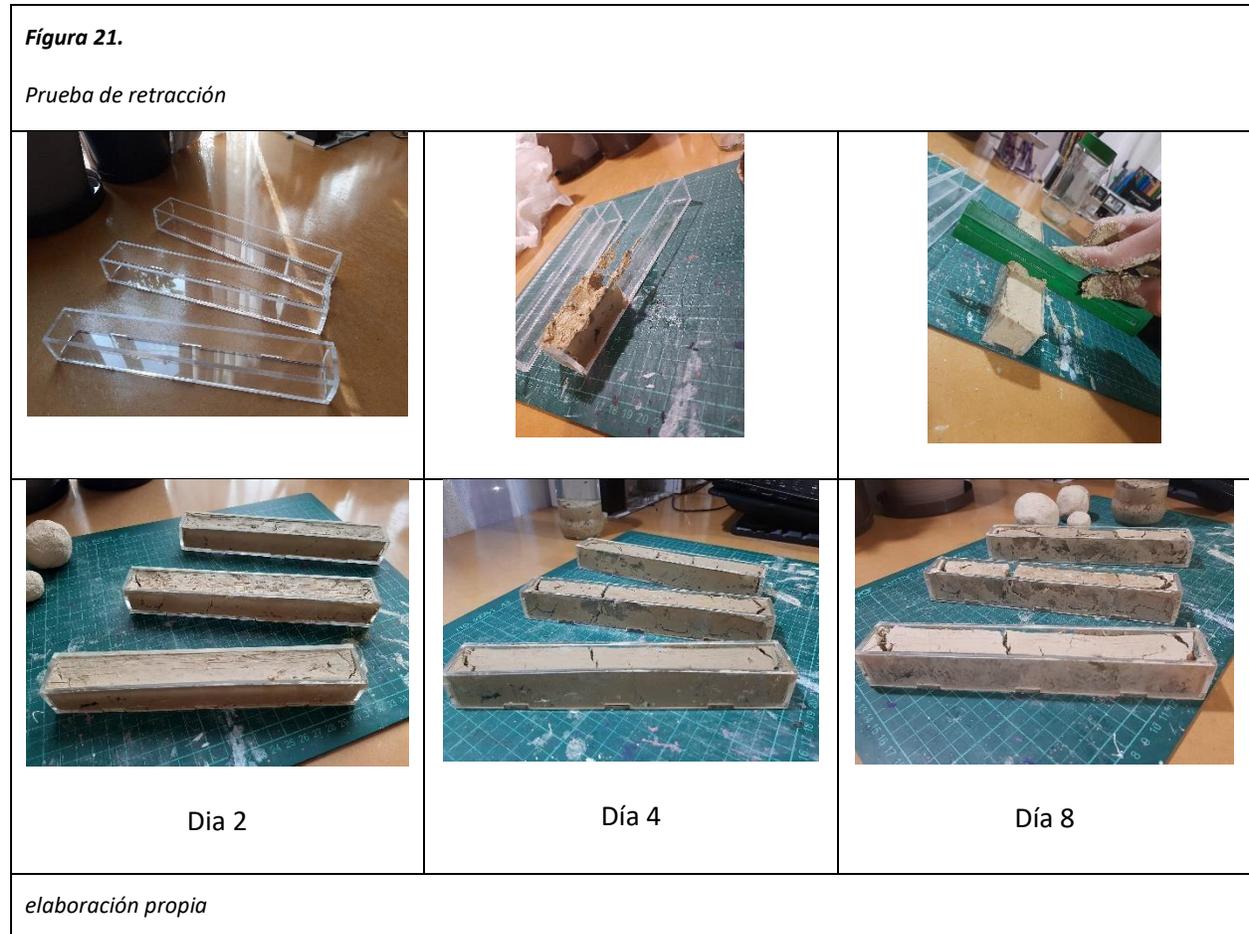
Y por último se generó la prueba de retracción, esta prueba se realizó teniendo la misma mezcla de arcilla o greda y posteriormente se agregó dentro de 3 cajas de acrílico de 2.5 cm de ancho, por 2.5 cm de alto y 20 cm de largo, se agregó teniendo en cuenta que no quedaran en lo posible ningún espacio interno, se apisono y no se extrajeron las partículas orgánicas.

Se llenaron las cajas a tope y con una regla se pasó por encima de la caja, quitando la mezcla que sobresalían de la caja, posteriormente se procedió dejarlo secar durante 8 días siguientes y de este modo se tomó registro fotográfico del día 2, 5 y 8 mostrando resultados variados.

En el segundo día, se observó que el nivel de la arcilla al interior de la caja disminuyo aproximadamente 1 milímetro además se empezaron a evidencias las primeras grietas en la superficie de la arcilla, al día 5 ya se observó una disminución del nivel mayor, un poco más de 2 milímetros, las grietas se marcaron mucho más y se empezaron a evidenciar espacios al interior de la caja, por último en el día 8 el nivel de la arcilla bajo un poco menos de 3 milímetros, sin embargo las grietas se marcaron muchísimo más, aproximadamente 5 milímetros las más anchas, se observaron muchos más espacios al interior de las cajas y con una gran cantidad de grietas.

En conclusión, con esta prueba se pudo observar que la arcilla de la vereda san isidro tiene la característica que se retrae considerablemente con el secado progresivo, además de que la falta de

aditamentos como la fibra o de agregados finos genera que la arcilla se agriete de manera considerable y brusca.



### Ensayos de laboratorio de ingeniería

El día 16 de noviembre del 2021, se realizaron los siguientes ensayos en el laboratorio de la facultad de ingeniería de la universidad la gran Colombia en acompañamiento del laboratorista José Luis Rozo , donde se tuvo que llevar el adobe antiguo que nos dieron en la vereda de San Luis, el adobe que realizamos en la vereda de San Isidro con las técnicas vernáculas actuales, los implementos de seguridad como lo son, las gafas protectoras, la bata, botas de seguridad, guantes y los implementos de bioseguridad.

El primer paso para realizar fue arreglar (recortar y lijar bordes) ambos adobes, en especial el antiguo, ya que tenía sus lados en un estado muy irregular, con una cegueta se procedió a cortar las partes más deterioradas del adobe para generar una superficie más plana, posteriormente con una lija numero 80 se empezó a desbastar todas las caras del adobe para generar una superficie más fina y lisa, colocando la lija en una superficie plana y trasladando el adobe encima de ella para que el acabado fuese más plano, posteriormente para el adobe realizado por nosotros, no se lijo, pero se dividió en 3 partes con la cegueta, 2 partes al tamaño aproximado de un ladrillo y el restante se dejó intacto.

**Figura 22.**

*Preparación de las muestras*



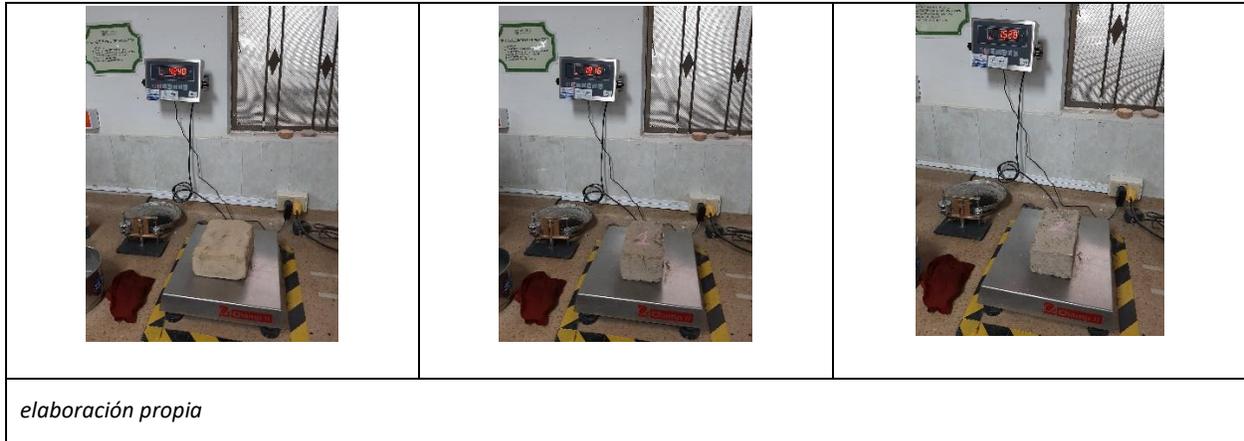


El paso siguiente, ya teniendo los adobes arreglados y con la aprobación del laboratorista, empezamos a medir los adobes con un calibrador por cada uno de sus lados, 3 veces por lado para posteriormente sacar una medida media, ya teniendo la totalidad de las medidas, se procedieron a pesar cada uno de estos adobes en la báscula para obtener la densidad de cada uno, dando el adobe antiguo un peso de 4,240 kg y una densidad de 0,001679 kg/cm<sup>3</sup>, el adobe nuevo se tuvo 2 bloques, del cual el primer bloque dio un peso de 1,816 kg y una densidad de 0,001043 kg/cm<sup>3</sup>, el segundo bloque de adobe nuevo dio un peso de 1,528 kg y una densidad de 0,001069 kg/cm<sup>3</sup>.

**Figura 23.**

*Medición y peso de las muestras*





*elaboración propia*

El tercer y último paso, fue pasar a las pruebas como tal de resistencia, pasamos al siguiente laboratorio y el primer adobe en colocarse para la prueba, es el adobe antiguo, a pesar de que sus caras se mejoraron con todo el tratamiento que realizamos, el laboratorista Luis, agregó arena de peña, para rellenar todos esos vacíos que quedaron, tanto en el lado superior como en el inferior.

Consiguientemente, se colocó en la parte superior una plaqueta metálica y unos cilindros de metal para rellenar el vacío de la máquina, el paso siguiente fue acomodar el peso de la máquina en 0 y por último se ejecutó la prueba de resistencia a compresión, donde el adobe antiguo dio una resistencia de 21,28 kilonewton, equivalente a 2169 kilogramos igual a 6,78 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el adobe nuevo el bloque 1, dio una resistencia de 19,51 kilonewton equivalente a 1989 kilogramos, igual a 8,91 kg/cm<sup>2</sup> y por último el adobe nuevo bloque 2 dio una resistencia de 34,59 kilonewton, equivalente a 3,527 kilogramos, igual a 16,71 kg/cm<sup>2</sup>.

En este caso, teniendo a la mano la maquinaria, optamos por realizar también la prueba a flexión para el restante del adobe nuevo, se colocó en la máquina, con la diferencia que no se colocó la placa metálica ni los cilindros, si no que se colocó un elemento metálico largo, en la parte superior del adobe, que lo atravesaba, del lado izquierdo al lado derecho “transversal”, posteriormente, se realizó la prueba arrojando un resultado de 0.53 kilonewton, equivalente a 50 kilogramos.

En ambas pruebas tanto resistencia a compresión como resistencia a flexión el adobe realizado actualmente, tiene muy buenas características, resiste muy bien las cargas a compresión y las cargas a

flexión, a pesar de que el adobe no está diseñado para este tipo de cargas, el resultado es bastante aceptable para este tipo de material.

**Figura 24.**

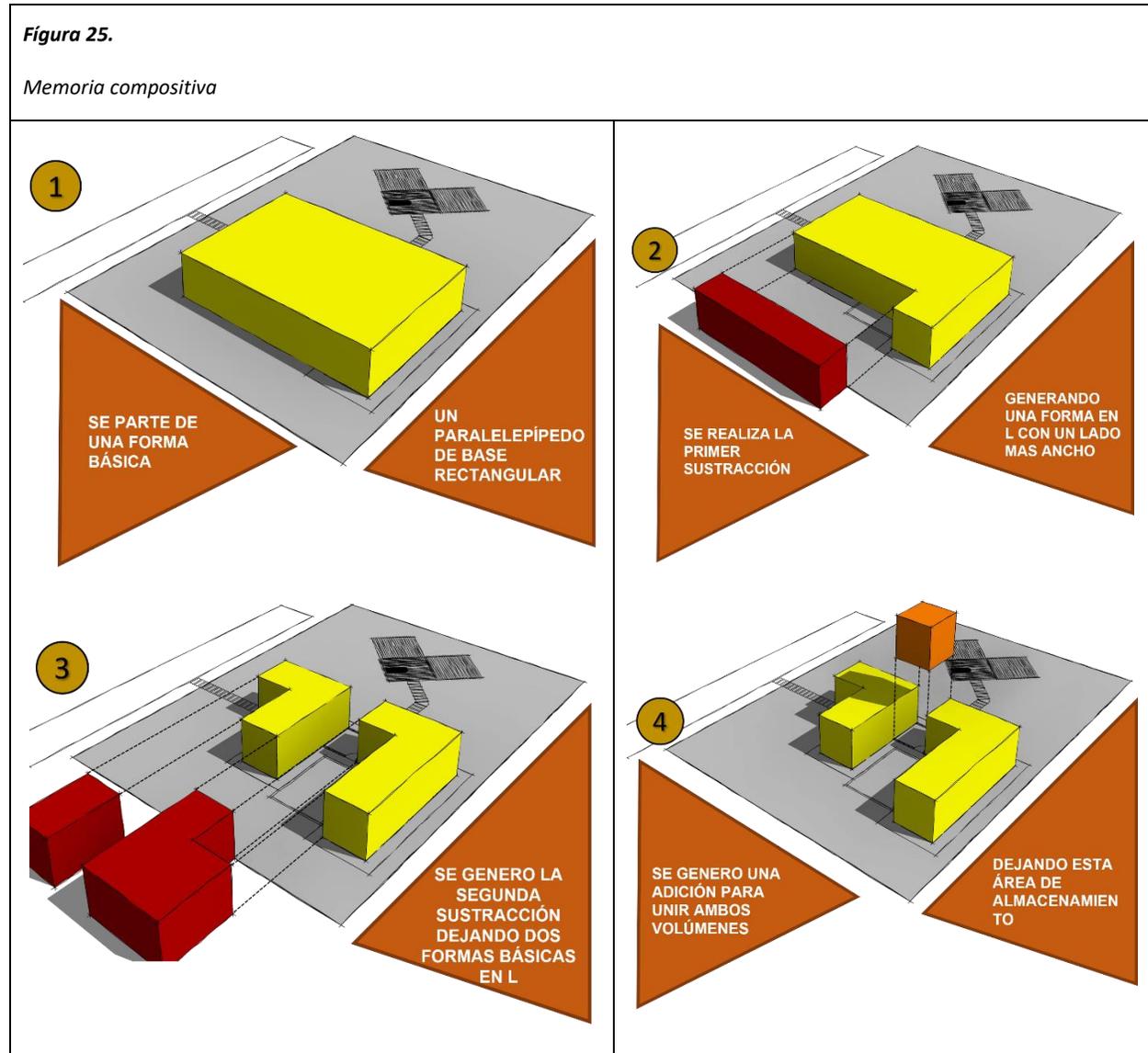
*Realización de prueba a compresión y a flexión*

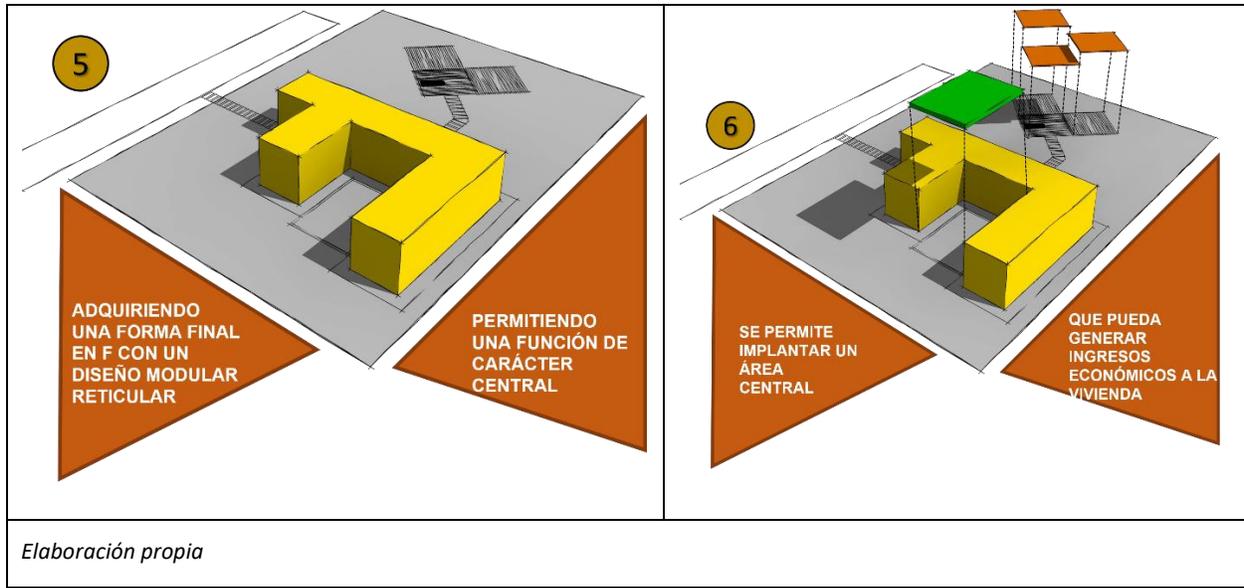


## 11.2. MEMORIA COMPOSITIVA Y OPERACIONES FORMALES

Teniendo la información detallada de la investigación y el diagnóstico realizado a las viviendas con sus distintas tipologías de las veredas San Luis, Combura y San Isidro, se partió de una volumetría rectangular simple, de aquí se generaron sustracciones dependiendo el uso que iba recibiendo cada sección de la vivienda enfatizando en áreas importantes de la vivienda como la cocina de leña o generando sustracciones para dar lugar a zonas como el patio de uso mixto, dando como resultado final una tipología en “F” permitiendo la ubicación de un patio central, siendo un prototipo funcional modular que también permite ser una vivienda progresiva dependiendo de la necesidad del usuario y que se

acople a los estilos arquitectónicos rurales de las veredas y de las personas, evitando un alto impacto estético y funcional.





### 11.3. IMPLANTACIÓN

Teniendo en cuenta que las viviendas estarán ubicadas en las veredas de San Luis, Combura y San Isidro, los lugares de implantación serán lotes rurales de uso privado, el prototipo de la vivienda al tener la modulación planteada, permite ubicarse en un el tipo de terreno irregular, la vivienda cuenta con un patio de uso mixto donde se pueda plantar árboles frutales nativos de la región y que no afecten la cimentación de la vivienda como aguacate hass, tomate de árbol y papayuela o la posibilidad de plantar especies de plantas aromáticas como la hierba buena, tomillo y laurel , paralelamente en vista de que son lotes privados se permite al usuario que alrededor de la vivienda pueda generar cultivos agrícolas que se complementen con el patio, con el fin de poder establecer actividades que contribuyan al reforzamiento de un sustento económico para el usuario de la vivienda.

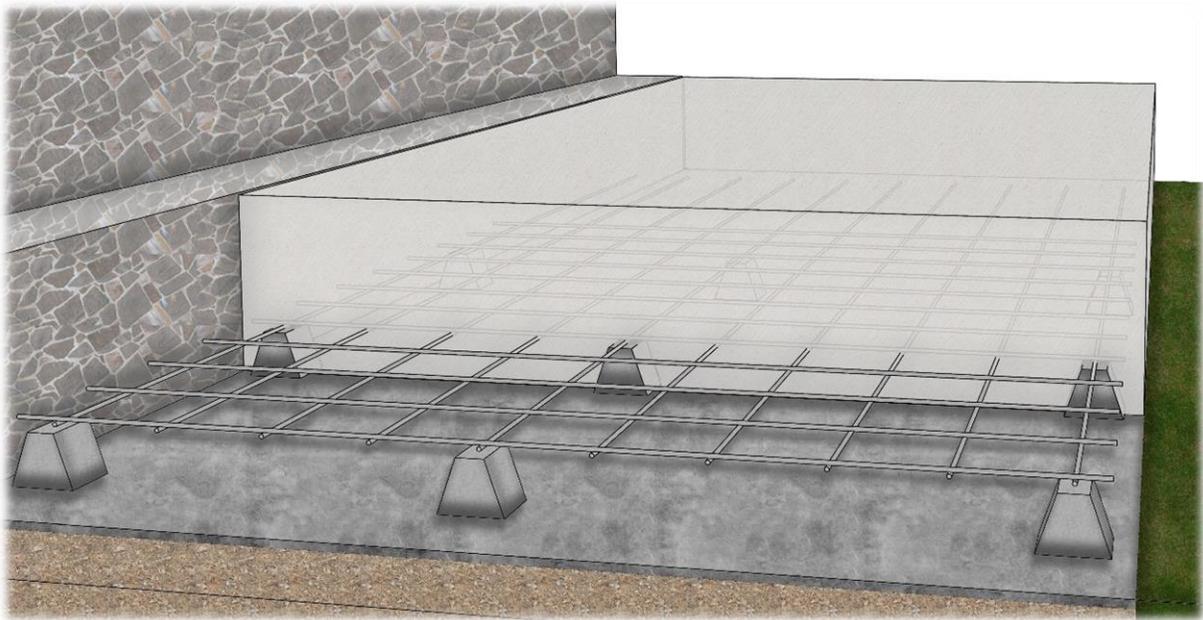
**Figura 26.**

*Plano de implantación*



#### 11.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

Inicialmente para la construcción del prototipo de la vivienda rural, se genera un replanteo, que ubique la cimentación de tipo ciclópea con el objetivo de realizarle un mejoramiento al suelo y así evitar el desplazamiento de la tierra, al tiempo dejando ubicado la tubería de la red eléctrica desde el poste hasta el contador, esta cimentación ciclópea tiene unas medidas de 50cm de alto por 40cm de ancho, tiene 30cm de profundidad y sobre sale del nivel del suelo 20cm, anexo a este último se genera un andén de los mismos 20 cm de alto conteniendo en su interior una malla electrosoldada.

**Figura 27.***Detalle de cimentación**Elaboración propia*

Posteriormente a la cimentación se realiza una propuesta en la parte inferior del muro, para proteger al adobe de las salpicaduras tanto de agua lluvia como de la humedad del suelo y mantenerlo separado de la vegetación, este muro se realizará con el mismo material de la cimentación, en piedra, con una altura de 40 cm de alto y 20 cm de ancho, colocando inmediatamente la tubería de las instalaciones eléctricas colocando un tubo de más pulgadas que lo proteja y en su exterior una grava fina que evite el contacto con las grandes piedras, este muro recorrerá tanto los muros exteriores como los muros interiores.

**Figura 28.***Visualización del muro inferior en piedra*

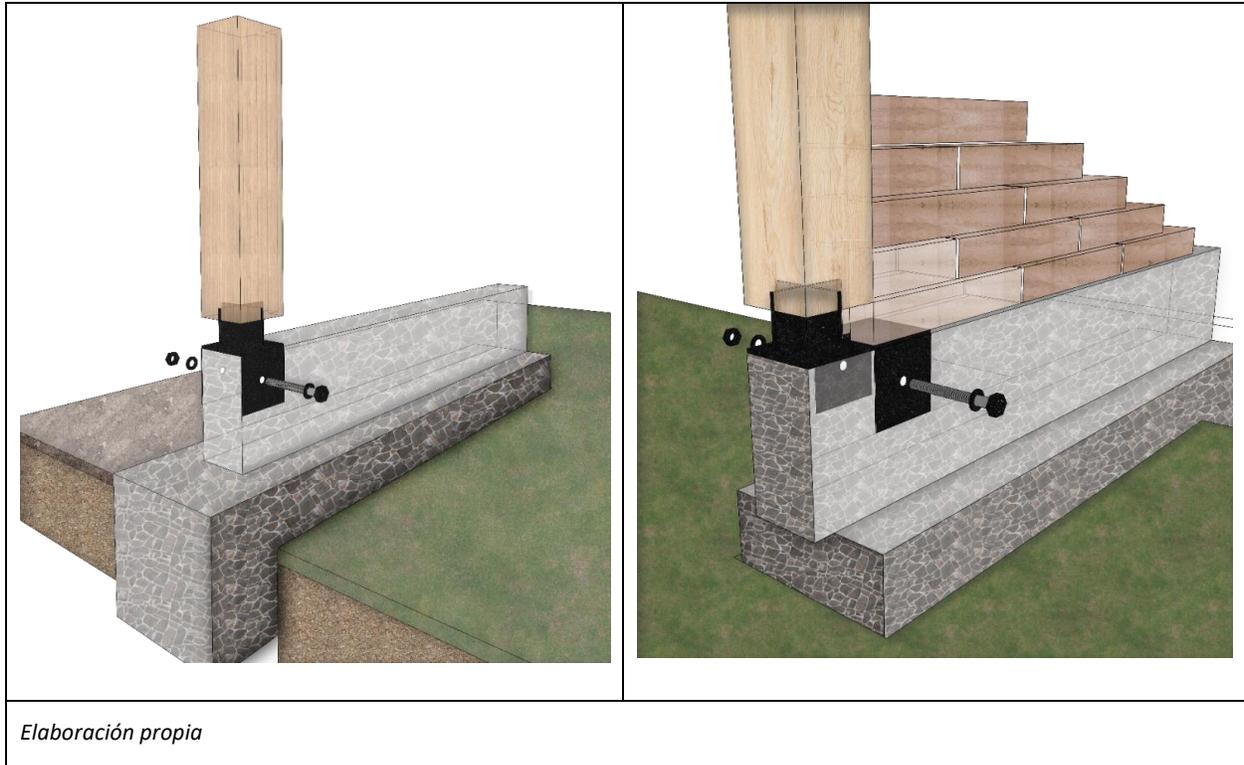


*Elaboración propia*

Al tener el muro inferior realizado, se procede al anclaje de los parales de madera mediante las 2 tipologías de las placas metálicas que planteamos, atravesando el muro en piedra con un tornillo de 2 pulgadas de diámetro y 22 cm de longitud, estos parales van en cada intersección de los muros, tienen una longitud total de 3.09 m y tiene un grosor de 20 cm más la adición de 5 cm para su correcto anclaje con el ladrillo de adobe.

**Figura 29.**

*Detalle tipología de anclaje al paral de madera*

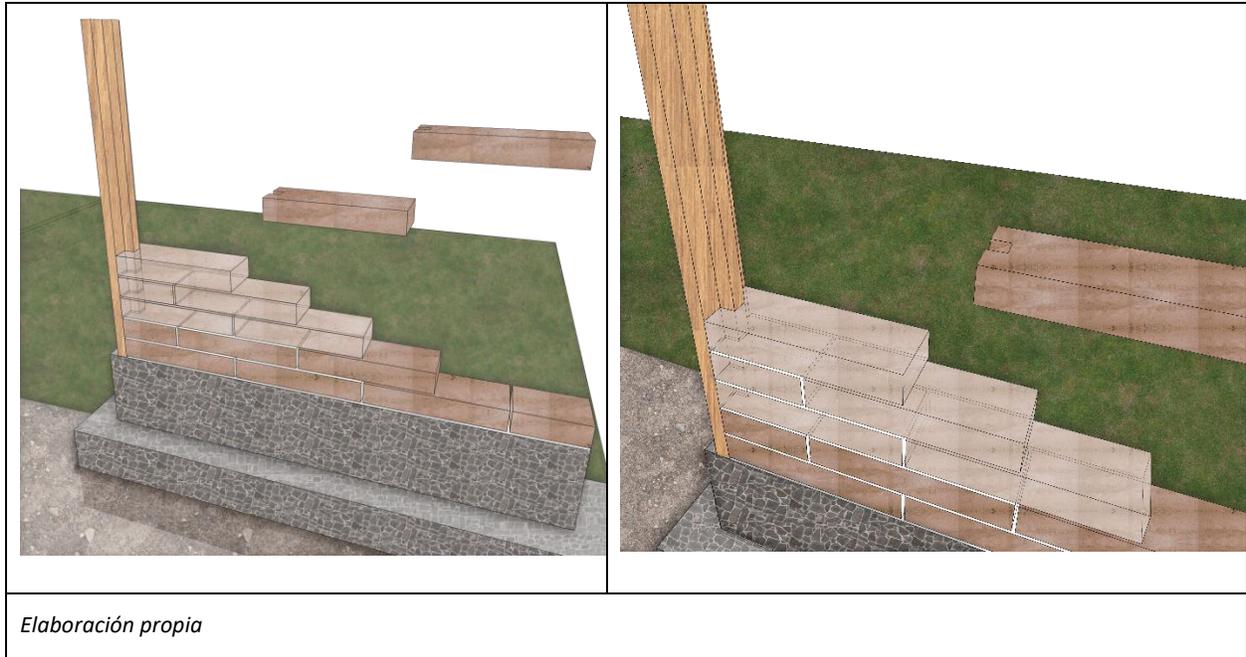


Paralelamente se empiezan a colocar los ladrillos de adobe, la primera hilada, para generar la conexión entre adobe y paral, de igual modo para llevar a cabo la modulación del muro, al momento de ir colocando los bloques es muy importante tener en cuenta la tipología de adobe y su respecta ubicación, en vista de que se tienen 4 tipologías del adobe común. Para la realización del muro se crea un mortero de pega elaborado de la misma mezcla con la que se generó el abobe, al colocar las hiladas del muro se coloca en el sitio la tubería de instalaciones eléctricas, dejando también el área respectiva tanto del marco de la ventana, como el área para su respectivo dintel, mismos que se van colocando paralelamente con las hiladas del muro.

En el caso de los muros que contenga una puerta, se realiza las hiladas del bloque hasta llegar al dintel de la puerta, posteriormente de coloca el dintel y se ancla mediante las 2 tipologías de anclaje del dintel tanto al adobe como al paral de madera

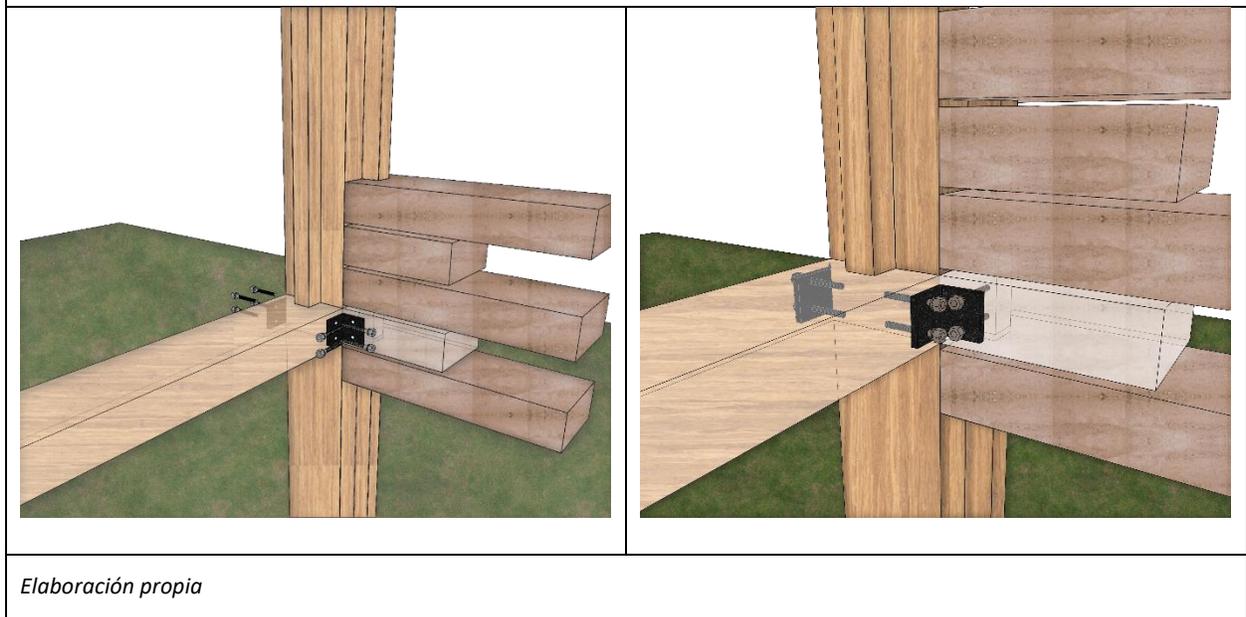
**Figura 30.**

*Detalle de anclaje del bloque de adobe al paral de madera*



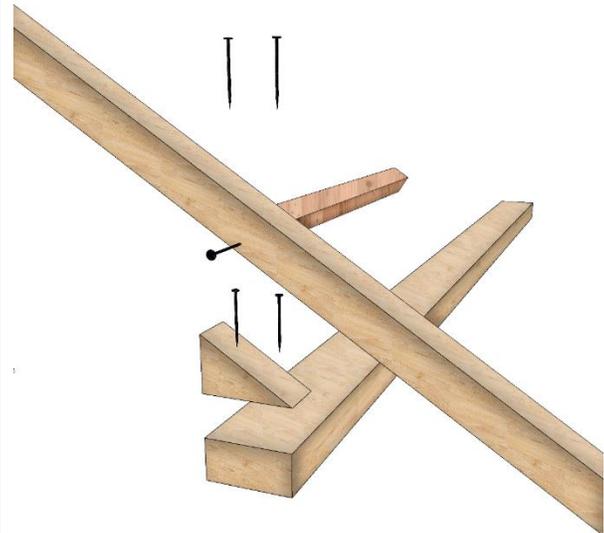
**Figura 31.**

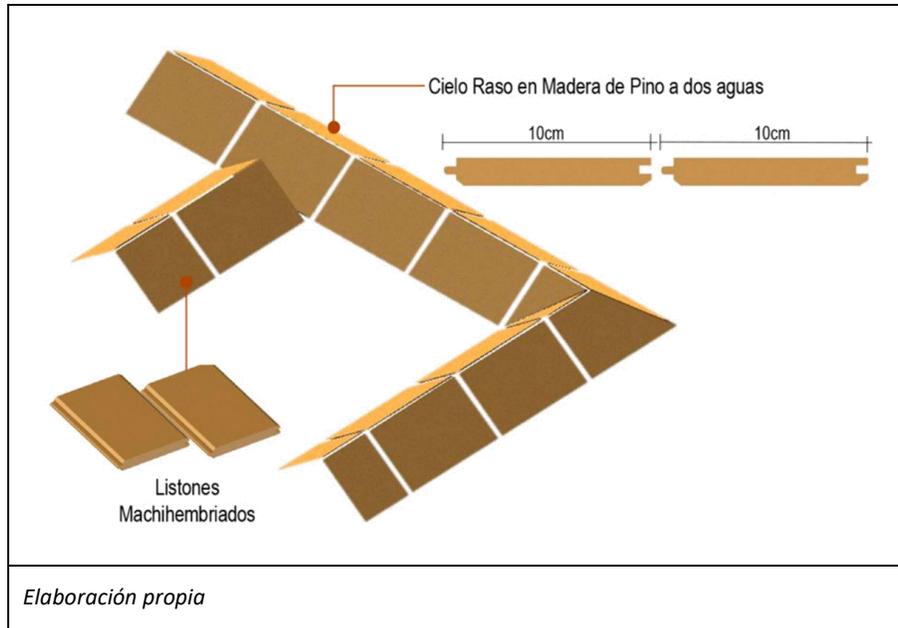
*Detalle anclaje del dintel*



Al tener los muros terminados con sus respectivas ventanas y puertas, se procede a colocar la estructura de la cubierta, en primer lugar se colocan las vigas de la cubierta en madera con unas medidas de 10 cm de alto por 20 cm de ancho, posteriormente se colocan las viguetas de 10 cm de alto

por 5 de ancho y la viga cumbrera con una medida de 10 cm de alto por 10 cm de ancho, luego se procede a colocar las correas de amarre con una medida de 10 cm de alto por 5 de ancho todo lo mencionado anteriormente en madera de pino ciprés, luego se inicia con la estructura del cielo raso, en primer lugar se colocan unos listones de 5 cm de alto por 5 cm de ancho con un distanciamiento de 50 cm, por último se coloca el cielo raso en machimbrado en listones de 10 cm de ancho a la par que se coloca la tubería de las instalaciones eléctricas internas en el cielo raso.

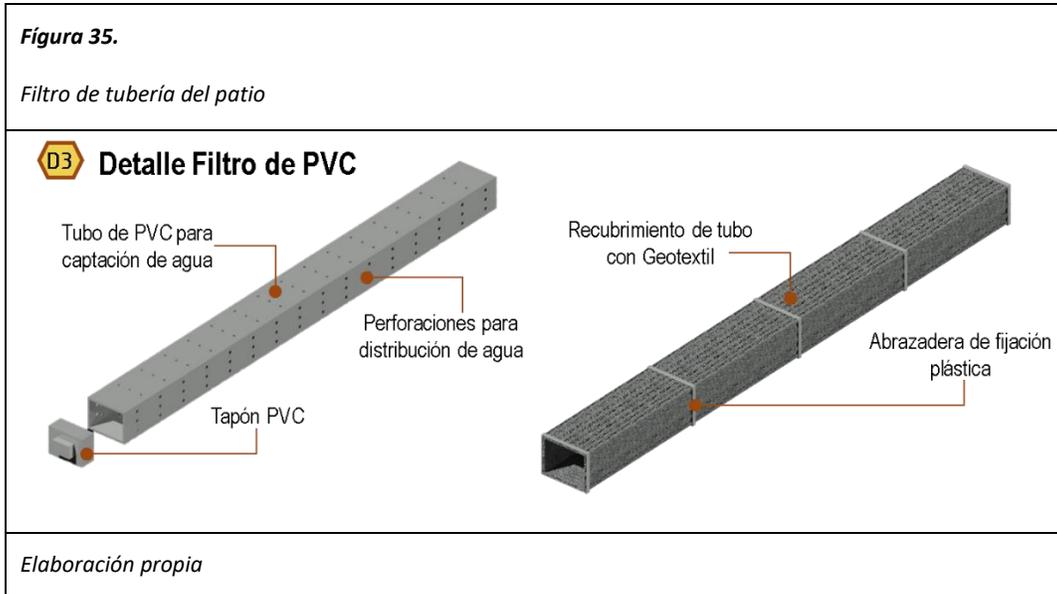
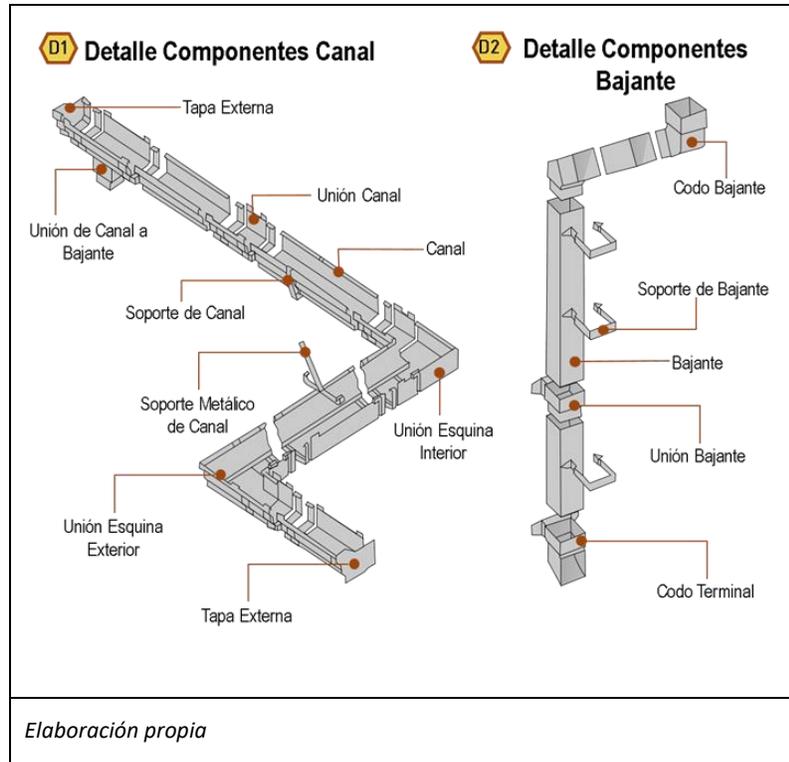
**Figura 32.***Detalle de estructura de cubierta**Elaboración propia***Figura 33.***Detalle de cielo raso machimbrado*



Posteriormente a la instalación de la cubierta general, se inicia con la instalación respectiva de las canales de recolección de agua siguiendo como tal el manual de (canales y bajantes de Pavco), las canales se ubican de forma paralela al perímetro de la cubierta, luego se instalan las bajantes de agua a en su parte inicial a un Angulo de 45° según el manual de Pavco, mismas que traerán el agua hasta la parte posterior de la vivienda y hacia el centro del patio mediante un conducto subterráneo denominado sistema de riego radicular por filtración, para darle un uso adecuado al agua recogida, este conducto en su parte final cuenta con una cubierta geotextil, que permite la salida del agua pero impide el acceso de partículas orgánicas o (tierra).

**Figura 34.**

*Detalle de canal y bajante de agua*



**11.5. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA**

A continuación, se presentan la propuesta de vivienda consolidada y teniendo en cuenta la modulación de las medidas de los adobes, además se realizó la propuesta con la estructura planteada en

adobillo, la vivienda esta generada en un solo nivel y cuenta con 3 habitaciones, 2 baños, sala, comedor, cocina y en su costado lateral cuenta con estufa de leña, una zona de lavado además contiene un cuarto de almacenamiento para herramientas y para insumos agrícolas.

**Figura 36.**

*Planta propuesta de materialidad*



*Elaboración propia*

**11.5.1. Cuadro de áreas**

**Tabla 2.**

Cuadro de áreas

| LUGAR | ÁREA EN M2 |
|-------|------------|
|-------|------------|

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| SALA                      | 13.32 m2                |
| COMEDOR                   | 13.32 m2                |
| COCINA                    | 13.32 m2                |
| COCINA DE LEÑA            | 8.87 m2                 |
| ÁREA DE ALMACENAMIENTO    | 13.32m2                 |
| HABITACIÓN PRINCIPAL      | 13.32 m2                |
| HABITACIÓN 1              | 13.32 m2                |
| BAÑOS                     | 7.70 m2                 |
| HABITACIÓN 2              | 13.32 m2                |
| CUARTO DE LAVADO          | 11.34 m2                |
| PATIO HUERTA              | 42,35 m2                |
| <b>ÁREA TOTAL ÚTIL</b>    | <b>163.5 m2</b>         |
| <b>ÁREA TOTAL NETA</b>    | <b>144.38 m2</b>        |
| <b>ÁREA TOTAL</b>         | <b><u>270.13 m2</u></b> |
| <i>Elaboración propia</i> |                         |

### 11.5.2. tipología adobes

Es importante tener en cuenta que en el diseño del prototipo de la vivienda en la modulación de los muros se realizaron 2 tipologías de adobes, adobes estándar y los adobes especiales del muro cumbra, ambas tipologías se subdividen en 4 tipos de la siguiente manera.

|                 |         |         |          |         |
|-----------------|---------|---------|----------|---------|
| <b>Tabla 3.</b> |         |         |          |         |
| Adobes estándar |         |         |          |         |
|                 | Tipo A  | A=20 cm | B= 60 cm | C=10 cm |
|                 | Tipo A1 | A=20 cm | B=30 cm  | C=10 cm |

|                           |         |         |          |         |        |
|---------------------------|---------|---------|----------|---------|--------|
|                           | Tipo B  | A=20 cm | B= 60 cm | C=10 cm | D=5 cm |
|                           | Tipo B1 | A=20 cm | B=30 cm  | C=10 cm | D=5 cm |
| <i>Elaboración propia</i> |         |         |          |         |        |

**Tabla 4.**  
Adobes especiales muro cumbrera

|                           |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                           | Tipo C  | A=30 cm | B=14 cm | C=20 cm | D=10 cm |         |
|                           | Tipo C1 | A=50 cm | B=17 cm | C=35 cm | D=10 cm |         |
|                           | Tipo D  | A=60 cm | B=3 cm  | C=12 cm | D=50 cm | E=11 cm |
|                           | Tipo D1 | A=18 cm | B=17 cm | C=4 cm  | D=10 cm |         |
| <i>Elaboración propia</i> |         |         |         |         |         |         |

Al mismo tiempo se realizaron los conteos del total de adobes en la vivienda por su respectiva

tipología

**Tabla 5.**  
Cantidad de adobes tipo estándar

|  |         |             |
|--|---------|-------------|
|  | Tipo A  | <b>3141</b> |
|  | Tipo A1 | <b>457</b>  |
|  | Tipo B  | <b>731</b>  |

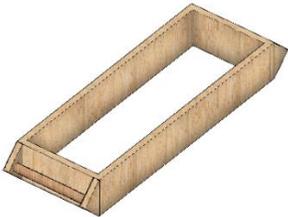
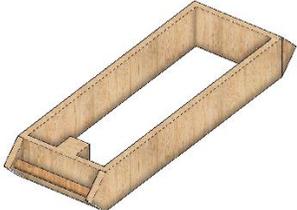
|                                                                                   |                |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|
|  | <p>Tipo B1</p> | <p><b>731</b></p> |
| <p><i>Elaboración propia</i></p>                                                  |                |                   |

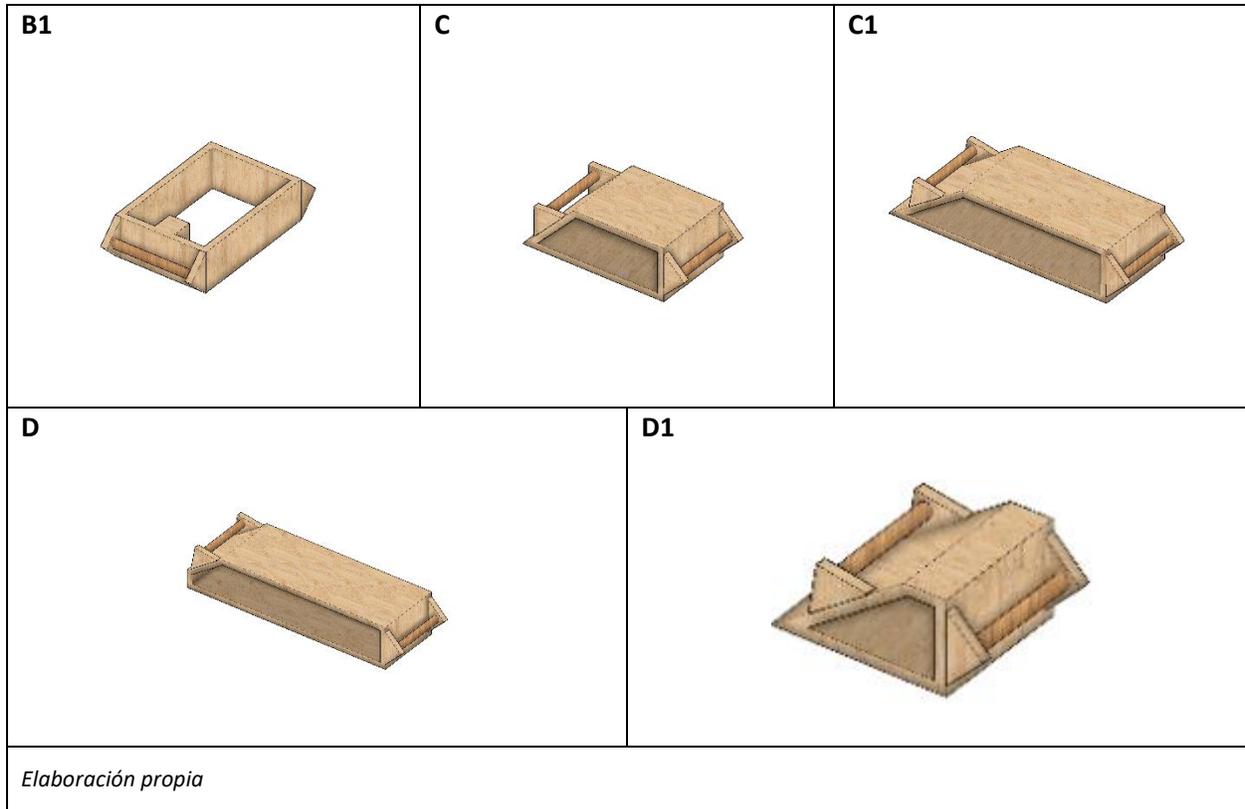
**Tabla 6.**  
Cantidad de adobes especiales muro cumbrera

|                                                                                    |                |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|
|   | <p>Tipo C</p>  | <p><b>96</b></p> |
|   | <p>Tipo C1</p> | <p><b>72</b></p> |
|   | <p>Tipo D</p>  | <p><b>48</b></p> |
|  | <p>Tipo D1</p> | <p><b>72</b></p> |
| <p><i>Elaboración propia</i></p>                                                   |                |                  |

En consideración a lo anterior, se creó una tipología de gavera correspondiente para cada tipología de adobe de la siguiente manera:

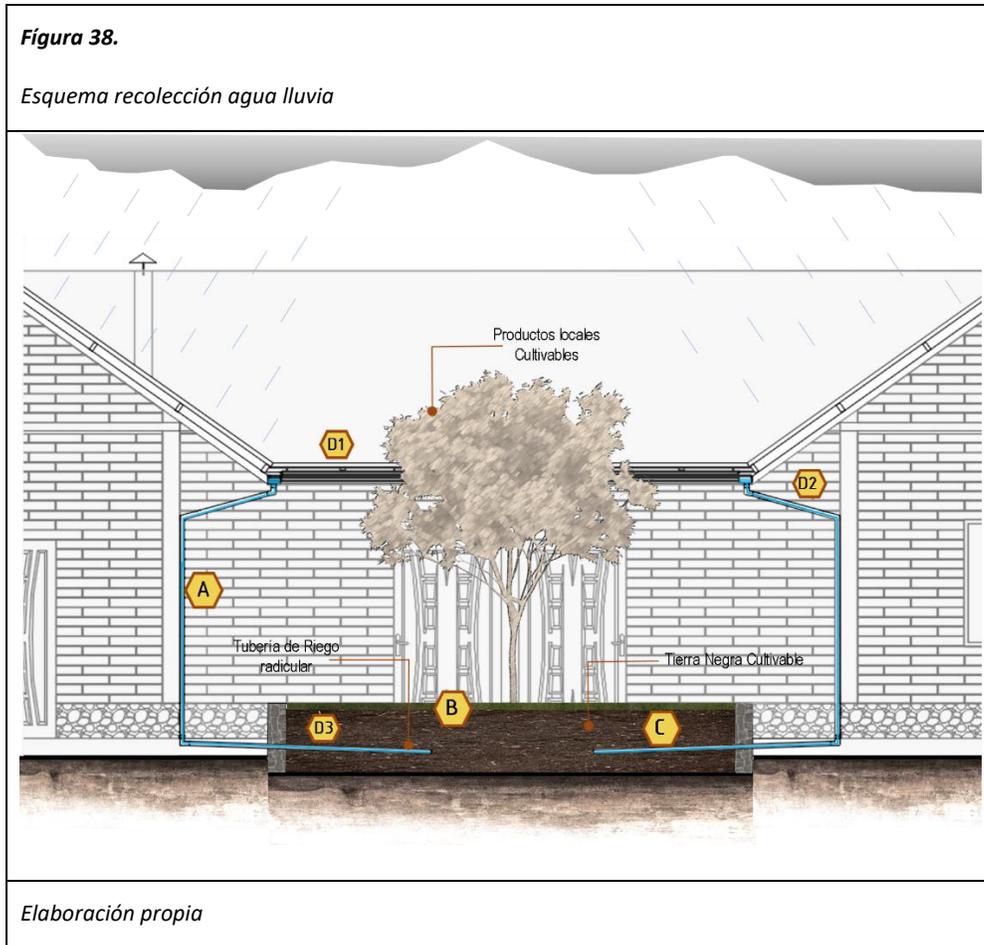
**Figura 37.**  
*Tipología de gavera*

|                                                                                                     |                                                                                                      |                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>A</b></p>  | <p><b>A1</b></p>  | <p><b>B</b></p>  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|



### 11.5.3. Recolección de agua lluvias

En último lugar para la propuesta arquitectónica y poder generar en el proyecto una metodología de recolección de agua, se generaron unas canales que se sitúan por todo el perímetro de la cubierta de la vivienda, se ubicaron las bajantes estratégicamente de tal modo que el agua se pueda dirigir tanto a la parte exterior de la vivienda siendo el prado o hacia la parte central siendo el patio de huerta, así mismo planteamos un método que evitamos al mínimo las salpicaduras del agua lluvia en el muro de adobe también generamos un aprovechamiento guiando el agua hacia el patio, dichas canales de recolección de agua lluvia están basadas en el documento de sistemas de canales y bajantes de Pavco, además se realizara un método similar con el agua resultante de las llaves de agua de los baños (lavamanos) y de la llave de la cocina (lavaplatos).



**11.6. RENDER E IMAGEN DEL PROYECTO**

**Figura 39.**  
*Fachadas*



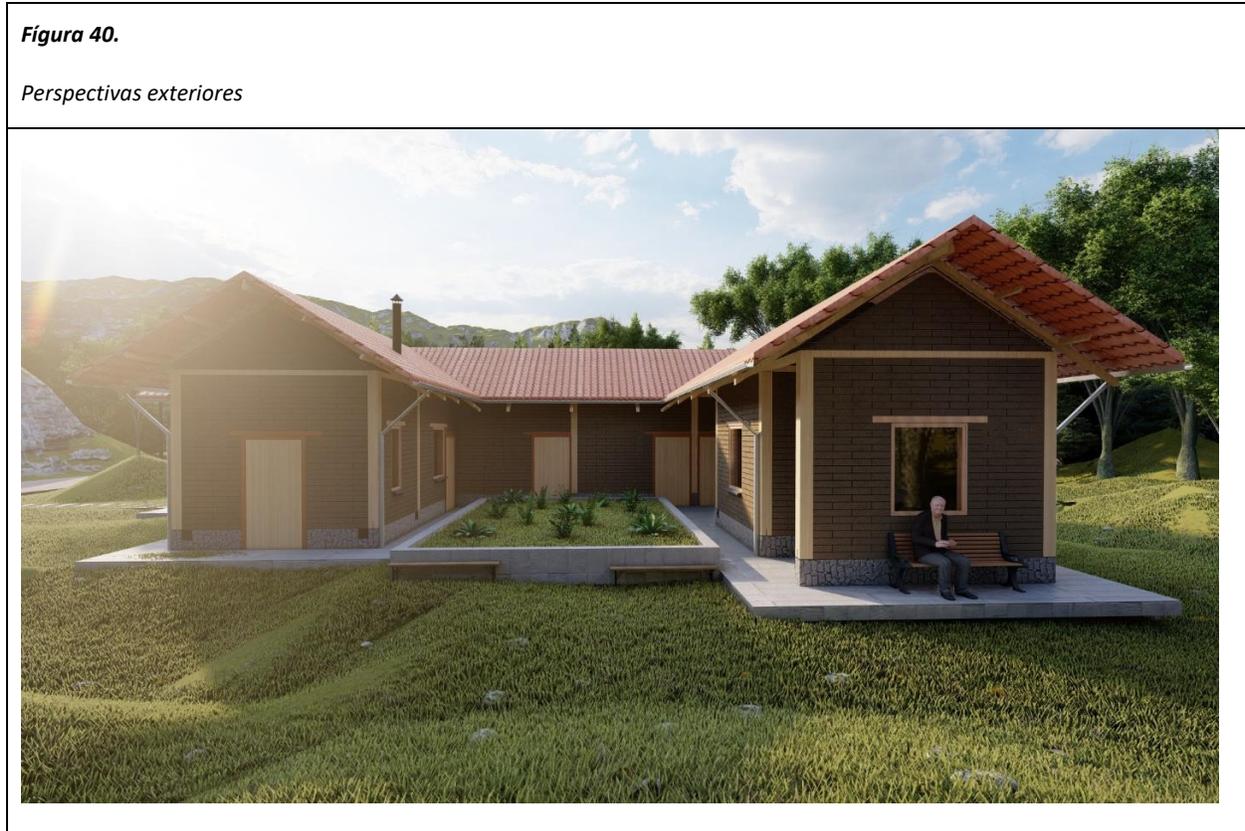
FACHADA FRONTAL PRINCIPAL



FACHADA LATERAL DERECHA



FACHADA LATERAL IZQUIERDA







*Elaboración propia*

11.7. ÁREAS INTERNAS DEL PROYECTO

Figura 41.

áreas internas



*Elaboracion propia*

## 12. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las encuestas realizadas, se evidencio que existe un agrado hacia el adobe, manteniendo una conservación de este; sin embargo, se evidencio un desconocimiento de la técnica constructiva por parte de los habitantes de las veredas, de tal modo que optan por técnicas constructivas como el bloque de arcilla cocida para las viviendas.

En cuanto al trabajo del laboratorio, se pudo comprobar que el material constructivo (adobe) tiene un comportamiento de resistencia a compresión mejor de lo esperado, por lo tanto, el problema radica más en la percepción de la población que desconoce el material y en el manejo de este.

Por medio de la investigación se constató que el adobe tiene propiedades bioclimáticas favorables tales como: características aislantes, tanto acústicas como térmicas, además que no produce gases contaminantes durante su ciclo de vida (fabricación, vida útil y demolición) debido a su facilidad en su extracción y su elaboración, por lo tanto, lo convierten en un material muy comfortable y competitivo

Para asegurar la durabilidad del adobe se realizó en la propuesta de vivienda, una protección por diseño, además, por parte del usuario, se requiere de un mantenimiento periódico a dichos muros de adobe evitando su contacto total con la humedad, vegetación, erosión y fisuración.

Para el posterior mantenimiento del prototipo de vivienda se elaboró un manual donde se especifica las diferentes formas de conservación de los materiales y el proceso constructivo propuesto.

Según las pruebas realizadas al material se comprobó que sí funciona bien a compresión, sin embargo, se propone una estructura en adobillo que funcione paralelamente con el adobe siendo una mampostería confinada para zonas de amenaza sísmica intermedia.

para las zonas húmedas generar una protección en cal.

En último lugar por medio de la investigación y el trabajo en campo se pudo observar que el material es muy económico frente a otros materiales debido a fu fácil proceso y extracción además con

un manejo adecuado contiene características favorables frente a su estética, lo que lo hace muy agradable a la vista.

### **12.1. Recomendaciones**

El material (adobe) se podría llegar a utilizar en zonas de amenaza sísmica alta, mediante unos estudios puntuales que lo aprueben.

Del mismo modo se puede continuar con los estudios al material, generando una tecnificación y un proceso industrializado con el fin de generar una masificación y una aplicación para diseños contemporáneos del material vernáculo.

se puede conseguir ayudas por parte de las autoridades municipales haciendo eco y difusión de las ventajas que traerían este tipo de proyectos para las personas del sector rural más vulnerables, contribuyendo en el desarrollo individual y colectivo de las comunidades a través de una mejor calidad de vida y reduciendo la segregación y olvido estatal hacia algunas comunidades.

### 13. LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA MUNICIPAL DE UNE CUNDINAMARCA. (2018). Nuestro municipio

<http://www.une-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Arbeláez, S. M. (2015). Introducción: vida cotidiana y colonialismo. In Costumbres en disputa: Los muiscas y el imperio español en Ubaque, siglo XVI (1st ed., pp. 1–26). Universidad de los Andes, Colombia. <http://www.jstor.org/stable/10.7440/j.ctt18gzdh6.6>

archive.today. (2015). Alcaldía de UNE CUNDINAMARCA GESTIÓN TRABAJO Y HONESTIDAD AL SERVICIO DE UNE <https://archive.ph/20150517055638/http://www.une-cundinamarca.gov.co/informacion-general.shtml>

Arquitectura pura. (s.f.). ARQUITECTURA VERNÁCULA

<https://www.arquitecturapura.com/arquitectura-vernacula/>

AV arquitectura viva. (s.f.). CASA ADOBE CANYON, PATAGONIA

<https://arquitecturaviva.com/obras/casa-adobe-canyon-patagonia>

Christien K. (2009). CONSTRUIR LA CIUDAD ANDINA: PLANIFICACIÓN Y AUTOCONSTRUCCIÓN EN RIO BAMBAMBA Y CUENCA. Quito Ecuador. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/112634-opac>

CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA (2016) VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL: UN DERECHO SIN UNA POLÍTICA EFICIENTE Y EFICAZ. <https://www.contraloria.gov.co/documents/463406/483337/Bolet%C3%ADn+Macro+Fiscal+14.pdf/54430f13-be3c-46e8-bd64-c2f8dfd6971b?version=1.2>

Construmatica. (2008). El Adobe en la Construcción para el Desarrollo

[https://www.construmatica.com/construpedia/El\\_Adobe\\_en\\_la\\_Construcci%C3%B3n\\_para\\_el\\_Desarrollo](https://www.construmatica.com/construpedia/El_Adobe_en_la_Construcci%C3%B3n_para_el_Desarrollo)

Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo [CYTED] .(2003). TÉCNICAS MIXTAS

## DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

[https://www.academia.edu/35702016/Tecnicas\\_Mixtas\\_de\\_Construccion\\_con\\_Tierra](https://www.academia.edu/35702016/Tecnicas_Mixtas_de_Construccion_con_Tierra)

Departamento administrativo nacional de estadísticas [D.A.N.E.] (2020). DÉFICIT HABITACIONAL 2018

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/deficit-hab-2020-presentacion.pdf>

Departamento administrativo nacional de estadísticas [D.A.N.E.] (2009). METODOLOGÍA DÉFICIT DE VIVIENDA

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit\\_vivienda.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit_vivienda.pdf)

Departamento nacional de planeación [D.N.P.] (2015). POLÍTICA DE MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD EN EL CAMPO

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Agriculturapecuarioforestal%20y%20pesca/Pol%C3%ADtica%20de%20Mejoramiento%20de%20las%20Condiciones%20de%20Habitabilidad%20en%20el%20Campo.pdf>

Ladrillera Santafé. (2021) sin titulo

<https://www.santafe.com.co/productos/estructurales/prensados/ladrillo-portante-30-medio-terracota/>

MAPAS Y ESTADÍSTICAS - CUNDINAMARCA. (2020). ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Municipio de Une <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/123456789/10442>

Minke.G. (2005). MANUAL DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA. Editorial fin de siglo

<http://permaconstruccion.org/wp-content/uploads/2017/06/Manual-Construccion-En-Tierra-Minke.pdf>

Muñoz, C (productor). (2013). *EL ADOBE* [video] youtube.com.

[https://youtu.be/-M4iY4Zh\\_oA](https://youtu.be/-M4iY4Zh_oA)

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente [NSR 10] (1997) TITULO E CASAS DE 1 Y DOS

PISOS <https://www.idrd.gov.co/sites/default/files/documentos/Construcciones/5titulo-e-nsr-100.pdf>

Revistas.unimilitar. (2012). PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LADRILLOS MACIZOS CERÁMICOS PARA MAMPOSTERÍA.

[https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/248/1886#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20en%20piezas%20de%20ladrillo%20tolete,variaci%C3%B3n%20\(COV%2C%200.56\).](https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/248/1886#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20en%20piezas%20de%20ladrillo%20tolete,variaci%C3%B3n%20(COV%2C%200.56).)

Rivera, H., Valderrama, O., Daza, A. y Plazas, G. (2020). Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia). *Revista de arquitectura (Bogotá)*, 23(1), 74-85. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/2762>

Sanchez, G. (2007). La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas. *Apuntes (Bogotá)*, 20 (2), 244-250. <https://biblat.unam.mx/es/revista/apuntes-bogota/articulo/la-arquitectura-de-tierra-en-colombia-procesos-y-culturas-constructivas>

TENREIRO, R. (2001) CAMINOS RURALES PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN, c4 (p,87) Madrid, España.

[https://books.google.com.co/books/about/Caminos\\_Rurales\\_Proyecto\\_y\\_Construccion.html?id=5agSAQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books/about/Caminos_Rurales_Proyecto_y_Construccion.html?id=5agSAQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

#### **14. ANEXOS**

1. Book de planimetría
2. Formato con las encuestas realizadas en las veredas de Combura, San Isidro y San Luis.
3. Registro fotográfico del estado de las viviendas en las veredas de intervención
4. Registro fotográfico primer visita a Une Cundinamarca
5. Registro fotográfico segunda visita a Une Cundinamarca
6. Registro fotográfico pruebas de campo
7. Registro fotográfico pruebas y ensayos de laboratorio
8. Manual de construcción del prototipo de la vivienda rural