

**PROPUESTA DE PANEL MODULAR EN MADERA, PARA MUROS DIVISORIOS EN
LA VIVIENDA DE LA VEREDA PEÑA NEGRA DEL MUNICIPIO DE CACHIPAY,
CUNDINAMARCA**

YINETH ANDREA MUR CALDERÓN

SANTIAGO ANDRÉS SILVA OLAYA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ARQUITECTÓNICAS PTCA

BOGOTÁ, 2020

**Propuesta de Panel Modular en Madera, para Muros Divisorios en la Vivienda de la
Vereda Peña Negra del Municipio de Cachipay, Cundinamarca**

Yineth Andrea Mur Calderón

Santiago Andrés Silva Olaya

Construcciones Arquitectónicas

Arq. José Alcides Ruíz, director

Nelson Cifuentes, Coordinador del Programa

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Programa Académico Tecnología en Construcciones Arquitectónicas PTCA

Bogotá, 2020

Tabla de Contenido

Introducción	11
1 Formulación del Problema	13
2 Justificación del Problema.....	14
2.1 Objetivos.....	15
2.1.1 Objetivo general.	15
2.1.2 Objetivos específicos.....	15
3 Marcos de Investigación	17
3.1 Marco Teórico.....	17
3.2 Marco Referencial	27
3.3 Marco Conceptual	39
3.4 Marco Normativo	47
4 Metodología.....	51
4.1 Fase 1: Factores de las Viviendas de la Vereda de Peña Negra del Municipio Cachipay Cundinamarca.....	52
4.2 Fase 2: Selección de la Materia Prima.....	52
4.3 Fase 3: Proceso de Elaboración para el Diseño de Muros Divisorios en Madera	53
4.4 Fase 4: Panel de Ensayo para los Muros Divisorio de Madera	53
5 Desarrollo del Proyecto.....	54

5.1	Localización y Estudios de la Vereda Peña Negra del Municipio de Cachipay, Cundinamarca.....	54
5.1.1	Estudios de ocupación de manzanas de peña negra, uso de suelo, estados de las construcciones, suelo y vivienda.....	55
5.1.2	Déficit cualitativo de viviendas en la vereda Peña Negra del Municipio de Cachipay Cundinamarca.	58
5.2	Encuesta.....	61
5.2.1	Análisis de la encuesta.....	63
5.2.2	Resultados de las estadísticas, según encuestas.....	64
5.3	Características del pino Patula.....	66
5.3.1	Inmunización de la madera pino Patula.....	67
5.3.2	Parámetros de información ensayos según la norma NSR-10.....	68
5.3.3	Propiedades mecánicas del pino patula.	70
5.4	Costos de elaboración del panel para muros divisorios en madera	71
5.5	Planimetría y diseño del panel modular para muros divisorios en madera.....	72
5.5.1	Estructura del panel.	74
5.5.2	Refuerzo de marco.....	75
5.5.3	Despiece de los módulos interiores del panel.....	77
5.6	Diseño de módulos.	79
5.6.1	Diseño de ventilación de módulos superiores e inferiores.	80
5.6.2	Rieles para la instalación de muros divisorios en madera.	80
5.7	Panel para aplicación en la vivienda.....	81
5.8	Pruebas de laboratorio para perfil de panel a compresión.	82

5.8.1	Resultados de las pruebas	83
5.9	Pruebas de resistencia a los sub módulos interiores del panel	84
5.9.1	Resultados de las pruebas	84
6	Conclusiones.....	85
7	Recomendaciones.....	88
8	Referencias Bibliográficas	90

Índice de Figuras

Figura 1. Partes de una troza.....	22
Figura 2. Corte en sentido radial.....	23
Figura 3. Diseño de panel en digital	29
Figura 4. Estructura residencial, edificio de vivienda de alta densidad construido con paneles prefabricados de madera laminada.....	30
Figura 5. Módulos hospitalarios en madera.....	31
Figura 6. Diferencias de optimización entre construcción industrializada y tradicional	33
Figura 7. Ejemplo de montaje manual de los componentes.....	34
Figura 8. Vivienda en déficit cualitativo de muros.....	35
Figura 9. Elementos utilizados para el armado del panel	36
Figura 10. Paneles armados en configuración puerta y ventana.....	37
Figura 11. Elementos de un muro entramado	38
Figura 12. Paneles móviles de madera.....	39
Figura 13. Construcción de una casa ecológica	41
Figura 14. Sistemas de ventilación	44
Figura 15. Comparación del CO2 producido por diferentes materiales	45
Figura 16. Localización de la vereda Peña Negra. Se muestra la distancia donde se localiza la vereda en donde se desarrollara el proyecto	55
Figura 17. Ubicación Cachipay.....	55
Figura 18. Distribución destinada a diferentes usos entre vivienda.....	56
Figura 19. Desarrollo de vivienda rural	57
Figura 20. Reordenamiento de la vivienda rural.....	57

Figura 21. Registro fotográfico, estado de las viviendas interior y exterior y entrevista a los habitantes de la vivienda Peña Negra	62
Figura 22. Análisis de la encuesta, estadísticas	65
Figura 23. Resultados de la estadística	66
Figura 24. Tratamiento de inmunización	68
Figura 25. Despiece constructivos del panel.....	74
Figura 26. Marco del panel y estructura interna	75
Figura 27. Refuerzo en platina para el marco	76
Figura 28. Tornillo de 4" x 3/8	76
Figura 29. Detalle unión solera y paral.....	77
Figura 30. Perfil hembra y macho.....	78
Figura 31. Detalle de modulo.....	78
Figura 32. Marco del módulo.....	79
Figura 33. Modulo biselado.....	79
Figura 34. Marco con rejilla de ventilación	80
Figura 35. Riel para ensamble de panel	81
Figura 36. Aplicación de panel a la vivienda.....	81
Figura 37. Ensayo 1 y 2 extremo de la pieza resiste a la fuerza aplicada sin causar mayor daño	82
Figura 38. Ensayo 3 en ¼ de pieza resiste a la ton pero sufre un leve pandeo.....	82
Figura 39. Ensayo a compresión en el canto resiste 30 Ton una sección 0.9x0.12.....	83
Figura 40. Ensayo a compresión en el canto resiste 30 Ton una sección 0.9x0.12	83
Figura 41. Ensayo a flexión del módulo	84

Índice de Tablas

Tabla 1. Dimensiones de la madera Aserrado.	20
Tabla 2. Uniones de madera.....	23
Tabla 3. Cuadro comparativo de muros divisorios.	40
Tabla 4. Cuadro comparativo, entre tradicional e industrializado.	42
Tabla 5. Tipos de muros divisorios.....	42
Tabla 6. Comparación costo de muros por M2.....	43
Tabla 7. Proceso de desarrollo de la metodología de paneles modulares en madera.	51
Tabla 8. Déficit de vivienda urbana en Bogotá y Cundinamarca.....	60
Tabla 9. Datos de la distribución poblacional SISBEN 2016.....	61
Tabla 10. Resultados de la encuesta.	63
Tabla 11. Cargas máximas en entablados de madera grupo C NSR-10	68
Tabla 12. Módulos de elasticidad longitudinal NSR-10.....	69
Tabla 13. Maderas tipo ES6 Mpa CH=12% NSR-10	69
Tabla 14. Propiedades físicas de la madera pino patula.	70
Tabla 15. Tabla Costos del panel modular en madera para muros divisorios	72
Tabla 16. Tabla del peso del modulo	72

Resumen

Mediante este proyecto se plantea mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la vereda Peña Negra del municipio Cachipay – Cundinamarca, a través del análisis de los problemas encontrados en los muros internos de las viviendas que fueron construidos en precarias condiciones; esto demuestra la realidad, no solo de muchos de los habitantes de la vereda mencionada, si no de este país, en donde las condiciones de fabricación de los muros de las casas, carecen de estructura con las que fueron fabricadas y desmejoran la calidad de vida de sus habitantes. Para mejorar esta situación se implementará un panel modular en pino, material que cumple con las características mecánicas, y el cual reemplazaría los muros divisorios que han sido elaborados con material reciclado, este panel modular optimizará los espacios internos, que además de ofrecer técnicas sencillas para su construcción, cumplen con la seguridad, privacidad y resistencia permitida de un muro divisorio de acuerdo con las normas NSR-10 y NTC requeridas para su fabricación. La metodología empleada para el desarrollo del presente proyecto se determinará a través de la planificación de resultados obtenidos, utilizando instrumentos que permitan validar la información lograda a través de ensayos en las piezas que conforman el panel modular en madera, y datos cuantitativos de análisis con el fin de precisar las necesidades de cambio en el interior de las viviendas. Este proyecto innovador permitirá a los habitantes de esta vereda contar con opciones para mejorar el interior de su vivienda, por medio del uso de muros divisorios modulares en pino de especie Patula optimizando costos, tiempo y mano de obra.

Palabras clave: Industrialización de viviendas, Madera, Muros divisorios, Panel modular, Pino Patula, Ventilación natural.

Abstract

This project aims to improve the living conditions of the inhabitants of the Peña Negra village in the Cachipay municipality - Cundinamarca, by analyzing the problems found in the internal walls of the houses that were built in precarious conditions; This shows the reality, not only of many of the inhabitants of the aforementioned sidewalk, but of this country, where the manufacturing conditions of the walls of the houses, lack the structure with which they were manufactured and deteriorate the quality of life. of its inhabitants. To improve this situation, a modular pine panel will be implemented, a material that complies with the mechanical characteristics, and which would replace the dividing walls that have been made with recycled material. This modular panel will optimize the internal spaces, which in addition to offering simple techniques for Its construction complies with the security, privacy and permitted resistance of a dividing wall according to the NSR-10 and NTC standards required for its manufacture. The methodology used for the development of this project will be determined through the planning of the results obtained, using instruments that validate the information obtained through tests on the pieces that make up the modular panel in wood, and quantitative data from analyzes with in order to specify the needs for change inside the homes. This innovative project will allow the inhabitants of this sidewalk to have options to improve the interior of their home, with modular partition walls in Patula pine, optimizing costs, time, and labor.

Keywords: Housing industrialization, Wood, Partition walls, Modular panel, Pine Patula, Natural ventilation.

PANELES MODULARES EN MADERA

Introducción

Si bien estamos en un país en donde es evidente la desigualdad de su población, la situación no es mejor o diferente en las distintas veredas y viviendas de nuestro país, en las que, en muchas ocasiones la situación que se vive es precaria, debido a los recursos de su población y a la falta de interés de las entidades gubernamentales, es evidente cómo la desigualdad afecta tan significativamente a la población más vulnerable de la sociedad, pues padecen necesidades de diversas índoles, sociales, educativas, alimentarias, de seguridad y sobre todo de vivienda, tanto así que buscan los medios para obtener un terreno o ingeniarse de alguna manera un sitio donde puedan proteger a sus familias brindándoles un techo. Para el caso en concreto se decide desarrollar el proyecto en la vereda Peña Negra, ubicada en el municipio de Cachipay Cundinamarca.

Esta investigación se realizó con el fin de contribuir a la transformación de viviendas y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la vereda en mención, toda vez que al indagar el estado real de las viviendas de estas personas muchas de ellas no garantizan una vivienda digna. También se analiza las necesidades que presentan las viviendas de esta vereda en cuanto a los muros divisorios al interior de esta, de acuerdo con los resultados, se propone dar una solución de manera técnica y objetiva con alternativas económicas, ecológicas, y más eficientes.

En la investigación de campo evidencio como resultado el desarrollo de una metodología para abordar el problema que se presenta en el interior de las viviendas que como proceso determina establecer fases para solución del problema. En las que los estados de algunas viviendas de la vereda se encuentran en deterioro, tanto en su estructura exterior como interior.

PANELES MODULARES EN MADERA

Por lo anterior se llega a la propuesta de mejorar las condiciones de las viviendas, debido a que se observó en la investigación el estado inapropiado de los muros divisorios, las cuales presentan las siguientes situaciones: viviendas prefabricadas con material reciclado, con trozos de madera sin tratamiento, con palos que funcionan como columnas y vigas, en latas o tejas zinc metálicas; al mismo tiempo, el interior es más precario teniendo en cuenta la inestabilidad que presentan, las divisiones que utilizan son del mismo material o en ocasiones de lonas y pedazos de telas que funcionan como divisiones entre espacios de habitaciones, salas y cocinas; es así como surge el interés de ayudar a los habitantes de la vereda de Peña Negra, presentando una solución constructiva por medio de un panel modular para el mejoramiento del interior de su vivienda que sea de bajo costo y fácil de adquirir.

A partir de esta idea surge el diseño que consiste en un marco de madera con alveolos y rejillas, las piezas que lo conforman son deslizables para permitir un intercambio entre ellas, dándole un acabado arquitectónico, las rejillas fueron diseñadas para permitir la ventilación interna de la vivienda, estas se ubican de tal manera que funcione por medio de una ventilación cruzada, esta permite que el aire frío ejerza una presión sobre el aire caliente y éste obliga a subir, para salir por medio de las rejillas quedando el aire fresco en el interior de la vivienda.

Se nombra la conformación en cuanto a sus secciones modulares, este se implementa para mejorar las condiciones habitacionales de la vivienda, permitiendo mejorar la privacidad al interior de está brindando conocimiento técnico a sus pobladores.

PANELES MODULARES EN MADERA

1 Formulación del Problema

La conformación de muros divisorios no estructurales presenta fallas en lo dispuesto a su fabricación y la manera en que se emplea el material para su elaboración, a este se le suma la poca ventilación que tiene un recinto, dado que por su conformación debe de estar fijo, por otro lado, se tienen materiales de mayor gasto energético y no son materiales que se puedan reutilizar fácilmente; si bien se habla de su proporción dimensional en su elaboración, estos son conformados por unidades de mayor peso y de menor dimensión lo que conlleva a un mayor tiempo de elaboración, sumado a otros componentes que ayudan a transformar estéticamente estos muros divisorios.

Se considera que estas características son funcionales en climas fríos, pero no para el clima cálido por lo que se requiere de mayor ventilación en las viviendas con este clima, las unidades que conforman los muros divisorios en mampostería u otros no permiten que se tenga confort en estos climas, ya que por su fabricación se tienen problemas de calentamiento en el interior de los espacios habitacionales. Otro problema importante es la elección del material que se implementa en su elaboración el cual debe suplir las necesidades de acuerdo con el entorno y la ubicación geográfica y socio económico de una región en la que se desarrolla, y que sea aplicable de manera útil y funcional, en las adecuaciones futuras de espacios conformados en la vivienda.

¿Cómo mejorar un muro divisorio a partir de paneles modulares en pino para la vivienda en la vereda Peña Negra del Municipio Cachipay Cundinamarca?

PANELES MODULARES EN MADERA

2 Justificación del Problema

El presente proyecto tiene como propósito brindar un mejoramiento a los espacios internos de la vivienda rural de la vereda Peña Negra del Municipio de Cachipay Cundinamarca, puesto que los habitantes no cuentan con el dinero suficiente para resolver este tipo de problemas, de alguna manera se ven obligados a usar materiales reciclables como: (tejas, palos, materiales de desechos, láminas de lata entre otros), usualmente este es un recurso que los habitantes de esta vivienda tienen para dar solución a esta precariedad, por lo mencionado anteriormente estos elementos utilizados no brindan seguridad y no ofrecen un aislamiento adecuado de espacios, por tal motivo las viviendas que se encuentran en estado no aptas para la habitabilidad deben ser viviendas que requieren algún tipo de mejoramiento, por esta razón, es importante buscar una solución constructiva que contribuya a resolver las necesidades de espacios habitacionales y así brindar una vivienda digna.

Este proyecto tiene como fin ayudar a la comunidad de la vereda de Peña Negra de Municipio Cachipay, Cundinamarca en el desarrollo de un muro divisorio para resolver el problema al interior de la vivienda, buscando economía en la fabricación de este, que sea un muro divisorio de rápida aplicación para así obtener un beneficio en tiempo y costo, y sin tener supervisiones que puedan afectar las labores cotidianas de los habitantes.

Por lo anterior se toma como materia prima la madera pino ya que éste cuenta con las características técnicas y físicas requeridas para la construcción, es un material resistente a la flexión, compresión, resistencia a la tracción paralela, además de esto es una madera semiliviana, fácil de adquirir por su bajo costo, esta especie se encuentra en la región, como ya se mencionó anteriormente una ventaja de construir con esta madera es su liviandad, ventaja que

PANELES MODULARES EN MADERA

no ofrece los demás muros, como sucede con los muros de mampostería tradicional y otros sistemas fijos que requieren de materiales más robustos para su conformación.

Este sistema por ser modular no genera desperdicio dado que se pretende minimizar los residuos de madera en la conformación del panel, buscado que el material sea más óptimo para su fabricación y ensamble, otro factor importante es la elección del material (pino Patula) que es un regulador de temperatura y humedad, que por su condición es primordial para la construcción de este panel, utilizado para el interior de la vivienda, este proyecto está encaminado hacia la comunidad como aporte para el mejoramiento de espacios internos y de ventilación en la vivienda, cuenta con características necesarias para su implementación y al mismo tiempo permite la circulación de aire natural, todo esto con el fin de darle una vivienda digna a los habitantes de la vereda.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general.

Investigar cuáles son las condiciones habitacionales de la vivienda de la vereda Peña Negra del Municipio Cachipay Cundinamarca para así implementar un panel modular para muros divisorios que dé solución en el espacio interno de la vivienda rural.

2.1.2 Objetivos específicos.

1. Reconocer los factores y necesidades de la vivienda rural de la Vereda Peña Negra del Municipio de Cachipay Cundinamarca
2. Clasificar la materia prima entre las especies de pino, según sus características físico-mecánicas para incluirla como material de construcciones de un muro divisorio.

PANELES MODULARES EN MADERA

3. Diseñar un panel modular, definir el tipo de uniones y piezas apropiadas para los ensambles de muros divisorios en pino adecuando un sistema de ventilación natural para la vivienda rural.
4. Demostrar con pruebas de laboratorio la compresión, flexión de las piezas que componen el muro divisorio, para su posterior aplicación.

PANELES MODULARES EN MADERA

3 Marcos de Investigación

3.1 Marco Teórico

3.1.1 La vivienda

Según la teoría del autor (Molina y González, 2009) define que:

La vivienda cumple con todos los componentes es un derecho consagrado, como se ve en múltiples leyes y otros instrumentos internacionales que definen los derechos humanos, en donde se le asigna al estado obligaciones de acción y omisión dirigidos a satisfacer necesidades de dignidad de todas las personas y pueblos, sin discriminación, dándoles un poder para hacer, decidir y exigir, Todo ello como producto de lucha humana motivadas en la necesidad de habitar digno (p.187).

Por tal razón se dice que la vivienda debe ser un habitar digno.

La declaración universal de los derechos humanos en el artículo 25 dice en su párrafo 1 Afirma que “Los estados parte del presente Pacto reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda adecuados, y a una mejora continua de las condiciones de existencia” (Molina y González, 2009, p. 185). De acuerdo con el artículo 11 del DESC, habla de las condiciones de mejorar la vida y la existencia del ser humano, en cuanto a las necesidades que se requieren para para vivir dignamente, el artículo también hace referencia a una vivienda digna, que cuente con los servicios vitales para subsistir, mejorando las condiciones habitacionales (Molina y González, 2009).

PANELES MODULARES EN MADERA

3.1.2 Habitabilidad.

Una vivienda debe proporcionar a quienes habitan en ella un espacio suficiente, esta debe ser segura para habitar y debe brindar seguridad y protección contra el frío, la lluvia el calor y otros elementos como fenómenos naturales y riesgo estructural. El estado debe tener tención en la relación entre la vivienda inadecuada y amenazas a la salud (Fonseca, 2016).

Hoy en día el concepto de habitabilidad en tiempos atrás según la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948). Se decía que la habitabilidad solo hacía referencia a la vivienda como “la habitabilidad se entendía, de manera muy restringida y haciendo énfasis únicamente a la vivienda, como la cualidad de habitación y cobijo humano que ésta proporciona” (Vaca Velandia, 2015, p. 10); pero con el pasar de los años este concepto se ha extendido un poco más ya no solo busca el albergue que le proporciona la vivienda a los habitantes, si no que ahora el concepto llega a toda aquella estructura que sea construida en lugares habitados como en asentamientos, pueblos, ciudades, y todos aquellos que son aledaños a un asentamiento territorial, dicho lo anterior la habitabilidad debe cumplir con toda necesidad con relación al bienestar del ser humano como la iluminación, ventilación, áreas suficientes y amplias para realizar las actividades cotidianas.

Por otro lado, Vaca Velandia (2015) define que:

En ese sentido, la habitabilidad está estrechamente vinculada a la calidad de vida, vale decir, a la manera de cómo los usuarios disfrutan los espacios, del entorno inmediato urbano y de la vivienda, por tal motivo es considerada como un concepto medible mediante la valoración del espacio y sus cualidades objetivas (p 12).

PANELES MODULARES EN MADERA

3.1.3 Prefabricación modular.

El antecedente de la prefabricación modular es mencionado por Escrig Pérez (2017) “se remonta al siglo XVI cuando Leonardo Da Vinci recibió el encargo de planificar una serie de nuevas ciudades en la región de Loire Francia” (p. 1), así mismo este autor plantea que “en el mismo siglo durante la guerra entre Franceses E ingleses, el ejército de Francisco I y Enrique II planificó pabellones prefabricados en madera que albergaron los soldados” (p. 2). Si hablamos de sistemas modulares los cuales representan alternativas a distintas soluciones por ser sistemas ligeros y de fácil instalación los cuales cumplen con las características para su instalación y ensamble.

Se consulta El Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (Acuerdo de Cartagena) consulta del capítulo (3,4, 6, 12) publicado por Civilgeeks Ingeniería y Construcción (2000), para establecer la madera empleada para la conformación de estos muros que se deben utilizar en el montaje optimizando el material para generar menos desperdicios que se ilustra a continuación.

3.1.4 Ventajas de la construcción modular.

3.1.4.1 Ventajas ecológicas.

- Menos movimientos en pie de obra
- Flexibilidad y reutilización
- Menos derroche de Material
- Menos emisiones de CO2

3.1.4.2 Ventajas en tiempo.

- Menos retrasos por inclemencias del tiempo






















PANELES MODULARES EN MADERA

- Normativa con materiales de calidad
- Construcciones planificadas
- Su elaboración es en fábrica o en situ

3.1.5 Dimensiones de la madera aserrada. NSR-10.

Tabla 1.

Dimensiones de la madera Aserrado.

Bloque o Mesa	Viga	Planchón	Cerco	Repisa	Cuartón	Listón
						
						
						

Nota: En la tabla se observa las dimensiones y cortes de la madera para el uso adecuado en la carpintería. Tomado de Ministerio de ambiente y la Asociación Colombiana de Ingeniería [AIS], 2010.

Referencia: “NSR-10. Título G- Estructuras de madera y Estructuras de Guadua” por Ministerio de ambiente y la Asociación Colombiana de Ingeniería [AIS], 2010, p.92. Recuperado de <https://bit.ly/3hc3FaL>.

- Madera de 20 X20 Utilizada para mesa o Columna
- Madera de 10X10 Utilizada en parales para formaletas
- Madera de 10X20 Utilizada en viga o chaflán
- Madera de 5X20 Utilizada en plancha de entrepiso
- Madera de 5X10 Utilizada para cubiertas y repisas
- Madera de 5X5 Utilizada para durmientes

PANELES MODULARES EN MADERA

- Madera de 2.5X 5 Utilizada como tablilla para calcetones
- Madera de 2.5X3.0 Utilizada como tabla chapa o burra

Norma Técnica Colombiana NTC 2500 Ingeniería Civil y Arquitectura- Uso de madera en la Construcción, esta norma tiene como objeto optimizar el empleo de la madera y sus productos derivados en la construcción y el mantenimiento de las edificaciones de esta (Instituto Colombiano de Normas Tecnicas , 1997). El sistema constructivo industrializado ha generado muchos beneficios, pues ha permitido buscar la economía en cuanto a la construcción de viviendas y permite la elevación de edificaciones de buena calidad en poco tiempo. Otras de las ventajas que encontramos son: la optimización de recursos, materiales, permite controlar los costos de elaboración, minimizar los tiempos de construcción de los proyectos, la precisión en cuanto a las dimensiones, así como la reducción de desperdicios de materiales en obra y de contaminación acústica, generando un gran aporte a las obras que son realizadas con este sistema (Vega, 2015).

- Prefabricación: Producción fuera del destino definitivo
- Industrialización Utilización tecnológica utilizada mediante una maquinaria

En la construcción industrial se debe tener en cuenta la clasificación del material este puede ser: Madera, Hierro, Cerámica, Hormigón Armado, Fibrocemento, Plásticos, Otros. Según el proceso de Producción:

- Apertura del sistema: abierta o Cerrada
- Pesos de los elementos: Liviano o pesado
- Grado de Prefabricación: Parcial o Integral

PANELES MODULARES EN MADERA

- Forma Geométrica: Lineales Superficiales o volumétricas

En Colombia se cuenta con una gran variedad de sistemas algunos de ellos son: Concreto, Poliluminio, PVC, Madera, etc.

3.1.6 Identificación de la madera para su uso y corte.

En la siguiente imagen se podrá apreciar las partes de una troza de madera la cual ayudará a identificar cada uno de sus componentes, para la debida aplicación

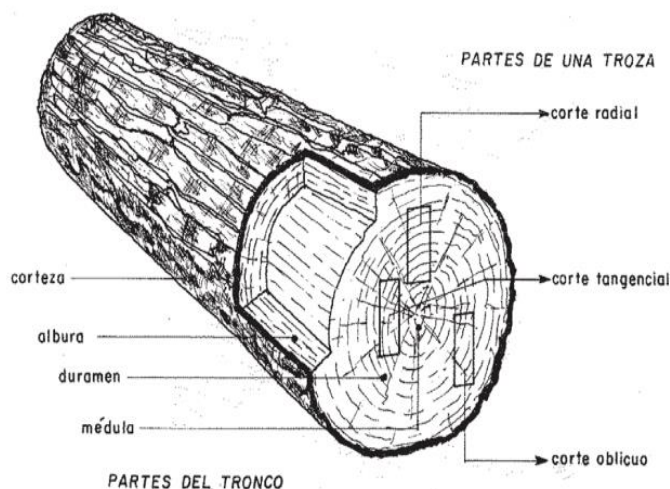


Figura 1. Partes de una troza. Tomado de Ministerio de Desarrollo Urbano (Ecuador), 2014. Referencia: “NEC Norma Ecuatoriana de construcción: Estructuras de Madera” por Ministerio de Desarrollo Urbano (Ecuador), 2014, p. 28. Recuperado de <https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec8.pdf>

En la siguiente ilustración muestra resultado del crecimiento de anillos tangenciales que se desarrollan en distintas especies, lo cual indica que hay deformaciones en el sentido de los anillos (Franco, 2019, p. 17).

PANELES MODULARES EN MADERA

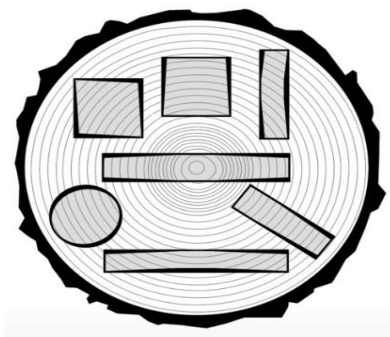


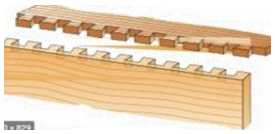

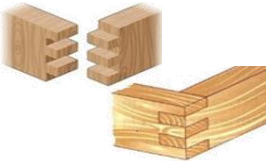

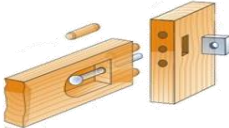

Figura 2. Corte en sentido radial. Tomado de Franco, 2019.

Referencia: “Así se cortan los troncos para obtener distintas apariencias y utilidades en la madera” por J. Franco, (07 de Agosto de 2019). Recuperado de <https://bit.ly/3hbNj24>

3.1.7 Ensamblajes y uniones de madera.

Tabla 2.

Uniones de madera.

TIPOS DE ENSAMBLE PARA MADERA		
<p>ENSAMBLE COLA DE MILANO SOLAPADA</p>  <p>El tipo de unión (Cola de Milano) es útil en el ensamble de piezas que por su conformación en espiga es más resistente a los esfuerzos por compresión y es la más utilizada en este tipo de uniones.</p>	<p>ENSAMBLEA ESPIGA Y MORTAJA</p>  <p>una de las piezas de madera se troza o corta con la finalidad de que adquiera una prolongación rectangular en uno de sus extremos, (en la espiga). Buscando que esta prolongación se encastre y ajuste en un orificio vaciado en la otra pieza de madera, es decir, en la mortaja.</p>	<p>ENSAMBLE POR CORTE Y DADO</p>  <p>Este se efectúa al hacer un corte o zanja en una de las piezas de madera, a los bordes de ambas partes, para luego proceder a encajarlas y, de ser necesario, se le colocará clavos para darle más firmeza y durabilidad al trabajo.</p>
<p>ENSAMBLE A MEDIA MADERA EN CRUZ</p>  <p>Las piezas unidas no quedan enrasadas, al tener la entalladura menos profundidad, se obtiene un mejor resultado a las fatigas derivadas de su empleo.</p>	<p>ENSAMBLE MEDIANTE CLAVIJAS</p>  <p>Las uniones a tope se refuerzan mediante elementos externos a las maderas que componen la unión. Estos elementos pueden ser metálicos (pernos, tornillos, puntas, etc.).</p>	<p>ENSAMBLE A INGLETE CON LLAVE</p>  <p>Se cortan a inglete los extremos de cada pieza y se realiza una caja pasante, perpendicular a los cortes. La llave puede ser de forma cuadrada o rectangular.</p>

Nota: En la siguiente tabla se observa algunos ensamblajes que pueden ser empleados para la unión de piezas de madera, estos permiten un reforzamiento a las partes de ensamble. Tomado de Pintado, s.f.

Referencia: “Tipos de ensamble” por M. Pintado, s.f., Recuperado de <https://bit.ly/2AJJW1A>

PANELES MODULARES EN MADERA

Los ensambles son la mejor forma de unir la madera de dos o varias piezas para fabricar muebles, estructuras u otros elementos, estos se caracterizan por diferentes tipos, las juntas, ensambles, empalmes, encastre, uniones por medio de pernos, la estabilidad de los ensambles obedece a las fuerzas que este exija, como fuerzas sometidas a la compresión, el corte lateral, torsión y tensión (Labois, 2017).

Cualquier tipo de unión de las que ya fueron mencionadas anteriormente es un sistema que permite fijar de manera segura la estructura y a su vez le ayuda a resistir cualquier tipo de carga a la que sea sometida, esto siempre y cuando se use la que requiera la estructura.

3.1.7.1 Uniones tradicionales.

Las uniones tradicionales en estructuras de madera son aquellas uniones que no requieren elementos externos y se basan en acoplar las piezas de la estructura de madera mediante el mecanizado de estas encajándolas entre sí como un puzle; según Argüeso, (2019) hay muchos tipos de uniones tradicionales, pero se pueden dividir en tres grandes grupos:

- Empalme: unión por la testa. Se utilizan para dar continuidad a dos piezas.
- Ensamble: unión con cierto ángulo. Se utilizan para unir piezas con diferentes directrices en la fibra.
- Acoplamiento: unión por las caras. Se utilizan para aumentar la sección en la pieza (Argüeso, 2019, párr. 2).

3.1.7.2 Uniones mecánicas.

Las piezas de madera deben ir unidas por medio de elementos metálicos denominados herrajes, así mismos son los encargados de transferir los esfuerzos, estos son los más utilizados

PANELES MODULARES EN MADERA

debido a que “mejoran el rendimiento de las uniones tradicionales” (Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la madera, 2015, párr. 1) son clasificados en clavijas y superficies. Los de clavija corresponden a los clavos, grapas, tirafondo, pernos y pasadores, en cuanto a los de superficie, son elementos de fijación circular o rectangular que se encajan en dos piezas de madera sujetándose mediante un perno Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la madera.

3.1.7.3 Tipos de uniones mecánicas.

1. Clavijas

- Grapas
- Clavos o puntas
- Tornillos y tirafondos
- Pernos
- Pasadores o espigas

2. Conectores de anillo, disco y placas dentadas.

- Conectores metálicos tipo anillo
- Conectores metálicos tipo disco
- Conectores de madera tipo disco
- Conectores de placas dentadas circulares

3. Conectores superficiales

- Placas clavos
- Placas perforadas
- Flejes perforados

PANELES MODULARES EN MADERA

- Flejes perforados flexibles
- Cartelas de madera (Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la madera, 2015, párr. 2).

3.1.8 Ventilación natural.

Según el Arq. Víctor Armando Fuentes (2004), opina que la ventilación natural es el intercambio de aire que hay en un lugar, esta ventilación se puede dar por tres aspectos, la ventilación natural, ventilación forzada o por filtración, en cuanto a la ventilación natural la define como aquella que se da de manera intencional por medio de espacios abiertos, ya sea por ventanas, puertas, rejillas, etc. La ventilación forzada es aquella que se produce por sistemas mecanizados, en esta se permite el control de su distribución y no es recomendada para la salud de los habitantes, genera un alto consumo de energía, por otro lado está la ventilación por infiltración, al contrario de las dos antes mencionadas esta se produce por medio de aberturas, fisuras o grietas que presenten las edificaciones y no es controlada, la ventilación ya sea por cualquiera de los tres métodos mencionados anteriormente es importante, ya que gracias a ella se puede dar la climatización de un recinto o para renovar el aire de los espacios (Fuentes, 2004).

La ventilación, sin importar el tipo o sistema a utilizar se hace con fines de garantizar una calidad de aire en los espacios y que esta remueva el aire caliente de la edificación por aires frescos del exterior, esto puede suceder también por medio de la ventilación cruzada o también se le conoce como efecto chimenea, es decir que la vivienda cuente con una ventana al lado de la presión positiva (barlovento), ya que es por donde ingresa el viento y una ventana al lado de la presión negativa (sotavento), este es por donde debe salir el viento, si no se cuenta con estas características el recorrido de la ventilación no será estable dentro de la vivienda.

PANELES MODULARES EN MADERA

3.2 Marco Referencial

Se analizaron los siguientes proyectos con el fin de estudiar cada uno de ellos para extraer información útil que aporte al desarrollo del presente proyecto, por tal motivo se toma como aporte los paneles de guadua laminada, con base a esta información y comparar las dimensiones en cada uno de los referentes, así extraer ideas sencillas que ayuden a entender cada uno de los componentes del panel tipo sándwich, ya que este es un panel diseñado para contra restar el tema acústico.

Por otro lado, están los paneles de Stadthaus, 24 Murray Grove (ArchDaily Colombia, 2009), este proyecto tiene como principio la construcción de un edificio en paneles prefabricados de madera laminada, el objetivo de este proyecto es reducir el impacto ambiental en la construcción de viviendas, con un sistema industrial enfocado en la sostenibilidad, en la economía y fácil instalación. El fin de este proyecto es promover la construcción en madera y evitar el uso del hormigón y el acero, con los principios antes mencionados aporta a planificar las obras de construcción.

Desde otro aspecto se analiza la situación por la que pasa el país debido a la pandemia del Covid 19, situación que ha provocado un colapso hospitalario a causa de tantos contagios, por tal motivo la empresa madera 21, estudia la posibilidad de implementar una solución rápida y eficiente, desarrollando módulos hospitalarios en madera, ofreciendo espacio para atender pacientes con (Covid 19), estos paneles son diseñados para dividir cubículos permitiendo la privacidad de los pacientes y el aislamiento acústico, replicando la misma pieza para generar espacios productivos para la operación hospitalaria, se concluye que el sistema industrializado

PANELES MODULARES EN MADERA

permite la construcción en menor tiempo y en menor costo, como también su fácil transportación.

Haciendo énfasis en la industrialización se estudia la investigación del profesor Jaime Sarmiento quien propone una vivienda industrializada a partir de una construcción modular con el fin de solventar el déficit habitacional que existe en el país, el propósito de este proyecto es buscar una solución que sea sostenible, ligereza y una eficiencia constructiva, una vez la industrialización demuestra que es un método constructivo que permite resolver problemas habitacionales en menor tiempo y en menor costos.

Por último, se observó el proyecto del estudiante Oscar Montero Viveros (2013) quien presenta una solución al mejoramiento de la vivienda de bajos recursos por medio de paneles en material reciclable (tubos de cartón) como una solución a la habitabilidad digna de sus habitantes, quien a partir de este material ve la oportunidad de transformar espacios al interior de la vivienda.

3.2.1 Paneles en guadua laminada granulado de madera y caucho.

Teniendo en cuenta el proyecto de Paneles en guadua laminada y granulado de madera y caucho, elaborado por las estudiantes de la Universidad la Gran Colombia Natalia Quicazaque Cubillos y Brigith Tatiana Calderón Muños (2016), hacen referencia a las construcciones en seco y sus desventajas, teniendo en cuenta los aspectos que presentan los materiales, los cuales no cumplen con la condición acústicas, naturales y adicional un elevado el costo de fabricación.

Con lo mencionado anteriormente, la propuesta de guadua laminada contribuye con el sostenimiento ecológico para la construcción de muros, pero a su vez el material caucho no es un

PANELES MODULARES EN MADERA

material de fácil degradación, por tal motivo la propuesta de paneles en guadua laminada y granulado de madera y caucho, es una propuesta viable, pero contiene un material que puede inducir a la combustión.

Se toma el referente como un aporte en las dimensiones del panel 50X2.44 mts con el fin de comparar la manipulación de sus secciones compuestas y elementos de anclaje como guía para mejorar la aplicación de ensambles y dimensión de los paneles modulares de madera para muros divisorios, y así tener en cuenta cuales serían las medidas apropiadas que cumplan con el objetivo de hacer un panel liviano que sea fácil de trasladar y de instalar.



Figura 3. Diseño de panel en digital. Tomado de Quicazaque y Calderón, 2016.

Referencia: “Paneles de guadua laminada y granulados de madera y caucho” por N. Quicazaque y B. Calderón, 2016, p.38.
Recuperado de <https://bit.ly/2zbbLiI>

3.2.2 Stadthaus, 24 Murray Grove - Waugh Thistleton Architects / Waugh Thistleton Architects.

A partir del proyecto 24 Murray Grove, se conoce que la modulación de paneles es apropiada para la construcción de unidades de vivienda según el Waugh Thistleton (ArchDaily Colombia, 2009) junto con la empresa KLH Fabricante de paneles estructurales muestra que la madera es uno de los materiales que menos carga energética presenta y produce menos contaminación, la idea de estas dos deducciones es el compromiso de reducir el impacto

PANELES MODULARES EN MADERA

ambiental, idea que se tiene con este tipo de viviendas en material madera es reducir el uso de hormigón y acero, con el fin de reducir el dióxido de carbono, los paneles de madera pueden ser reutilizables al final de su vida útil y ayudan hacer más beneficioso para el medio ambiente.

Se toma como referencia este edificio construido en la Ciudad de Londres, el cual se constituye de nueve pisos en un solo material (madera), es importante resaltar que este edificio es construido bajo el concepto de modulación industrial el cual permite el uso adecuado de los espacios. Con lo anterior la importancia de la madera para la construcción de viviendas teniendo en cuenta la planificación es más efectiva que las construcciones tradicionales, por ser construcciones livianas, además que la madera por naturaleza es un aislante térmico, por lo cual se dice que la madera es el material del futuro para la construcción de viviendas (ArchDaily Colombia, 2009).

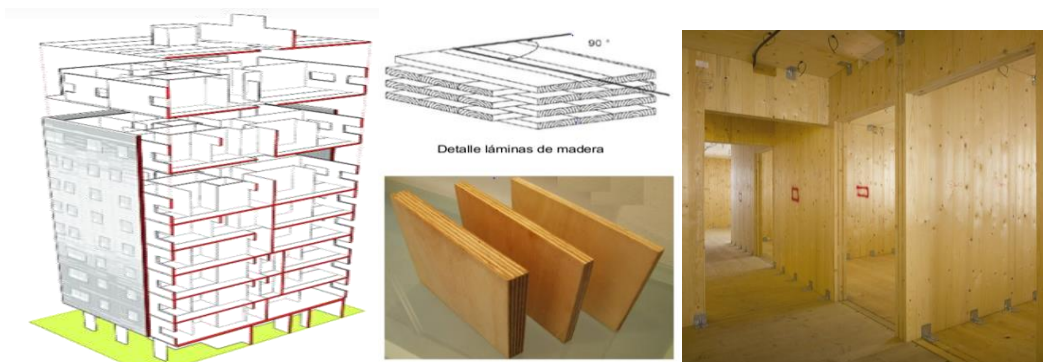


Figura 4. Estructura residencial, edificio de vivienda de alta densidad construido con paneles prefabricados de madera laminada. Tomado de: ArchDaily Colombia, 2009. Referencia: “Stadthaus, 24 Murray Grove por Waugh Thistleton Architects” por ArchDaily Colombia, 2009. Recuperado de <https://bit.ly/2MCD4FJ>

Basado en lo anterior este referente aporta el conocimiento industrial en cuanto a la modulación de secciones de espacios en una vivienda, con el fin de mitigar impactos ambientales en las construcciones tradicionales, sacando provecho de un solo material para hacer un conjunto

PANELES MODULARES EN MADERA

unidades habitacionales, es importante resaltar que una buena utilización de la madera ayuda a conforma distintas piezas para el uso de entornos de uso y goce.

Por lo antes mencionado del proyecto 24 Murray Grove, se toma la modulación como ejemplo para conformar secciones que permiten armar muros divisorios modulados que contribuyan con el tiempo y costo e instalación ya que por ser un sistema industrial hace que mejore su proceso constructivo al ser esta una construcción planificada.

3.2.3 Madera 21 desarrollo de módulos hospitalarios en madera industrializados como espacio para tratar el Coronavirus.

Este proyecto de paneles de módulos, como una solución constructiva para levantar unidades hospitalarias en el desarrollo de estos módulos, incorporando soluciones constructivas, investigaciones, técnicas y nuevos procesos de la construcción. Gracias a la industrialización con base a la madera se automatizan los módulos, teniendo una mejor planificación y traslado de la obra, lo que conlleva una instalación más sencilla y rápida (Lop, 2020).

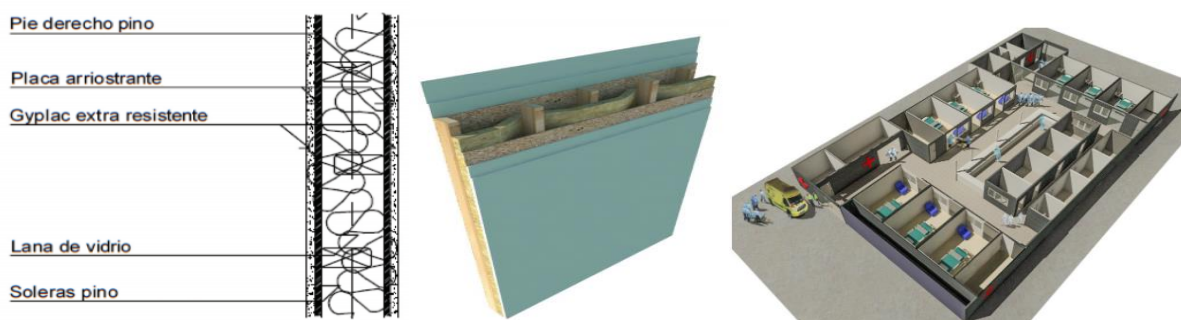


Figura 5. Módulos hospitalarios en madera. Tomado de: Lop, 2020
Referencia: "Madera 21 de CORMA" por R. Lop, 2020. Recuperado de <https://bit.ly/3h19vvv>

Con lo mencionado anteriormente se puede decir que gracias a las modulaciones se construyen espacios no solamente habitacionales sino también para otros usos como por ejemplo a nivel hospitalario, entre otros usos arquitectónicos comerciales y demás, como un aporte al

PANELES MODULARES EN MADERA

proyecto este referente contribuye con el conocimiento de aplicación en menor tiempo sin tener una mano de obra calificada, y sin aumentar el mayor número de obreros para su instalación. Es importante mencionar que la industrialización es otro de los principios que contribuye a determinar espacios que pueden ser utilizados de mejor forma.

Si se analiza a profundidad el referente no solo brinda un aporte estructural sino que también es un aporte a la sociedad, ya que está proporcionando espacios para satisfacer las necesidades que presenta la ciudad por causa de la pandemia COVID-19 y a la vez da una solución a las situación de la ciudad, es por ello, que se trae a colación al presente proyecto a realizar, pues de manera rápida y eficiente proponen una solución a la problemática, madera 21 como ya se mencionó anteriormente dan una solución, en uno de los pabellones de Corferias plantean espacios por medio de paneles en madera para así generar áreas adecuadas para las personas contagiadas. Tomando lo anterior se evidencia que se puede dar una solución a un problema de espacios de manera rápida y funcional sin mayor costo y en menor tiempo.

3.2.4 Sistema industrializado.

Con todo y lo anterior la industrialización es usada para organizar elementos, para optimizar recursos que cubran con necesidades en la producción integrando métodos que ayuden a transformar procesos con menos errores, todo un conjunto de mecanismos.

En la ilustración 6 se observa la estadística implementada en la industrialización la cual determina el porcentaje de importancia en la disminución de tiempos en este tipo de construcción.

PANELES MODULARES EN MADERA

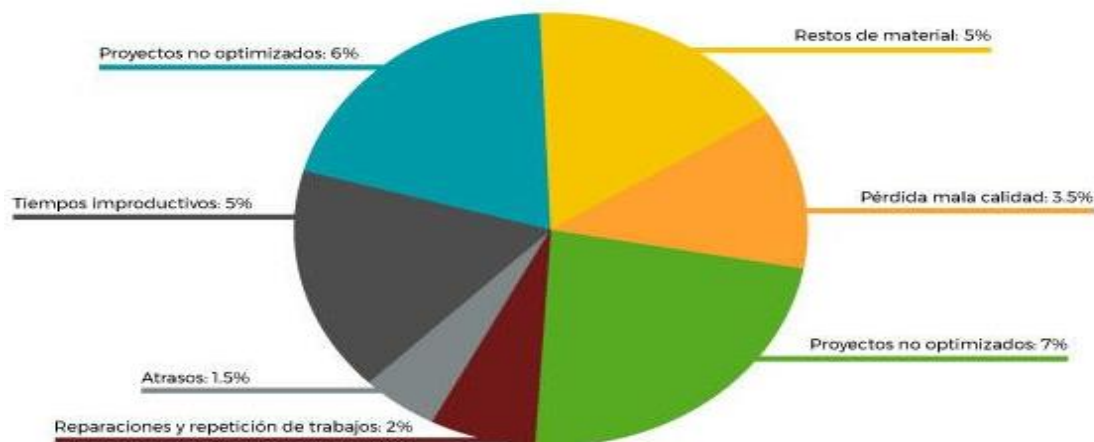


Figura 6. Diferencias de optimización entre construcción industrializada y tradicional Tomado de: Structuralia, 2019. Referencia: “La construcción industrializada ha llegado para quedarse” por Structuralia, 2019. Recuperado de <https://bit.ly/2UoguVQ>

Para determinar el sistema industrializado, esta parte de la elaboración significativa que organiza elementos de forma continua, basado en norma que facilita los aspectos relacionados a continuación: confort, resistencia, economía, funcionalidad, habitabilidad y duración, conjunto que debe conformar una cadena industrial para producir a gran escala una estructura (Marquina, 2013).

3.2.5 Vivienda industrializada: antecedentes en el mundo y propuesta al déficit de vivienda social en Colombia.

Según la investigación que realizó el profesor Jaime Sarmiento (2017), de la Universidad Nacional de Colombia sobre la aplicación local en entorno a la vivienda industrializada, hace referencia en una parte de su investigación a una propuesta de vivienda industrializada en Colombia; el profesor Sarmiento (2017) explica que, “en Colombia no cuenta con demasiados referentes ni soluciones tipificadas que hayan logrado solventar el déficit habitacional que existe hoy día en el país” (p. 90).

PANELES MODULARES EN MADERA

A partir de su indagación el autor del artículo presentó un sistema constructivo llamado ensamble, el objetivo de este, es buscar soluciones de viviendas que se adecuen a los climas, a las necesidades de los habitantes, y que contribuya con el medio ambiente. Jaime Sarmiento presenta una serie de características que fue encontrado en cada uno de los referentes estudiados, como la tecnología, la adaptabilidad, ligereza y la sostenibilidad son parte de estas características que fueron de gran aporte para la aplicación, a partir de este sistema se consigue ejecutar viviendas con las características ya mencionadas anteriormente, un ejemplo de este logro fue la construcción de viviendas de interés social en el municipio de Envigado Antioquia. Como se puede evidenciar en la siguiente imagen (Sarmiento, 2017).



Figura 7. Ejemplo de montaje manual de los componentes. Tomado de Sarmiento, 2017.

Referencia: “Vivienda industrializada antecedentes en el mundo y propuesta al déficit de vivienda social en Colombia” por J. Sarmiento, 2017, p.91. Recuperado de <https://bit.ly/2UknbYV>

Lo anterior se toma como referente, toda vez que permite señalar las ventajas que tiene este sistema constructivo, siendo ellas, la tecnología, adaptabilidad, ligereza y la sostenibilidad entre otras, como la optimización de tiempos en su elaboración además es mano portable, características usadas como principios con el que se pretende realizar un muro divisorio para

PANELES MODULARES EN MADERA

viviendas de clima cálido en la vereda de Peña Negra de Municipio de Cachipay Cundinamarca, y así poder dar una solución a la problemática de espacios y mejorar la calidad de vida de las personas.

3.2.6 Diseño de un sistema de muros divisorios en tubos de cartón.

Por otro lado, está el proyecto de muros divisorios modulares en madera, está es la investigación de un estudiante de la universidad Antonio Nariño quien se enfoca en Muros divisorios de bajos costos en material reciclado para el mejoramiento de viviendas de familias en situación de extrema pobreza del municipio de pasto, la investigación elaborada por Oscar Montero Viveros (2013), en el desarrollo del panel que propone para resolver el problema de las viviendas de bajo recursos, se basa en material de tubos de cartón con las siguientes dimensiones un tubo de un diámetro de 5.5cm y longitudes de 70 cm, 1.40 mts, para lograr la altura de la vivienda y un ancho modular de 60. 5 cm.

La ilustración 8 muestra cómo se implementan los muros divisorios con materiales inapropiados en la vivienda, proyecto desarrollado por Montero (2013).



Figura 8. Vivienda en déficit cualitativo de muros. Tomado de: Montero, 2013.
Referencia: “Diseño de un sistema de muros divisorios de bajo costo” por O. Montero, 2013, p.34. Recuperado de <https://bit.ly/2MF5dw4>

PANELES MODULARES EN MADERA

Para anclar los módulos de cartón se utilizaron pernos y otros elementos de uniones, como se evidencia en la siguiente ilustración numero 9



Figura 9. Elementos utilizados para el armado del panel. Tomado de: Montero, 2013.
Referencia: “Diseño de un sistema de muros divisorios de bajo costo” por O. Montero, 2013, p.41. Recuperado de <https://bit.ly/2MF5dw4>

- Chazo de 3/8 para piso plástico
- Tornillo con tuerca 3/8 fijación angular
- Tornillo para drywall de ¼ fijación bases de madera (Montero, 2013, p. 41).

También como otros elementos para la elaboración del panel fueron utilizados:

- Madera de 60 x 10 x2 cm
- Angulo calibre 18 de 1” ½ para soporte de panel (Montero, 2013, p. 41).



PANELES MODULARES EN MADERA



Figura 10. Paneles armados en configuración puerta y ventana. Tomado de Montero, 2013.
Referencia: “Diseño de un sistema de muros divisorios de bajo costo” por O. Montero, 2013, p 53. Recuperado de <https://bit.ly/2MF5dw4>

Basado en lo mencionado es útil este referente, debido a que reúne condiciones apropiadas y de innovación con materiales de reciclaje que fácilmente pueden ser transformados en materia prima para la fabricación de muros divisorios, es un aporte fundamental el conocimiento y la implementación de nuevas técnicas que ayuden a resolver un problema, este a consecuencia de situaciones precarias de sus habitantes, donde se da solución a lo antes expuesto, es importante resaltar el recurso utilizado arquitectónicamente con el material desconocido. Otro aporte que brinda este referente son las pruebas de ensayo a las que fue sometido el panel en tubos de cartón para muros divisorios y así poder identificar la resistencia a compresión, flexión y cizallamiento, para posteriormente darle una aplicación.

3.2.7 Comportamiento de diafragma en madera.

Los sistemas de paneles anclados con tornillos tienen una gran ventaja por su capacidad de resistir la disposición de energía una de las dimensiones sugerida para realizar los paneles es de 1.22.x 2.44 mts.

PANELES MODULARES EN MADERA

La configuración de diafragmas en madera suele tener flexibilidad en las uniones de vigas apoyadas en el canto en los muros laterales. Ante fuerzas horizontales, la resistencia cortante y debe a los paneles, la flexión resiste con las vigas del borde de diafragma. de panel resiste a la flexión en las vigas cerca a los bordes del diafragma (STTC; FSC, 2018, p. 100).

Félix Romero toma como referencia:

El principio sísmico que debe resistir la conformación del panel, que junto a sus elementos debe constituir un conjunto (vigas, 1, 2, 3,4 columnas y tornillos) para resistir las cargas propias y las fuerzas externas. Anudando de principios de arquitectónicos y técnicos que contribuyen con mejorar los detalles de fabricación de paneles y el material a utilizar (citado en STTC; FSC, 2018, p. 102).

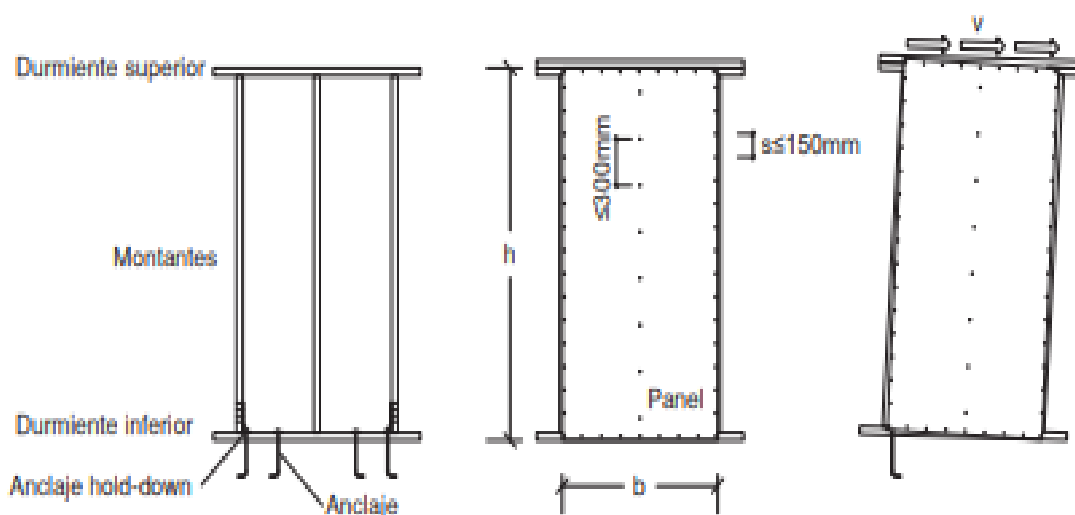


Figura 11. Elementos de un muro entramado. Tomado de: STTC; FSC, 2018.

Referencia: "En madera, otra forma de construir" por STTC; FSC, 2018, p. 100. Recuperado de <https://bit.ly/2BApald>

PANELES MODULARES EN MADERA

3.3 Marco Conceptual

3.3.1 Muros divisorios.

Los muros divisorios son elementos verticales que no soportan cargas estructurales su funcionalidad es generar espacios habitacionales, según la aplicación que se les dé pueden ser aislantes acústicos y térmico, tiende hacer ligeros según sus materiales, estos pueden ser prefabricados o hechos en obra tal como se muestra en los proyectos de habitissimo (2011). Este concepto aplica ya que el objetivo del proyecto es plantear un nuevo muro divisorio a partir de un panel con submodelos que generen áreas adecuadas en el interior de la vivienda de la vereda de Peña Negra, este con el fin de satisfacer las necesidades de los habitantes (párr. 3). En la ilustración 12, se puede observar que el referente ofrece un panel modular tipo puerta macizo de gran tamaño en madera laminada como concepto diferente para armonizar un espacio.



Figura 12. Paneles móviles de madera. Tomado de Grupo Escom S.A.S, 2020

Referencia: “Instalación paneles móviles de madera” por Grupo Escom S.A.S, 2020. Recuperado de <https://bit.ly/2XFRf34>

En la tabla 3, se comparan algunos sistemas que son utilizados para la implementación de muros divisorios en cuanto a los materiales empleados para su conformación, medidas y demás componentes para su instalación.

PANELES MODULARES EN MADERA

Tabla 3.

Cuadro comparativo de muros divisorios.

CUADRO COMPARATIVO DE MUROS DIVISORIOS				
No	CLASE DE MURO DIVISORIO	MATERIALES EMPLEADOS	UNIDAD DE MODULACIÓN	PESO
1	MUROS DIVISORIOS EN MAMPOSTERIA	Cemento Arena Ladrillo Agua Estuco	Bloque No 4 de 10X20X30 peso 4.85 kg	Peso 4.85 kg
2	MUROS DIVISORIOS EN DRYWALL	Silicona blanca (sika flex) Cinta Malla Cinta Papel Dilatadores de Pared Lija Llana Metalica Estuco Pintura tipo II	Lamina de Drywall 1.22X 2.44 -E 1/2	Peso 20 kg
3	MUROS DIVISORIOS EN PLASTICO	Tornillo de 5" autoperforante Madera aserrada	Ecobloque de 25X12.5X12.5	Peso 33 Kg
4	MUROS DIVISORIOS EN MADERA	Tornillo autoperforante de 2" a 5" Barnis Laca	Modulo de 60cm X 2.20	Peso 5.5 Kg

Nota: cuadro comparativo de elementos requeridos según muro divisorio utilizado. Elaboración propia.

3.3.2 Prefabricado.

Estos son elementos que son articulados entre sí y producidos en fábrica o en obra, a estos procesos de fabricación y ejecución de estos materiales se le llama construcción Industrializada, Prefabricada o Premoldeada (Slowhome, 2016). Según esto la elaboración de estos paneles se llevarán al sitio ya para ser ensamblados e instalados en las viviendas

PANELES MODULARES EN MADERA



Figura 13. Construcción de una casa ecológica. Tomado de: Slowhome, 2016.
Referencia: “Construir una casa ecológica prefabricada” por Slowhome, 2016. Recuperado de <https://bit.ly/2XFRf34>

3.3.3 Modulación.

La modulación es la repetición de elementos de tipologías similares en lo que se refiere a una forma, tamaño y función, tomando el nombre de módulo, es un segmento que se toma como unidad de medida y se toma como un conjunto unitario de piezas que se repiten en cualquier diseño (Muños, 2008). Se toma como principio este concepto al desarrollo de este proyecto ya que para realizar el panel se tomarán segmentos de mismas dimensiones para así conformar la estructura con la medida propuesta para solucionar el problema de espacios en la vivienda de la vereda de Peña Negra del municipio de Cachipay, Cundinamarca.

3.3.4 Construcción modular.

La construcción modular es un sistema constructivo que tiene como ventajas la flexibilidad permitiendo también tener un diseño personalizado ya que consiste en un sistema de creación y ensamble de módulos estandarizados habitables, de esta manera a construcción modular es una solución a la situación actual de edificación masiva, debido a que este permite una construcción rápida. Neublok (2016), muestra como gracias a este sistema se resuelven

PANELES MODULARES EN MADERA

problemas con “diseños y proyecciones más viables, sostenibles, eficientes que cumplen con las necesidades de los próximos inquilinos” (párr. 2). Con este concepto podemos tomar como ventaja del sistema es la posibilidad de reubicarlas si se cuenta con productos sustentables y amigables con el medio ambiente y de eficiencia energética otro beneficio aplicable al proyecto es la construcción rápida, todos y cada uno de los aportes mencionados se aplican como fuente de información para aplicarlo al proyecto.

Tabla 4.

Cuadro comparativo, entre tradicional e industrializado.

CUADRO COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL	Durables
		Solidas
		Mayor consumo energético
		Personal no calificado
		Desperdicio de material
		No es rápida su construcción
		Mayor tiempo empleado
		No hay control de Calidad
	CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA	Tiempo y dinero
		Versátil
		Menor consumo energético
		Calidad empleada
		No genera desperdicio
		Rapidez en la Construcción
		Menor tiempo empleado
		Si hay control de calidad

Nota: Diferencias entre muros tradicionales y muros amigables. Elaboración propia.

3.3.5 Tipos de muros.

En la siguiente tabla hace referencia a la clase de muros divisorio que se pueden construir en el interior de una vivienda, y la descripción de cada uno según su material.

Tabla 5.

Tipos de muros divisorios.

PANELES MODULARES EN MADERA

Muros	Descripción	Muros	Descripción
	<p>1. Paneles de Decoración Según su función esta dada para muros que se pueden utilizar para aislar o para decorar</p>		<p>3. Paneles en mampostería Estos deben contar con cualidades térmicas, acústicas o impermeables pueden ser prefabricados o hechos en obra.</p>
	<p>2. Paneles de Materiales prefabricados Estos pueden ser de plástico o de yeso y concreto.</p>		<p>4. Paneles Industriales Estos pueden ser en materiales robustos con fijaciones a piso y a techo con materiales como lo son las fibras y aislantes térmico y acústicos, pero generan gran impacto ambiental por los materiales empleados.</p>

Nota: tipos de muros divisorios según su función. Adaptado de: Wallys ,2013.

Referencia: “Prezi Muros divisorios” por E. Wallys ,2013. Recuperado de <https://bit.ly/2YegoAX>

En la tabla 6 se realiza una comparación del material en el que se fabrican los muros divisorios a partir de 4 materiales más comunes.

Tabla 6.

Comparación costo de muros por M2

MATERIAL	VALOR UN	VALOR M2
Drywall doble cara	\$24.000	\$75.000
Placa Fibrocemento	\$39.000	\$68.000
Mampostería Bloque No 6	\$800	\$42.000
Madera	\$17.500	\$33.000

Nota: costos por muro. Elaboración propia.

3.3.6 Ventilación natural.

La ventilación natural es el paso de corrientes de aire en las viviendas en su interior sin que sea utilizado algún sistema eléctrico que altere la ventilación natural el cual ocurre por

PANELES MODULARES EN MADERA

medio de puertas, ventanas y rejillas de ventilación, estos elementos que dan paso al aire y circulan en el interior de la vivienda, su ubicación debe estar asegurando el flujo de aire puro y esté fuera de alguna contaminación, ya sea por humo o polvo y malos olores (Siber, s.f.). Se aplica este concepto de ventilación natural en el proyecto por medio de unas rejillas que se plantearán en la estructura del panel para que por medio de ellas se permita el flujo de aire y recorra la vivienda sin ningún obstáculo y de esta manera mantenga la vivienda fresca.



Figura 14. Sistemas de ventilación. Tomado de: Siber ventilación inteligente s.f.
Referencia: “Ventilación natural: tipos, oportunidades y retos” por Siber ventilación inteligente s.f. Recuperado de <https://bit.ly/37lbKFP>

3.3.7 Madera.

La madera como material de origen natural, esta se halla en el tronco del árbol, encontrando su parte más sólida en la corteza de los árboles y su utilidad es variable se pueden fabricar muebles, estructuras en madera, viviendas arquitectónicas entre otros usos y aplicaciones, también cuenta con unas propiedades que permite su uso en las diferentes aplicaciones ya mencionadas como la elasticidad, la densidad de sus fibras, su flexibilidad y su contenido de humedad (Madróñero, 2006, p. 1).

Como materia prima del proyecto se utiliza la madera extraída del pino colombiano ya que su dimensión permite sacar las piezas adecuadas para la elaboración del panel estas dimensiones son de 40 metro de alto y 180 de diámetro, brinda variedades de aplicación entre

PANELES MODULARES EN MADERA

ellas la construcción gracias a las características que posee este tipo de madera se utilizará para la elaboración de estos paneles modulares.

3.3.8 Madera y ventajas.

Absorbente de CO₂: La madera es el único material de construcción cuyo uso reduce el CO₂ de la atmósfera, contribuye a mitigar el cambio climático, lo cual es una alternativa constructiva baja en huella de carbono.

Renovable:

Por medio de la fotosíntesis, los árboles absorben a lo largo de su vida grandes cantidades de dióxido de carbono. Este queda fijado en sus paredes celulares y puede llegar a representar la mitad del peso seco de un árbol. Así, por ejemplo, en una tonelada de pino silvestre –de donde se obtienen 500 kilos de madera seca–, el carbono acumulado alcanza los 250 kilos. Esto equivale a decir que dicho árbol secuestró de la atmósfera 915 kilos de dióxido de carbono (Madera21 de Corma, s.f., p. 1).

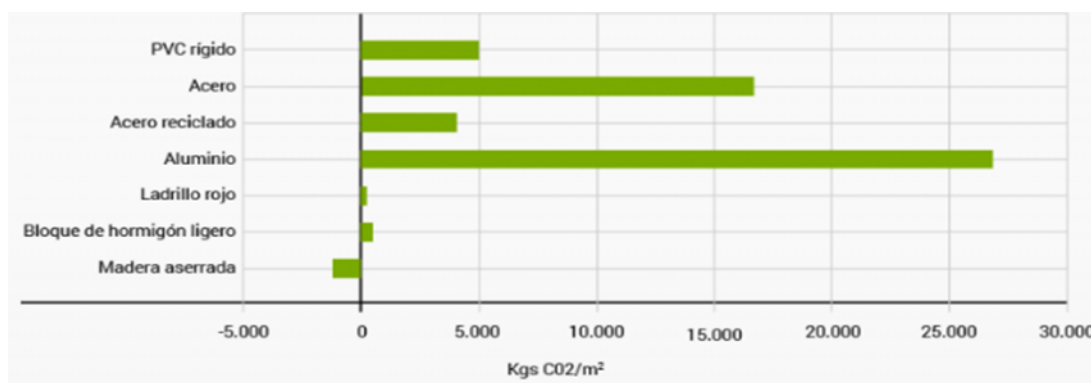


Figura 15. Comparación del CO₂ producido por diferentes materiales. Tomado de: Tasmania timber, citado en Madera 21 de Corma, 2001.

Referencia: “Por Qué Madera” por Tasmania timber, citado en Madera 21 de Corma, 2001. Recuperado de <https://bit.ly/2UnBNqx>.

PANELES MODULARES EN MADERA

3.3.9 Pino

El pino tiene diversidad de especies, muchas de las especies del pino producen madera que es utilizada para la construcción y otros usos, estos árboles se caracterizan por ser de grandes dimensiones y de formas cilíndricas- piramidal, cuentan con diferentes grupos de especies como las que se mencionan a continuación: Pinus Aristata: se encuentra en las zonas boscosas de Estados Unidos, Pinus ayacahuite: Este se encuentra en México y Centro América, Pinus Nigra: Esta especie tiene variedades de formas y tamaños, se encuentra en el Sur de Europa, Pinus sylvestris; Zambrano (2019) explica que esta especie está extendida por todo Europa, Pino Patula: Este es una especie nativa de Sur América, especialmente se encuentran en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia.

3.3.10 Sostenibilidad.

La sostenibilidad hace referencia a varios factores que de alguna manera afecta a la sociedad, como lo es el equilibrio ambiental, la economía, y el medioambiental, la sostenibilidad debe emplear un progreso sin amenazar los principios de los recursos naturales y sin comprometer futuras generaciones (Ecoticias.com, 2017, p. 7). El fin de este concepto es aplicarlo a la elaboración de los paneles ya que la madera es un material sostenible y contribuye con el medio ambiente y brinda una serie de beneficios puesto que es un recurso natural, es renovable y biodegradable, por tal motivo se utiliza como materia prima para la ejecución de los paneles.

PANELES MODULARES EN MADERA

3.3.11 Calidad de vida.

El concepto de calidad de vida es utilizado para complementar discrepancias en cuanto a el hábitat y el desarrollo económico de las necesidades que tiene sus habitantes en la implementación de mejorar su vivienda y a su vez la calidad de vida de sus miembros.

Cuando se habla de la calidad de vida se hace referencia a las condiciones en las que las personas que habitan un espacio sean en condiciones adecuadas y habitacionales, es decir que un arquitecto y un constructor se basan en las necesidades que pueden tener los seres humanos, para cada persona es vital que los espacios en donde se rodeen puedan satisfacer la diversas necesidades y además de eso cuenten con los servicios básicos y que tengan espacios adecuadas para cada necesidad, como por ejemplo baños, habitaciones privadas y zonas comunales (Arzoz, 2014). Con este concepto lo que se busca en este proyecto es brindar esa calidad de vida que toda persona merece ya sea de bajo o alto recurso y es por ello por lo que con la elaboración de estos paneles se brindarán nuevos espacios para que así puedan tener una vivienda digna y habitable.

3.4 Marco Normativo

Según la NSR-10 Título G. Capítulo G.1.3 Materiales- calidad de la Madera Estructural (Ministerio de ambiente, 2010), se requiere que los materiales seleccionados cumplan con la calidad estructural establecidos en la G1.3.2 y ajustarse a la clasificación visual, en la que se instauran dos categorías de maderas aserradas o de uso estructural.

Esta norma indica el proceso de elección del material a utilizar y la clasificación para la madera estructural basados en esta, es importante mencionarla porque con ella se puede saber si el material empleado se adapta a las pruebas mecánicas que

PANELES MODULARES EN MADERA

se requieren para conformar el marco del panel y determinar con pruebas su resistencia (NTC. NSR-10, p. 12).

Según la norma NSR-10 Título E. 2.4.2. Define que los muros divisorios no son estructurales y estos deben apoyarse de igual manera que los muros estructurales (NTC. NSR-10, p. 10).

Según la NTC 663 (Norma Técnica Colombiana). Establece que las piezas pueden resistir la flexión de acuerdo con el ensayo determinado en el módulo y al corte radial de la pieza (NTC. NSR-10, p. 2).

La norma antes mencionada informa como se debe aplicar el ensayo de flexión a un material, con esta se determinará una de las pruebas que se realizan en cada pieza que conforma el panel, esta se aplicara mediante carga puntual como lo recomienda la norma, con el fin de obtener resultado que convaliden la resistencia del material a emplear.

Según la NTC 2083 (Norma Técnica Colombiana). Establece la clasificación de maderas preservadas (NTC. NSR-10, p. 1).

Es importante hacer relación esta norma debido a que se debe conocer la madera y el proceso de inmunización, el cual arroja información que debe ser aplicada en la elección del material para que resista a los a los agentes externos, es decir que no sufra ninguna enfermedad el material a utilizar.

Según la norma NTC 2500 (Norma Técnica Colombiana. Ingeniería Civil y Arquitectura): Establece los requisitos para las construcciones en madera (p. 4)

PANELES MODULARES EN MADERA

Esta norma ayuda a determinar el grupo estructural y la clasificación de la madera, para estudio y poder establecer que datos de referencia se tienen para compararlos con los realizados al prototipo lo cual es importante para determinar su comportamiento mecánico en los diferentes ensayos, y el uso adecuado para su comercialización

ASTM D143 (2014). Esta norma define los ensayos y métodos para determinar la de resistencia de las cargas a flexión y de la resistencia al cizallamiento (p. 1).

Es importante conocer los ensayos que se realizan para determinar cómo aplicarlos a las diferentes piezas que conforman el panel y otra manera de medirlo en con la norma antes mencionada, esta será aplicada de una manera empírica a los ensayos en el prototipo.

Según la norma ASTM E84 (s.f.). Es un método de prueba estándar americano para características de las superficies ardientes de materiales de la construcción, es una prueba de 10 minutos en un túnel que permite determinar el índice de propagación de la flama y del humo, estos dos principales parámetros se utilizan para medir y escribir la respuesta del material al calor y las llamas (párr. 4).

Aplicado al proyecto se debe considerar su resistencia al fuego lo cual es importante para poder determinar la propagación de este, el cual debe ser ignífugo y poder retrasar su propagación.

Según la L. 1377, 2010. Por medio de la cual esta ley aplica la actividad forestal con el objetivo de hacer cumplir las normas para el aprovechamiento forestal (párr.1).

PANELES MODULARES EN MADERA

Se aplica al proyecto eligiendo material nativo que cumpla con los estándares para su comercialización y uso, evitando conseguir maderas de dudosa procedencia que no cumplan las normas comerciales exigidas en la guía de la reforestación, que a través de esta investigación se aporte en dar a conocer la explotación legal de los recursos madereros de plantaciones legales en Colombia.

PANELES MODULARES EN MADERA

4 Metodología

Esta investigación cuantitativa tiene como énfasis el desarrollar un muro divisorio modular en madera, que cumpla con la función de integrar espacios permitiendo el desarrollo de actividades cotidianas con la ventaja que ofrecer sus secciones modulares de fácil instalación y bajo costo. A continuación, en la tabla 7 se observa el proceso de desarrollo y organización de la metodología para ejecutar una planeación que lleve a un producto final.

Tabla 7.

Proceso de desarrollo de la metodología de paneles modulares en madera.

PROCESO DE DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE PANELES MODULARES PARA MUROS DIVISORIOS						
Fase		Recolección de datos cuantitativos			Análisis de datos por medio de encuestas.	
1	FACTORES DE LA VIVIENDA LA VEREDA DE PEÑANEGRA DEL MUNICIPIO DE CACHIPAY-CUNDINAMARCA	Ubicación y estudio de la vereda de Peña Negra del Municipio de Cachipay-Cundinamarca	Estudios de ocupación de manzanas de Peña Negra, suelo y vivienda.	Déficit cuantitativo de viviendas en la vereda Peña Negra del Municipio de Cachipay Cundinamarca	Encuesta Análisis de la encuesta	Resultados de las estadísticas, según encuestas
2	SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA, PARA EL DESARROLLO DEL PANEL.	Investigación del material		Análisis de comportamiento del material		Evaluación de costos
		Características del pino	Inmunización del pino patula	Parámetros de información ensayos según la norma NSR-10	Propiedades mecánicas del pino patula	costos de elaboración del panel para muros divisorios en madera
3	PROCESO DE ELABORACIÓN PARA EL DISEÑO DE MUROS DIVISORIOS EN MADERA.	Diseño de la planimetría del panel por medio de herramientas digitales				
		Planimetría y diseño del panel modular para muros divisorios en madera	Elementos de unión y ensambles	Rieles para la instalación de muros divisorios en madera	Módulos interiores de panel	Diseño de ventilación para los módulos interiores del panel
4	ELEMENTOS DE ENSAYO PARA LOS MUROS DIVISORIO DE MADERA	Ensayos de pruebas de las piezas que conforman el panel, por medio de herramientas e instrumentos que determinen su resistencia				
		Pruebas de laboratorio para el marco del panel a compresión y atracción	Resultados de las pruebas	Pruebas de resistencia a los sub módulos interiores del panel	Resultados de las pruebas	Aplicación

Nota: el cuadro describe el proceso de desarrollo que se requiere para ejecutar la planeación. Elaboración propia.

PANELES MODULARES EN MADERA

A continuación, se lleva a cabo el proceso de cada objetivo propuesto para el desarrollo del presente proyecto.

4.1 Fase 1: Factores de las Viviendas de la Vereda de Peña Negra del Municipio Cachipay Cundinamarca.

En esta fase se desarrollará una georreferenciación del municipio donde se llevará a cabo el proyecto, posteriormente se utilizará un mapeo y un registro fotográfico que como herramienta arroje información del estado de las viviendas rurales, a continuación, se toman estadísticas de documentos del municipio y de otros entes territoriales como (EOT, DANE y SISBEN) para determinar a qué población se dirige el proyecto. Luego se desarrolla una encuesta cuantitativa que determine cuáles son las necesidades que se tiene en la vivienda rural en su espacio interno y conocer alguna de ellas en su estado actual de construcción y materiales que conforman la vivienda, para ello se emplean instrumentos de medición con el fin de analizar cuál es el material que predomina en la construcción de la vivienda y poder implementar un material eficiente y de bajo costo.

4.2 Fase 2: Selección de la Materia Prima

Se investiga el pino por ser uno de los materiales más comunes y usados para la construcción de vivienda, que por su calidad y cualidades mecánicas se adaptan a la construcción de diferentes estructuras, por consiguiente, se toman datos relevantes de la especie encontrados la norma sismo resistente (NSR-10), datos específicos para llevar a cabo la prueba necesaria para la elaboración del proyecto. Como instrumentos se utilizarán los datos comerciales que la madera

PANELES MODULARES EN MADERA

cumpla con un control de calidad basada en la información que arroja la NSR-10 y NTC con el fin de obtener resultados de resistencia mecánica.

4.3 Fase 3: Proceso de Elaboración para el Diseño de Muros Divisorios en Madera

Una vez obtenido los resultados que arrojó la fase dos en cuanto al a material se procede a dimensionar las piezas que conforman el panel, este proceso se realiza mediante la elaboración de planos y despieces en los cuales se interpreta cada pieza específica del panel y se detallada junto con sus otros elementos de ventilación para obtener finalmente una estructura funcional que sea construida posteriormente y aplicarla a la vivienda rural, las herramientas a utilizar serán programas de diseño digital y esquemas.

4.4 Fase 4: Panel de Ensayo para los Muros Divisorio de Madera

Una vez determinada las piezas que conforman en panel en su planimetría se procede a la realización de pruebas para determinar su resistencia a la cual serán sometidos, pruebas empíricas que serán realizadas bajo los parámetros que informan la NSR-10. NTC y la ASTM D143 para así implementar el desarrollo técnico de cada uno de los elementos que conforman el panel modular con el fin de implementarlo en la vivienda rural. Las herramientas por utilizar serán empíricas simuladas con elementos que permitan llegar una aproximación real de la resistencia.

PANELES MODULARES EN MADERA

5 Desarrollo del Proyecto

5.1 Localización y Estudios de la Vereda Peña Negra del Municipio de Cachipay, Cundinamarca

Este municipio se encuentra ubicado hacia el occidente de la Bogotá, a una distancia de 65 kilómetros de la Capital, con una población de área urbana concentrada de un 38% y en la vereda Peña Negra de 3% y en el área rural un 59% según el EOT (Alcaldía Municipal de Cachipay, 2000), donde se encuentra a 6 kilómetros del casco urbano de Cachipay, la vereda de Peña Negra ubicada en las coordenadas latitud 4,691476 y longitud -74,477805, a nivel de la cordillera oriental, su clima es cálido, tiene una altura de 1.150 metros sobre el nivel del mar, su temperatura promedio anual es de 28°C, presentando variaciones de temperatura entre los 20°C a los 35°C, con una humedad relativa en invierno de 80% y en verano del 75%. Su actividad económica está basada en la actividad agrícola y pecuaria (Alcaldía Municipal de Cachipay, 2016).

En la ilustración 16 se muestra el recorrido a una hora y cincuenta y seis minutos aproximando de viaje en vehículo desde Bogotá D.C, pasando por los municipios de Mosquera, Madrid, Facatativá, Zipacòn, Cachipay y por último la Vereda Peña Negra, con esta descripción se ubica la Geolocalización para determinar los tiempos en los desplazamientos que se realizan para el desarrollo de la investigación. En la ilustración 17 se observa la ubicación geográfica de la vereda Peña Negra, la cual pertenece al municipio de Cachipay Cundinamarca donde se puede apreciar la zona urbana del municipio y el casco urbano, este con el fin de determinar la ubicación del desarrollo del proyecto para vivienda rural.

PANELES MODULARES EN MADERA

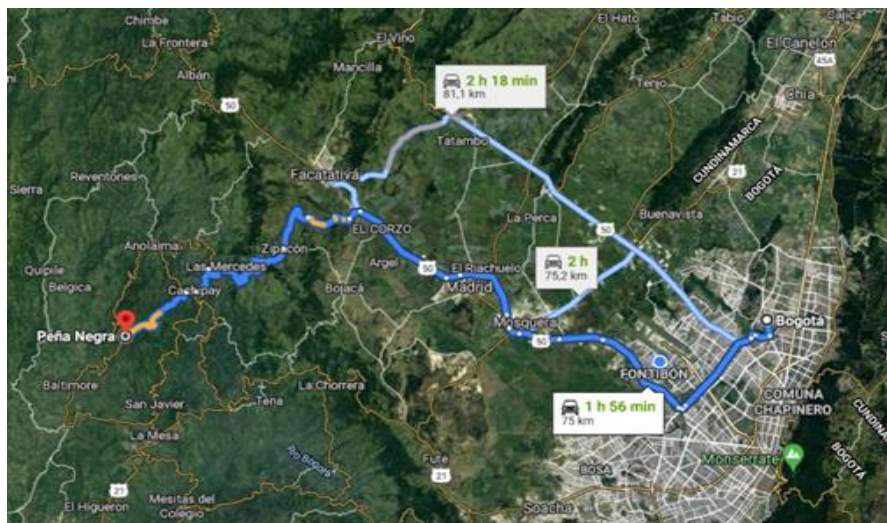


Figura 16. Localización de la vereda Peña Negra. Se muestra la distancia donde se localiza la vereda en donde se desarrollará el proyecto Tomado de Google maps, 2020.

Referencia: Google maps. (6 de junio 2020). Recuperado de <https://bit.ly/2MFtgUQ>

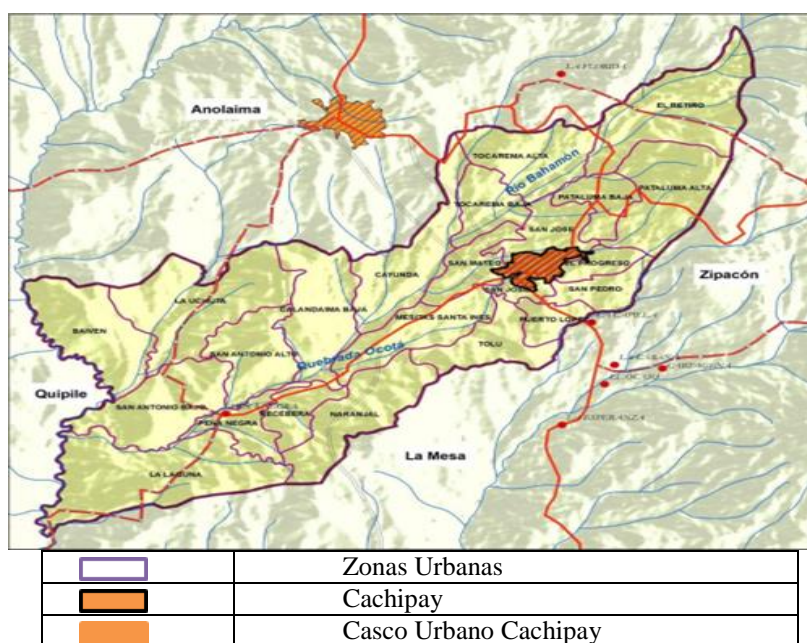


Figura 17. Ubicación Cachipay Tomado de: Barahona, 2017.

Referencia: “Acueducto veredales, actores de gestión y transformación para la salud pública y ambiental de Cachipay-Cundinamarca” por J. Barahona, 2017. Recuperado de <https://bit.ly/3eYgtQb>

5.1.1 Estudios de ocupación de manzanas de Peña Negra, uso de suelo, estados de las construcciones, suelo y vivienda.

Factores que resultan de las características de las viviendas como lo son la edad, de las construcciones, alturas y los materiales, en la cabecera municipal se observa que hay

PANELES MODULARES EN MADERA

construcciones con edades de más de 50 años, también se observa que hay construcciones de menor edad y son de 25 años las más antiguas fueron reconstruidas debido a que su construcción fue empírica y con materiales y técnicas tradicionales, En cuanto al material empleado para su reconstrucción se observan ladrillo, bloque, concreto, la gran mayoría de viviendas son de un solo piso con un lote rectangular y su cubierta inclinada a partir de la parte comercial son de dos pisos con cubierta inclinada.

A continuación, se describe en la ilustración 18, donde se puede apreciar en la localización de la vereda Peña Negra que su índice de manzanas desarrolladas es bajo y que las áreas construidas en su casco urbano son muy pocas por tal motivo el índice ocupacional no es muy denso. Si bien la ilustración 18, muestra la distribución destinada a diferentes usos entre vivienda y comercio esta no muestra la actividad económica de las viviendas rurales donde hay distintas necesidades, las cuales aparecen fuera del casco urbano representadas en el mapa



	Área Manzanas	Área Construida	Índice de Ocupación
Total Peña Negra	5.488945	0.776849	14%

Figura 18. Distribución destinada a diferentes usos entre vivienda. Tomado de: Moya, 2019.

Referencia: “Revisión y ajuste general del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Cachipay” por A. Moya, 2019. Recuperado de <https://bit.ly/3eXBwIZ>

PANELES MODULARES EN MADERA

Como se menciona en la ilustración 19, si bien no se tuvo en cuenta el desarrollo de vivienda rural en esta grafica se plantea expandir el crecimiento rural para relocalización de familias y la construcción de vivienda rural.

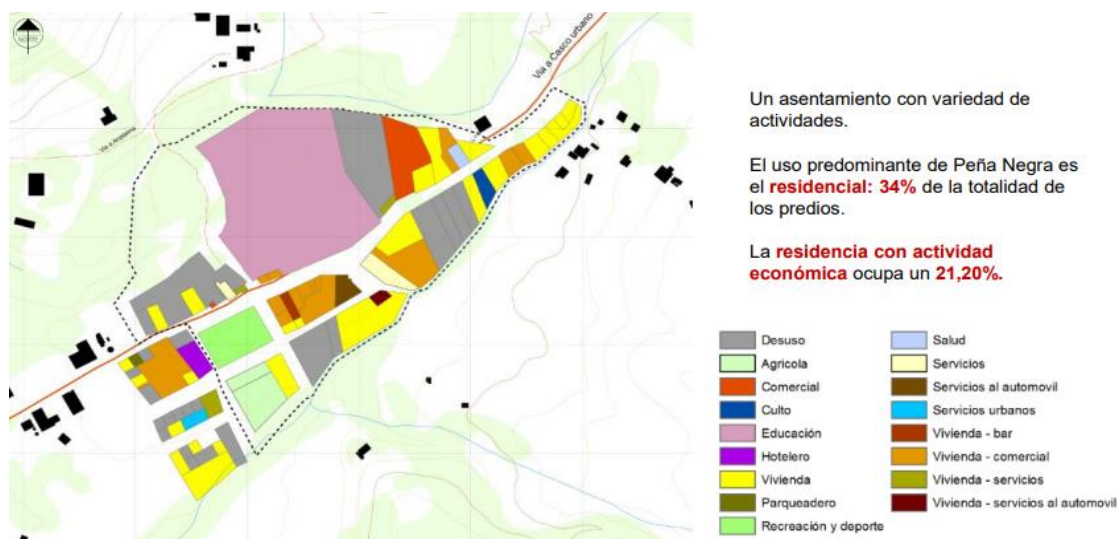


Figura 19. Desarrollo de vivienda rural. Tomado de: Moya, 2019.

Referencia: “Revisión y ajuste general del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Cachipay” por A. Moya, 2019. Recuperado de <https://bit.ly/3eXBw1Z>



Figura 20. Reordenamiento de la vivienda rural. Tomado de: Moya, 2019.

Referencia: “Revisión y ajuste general del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Cachipay” por A. Moya, 2019. Recuperado de <https://bit.ly/3eXBw1Z>

PANELES MODULARES EN MADERA

5.1.2 Déficit cualitativo de viviendas en la vereda Peña Negra del Municipio de Cachipay Cundinamarca.

Antes se ha hablaba solamente de una inspección de policía Peña Negra, actualmente se ha convertido en un pequeño poblado del municipio de Cachipay Cundinamarca, la cual hoy en día tiene el mismo nombre de la inspección de policía Peña Negra.

Se realizó un estudio de déficit de vivienda cualitativo ya que este es el que define el número de viviendas que se encuentra en estado de pobreza o que se encuentran en condiciones no aptas para ser habitadas, por tanto, requiere de algún mejoramiento, ya sea en estructura interna como externa o en servicios públicos. Para determinar este tipo de déficit se debe considerar la vivienda en un estado estructural con pisos inadecuados, (arena o tierra), muros divisorios con material reciclable, (lonas cortinas, cartón entre otros), viviendas con hacinamiento, que habiten más de tres personas en un solo cuarto, al igual se considera vivienda con déficit aquellas que no cuenten con los siguientes servicios públicos, acueducto, energía eléctrica, alcantarillado o recolección de basuras.

Para determinar este déficit, se hizo un cálculo en los municipios de Cundinamarca a partir de los datos tomados que provienen de los registros administrativos de las bases de datos del Sisbén Certificadas por el DNP Bogotá y los 116 municipios del Departamento de Cundinamarca (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007).

Los cálculos se hacen de acuerdo con el programa de Hábitat para Colombia (UN-HÁBITAT) de la organización de las Naciones Unidas (ONU). Según los datos que arrojan las carencias de lo que se ha medido (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007). El EOT es otra de las entidades que ha realizado un estudio donde refleja un diagnóstico del déficit cualitativo del

PANELES MODULARES EN MADERA

municipio de Cachipay, estos datos son comparados con los datos cualitativos de Sisbén

Certificadas por el DNP Bogotá, la cual reflejan los siguientes datos, observar la siguiente tabla.

Datos obtenidos del análisis de Sisbén Certificadas por el DNP para Bogotá

PANELES MODULARES EN MADERA

Tabla 8.

Déficits de vivienda urbana en Bogotá y Cundinamarca

Variables y dominios del déficit cualitativo

Tipo	Componente	Categorías consideradas como expresión de déficit (en negrilla)
Déficit Cualitativo	Acabado de los pisos Material predominante de los pisos (pregunta 15)	1. Alfombra o tapete, mármol, parqué, madera pulida y lacada 2. Baldosa, vinilo, tableta o ladrillo 3. Cemento o gravilla 4. Madera burda, madera en mal estado, tabla o tablón 5. Tierra o arena 6. Otro

Tipo	Componente	Categorías consideradas como expresión de déficit (en negrilla)	
	Hacinamiento mitigable	Tres (3) a menos de cuatro (4) personas por dormitorio Cociente entre el número de personas del hogar (pregunta 56) y el número de cuartos que ocupa el hogar de forma exclusiva y que son usados para dormir (preguntas 28 y 29).	
	Carencia de servicios públicos	Servicio de energía eléctrica	Sin servicio de energía eléctrica (Pregunta 16).
		Servicio de acueducto	Sin servicio de acueducto (Pregunta 21).
		Servicio sanitario que utiliza el hogar (pregunta 30)	1. Inodoro con conexión a alcantarillado 2. Inodoro con conexión a pozo séptico 3. Inodoro sin conexión a alcantarillado ni a pozo séptico 4. Letrina, bajamar 0. No tiene
	Cómo eliminan la basura en la unidad de vivienda (pregunta 23)	1. La recogen los servicios de aseo 2. La entierran 3. La queman 4. La tiran a un patio, lote zanja o baldío 5. La tiran a un río, caño, quebrada, laguna 6. La eliminan de otra forma	

Nota: Comparación de los datos cuantitativos del Sisbén. Tomado de: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017.

Referencia: "Déficits de vivienda urbana en Bogotá y Cundinamarca" por Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017, p. 16. Recuperado de <https://bit.ly/2Yidv2q>

Según el déficit de vivienda de Cundinamarca municipio de cachipa y arroja los siguientes datos:

PANELES MODULARES EN MADERA

Tabla 9.

Datos de la distribución poblacional SISBEN 2016.

LOCALIZACIÓN	TOTAL	PORCENTAJE
URBANO	4252	42%
RURAL	5810	58%
TOTAL	10062	100%

Nota: Déficit de vivienda en Cachipay. Tomado de: Alcaldía Municipal de Cachipay, 2019.
Referencia: “Plan De Desarrollo Municipal” por Alcaldía Municipal de Cachipay, 2019, p.21. Recuperado <https://bit.ly/379G3it>

Según el Sisbén y el Plan Desarrollo del Municipio de Cachipay –Cundinamarca se obtiene el siguiente resultado de población con 9.995 habitantes consultados por la base de datos del Sisbén lo cual determina que hay una población aproximada de 12.000 habitantes.

Déficit habitacional total en Cundinamarca por municipio, hogares con déficit (cualitativo) / SISBEN. Este mapa evidencia el déficit habitacional y poblacional del municipio de Cundinamarca.

5.2 Encuesta

Teniendo en cuenta el estado de las viviendas y los materiales que componen la vivienda de la vereda de Peña Negra del Municipio de Cachipay, Cundinamarca se realiza una encuesta para recopilar información del estado de la vivienda, y determinar la calidad de materiales y su habitabilidad al interior de la vivienda entre otros, se evalúa de la siguiente manera, por medio de una entrevista y registros fotográficos que demuestren las necesidades de los habitantes, este con el fin de tomar un muestreo real para la aplicación de un muro divisorio en madera.

En la ilustración 21, se muestra registro fotográfico como soporte a las entrevistas realizadas, y a los estados de las viviendas en su exterior e interior.

PANELES MODULARES EN MADERA

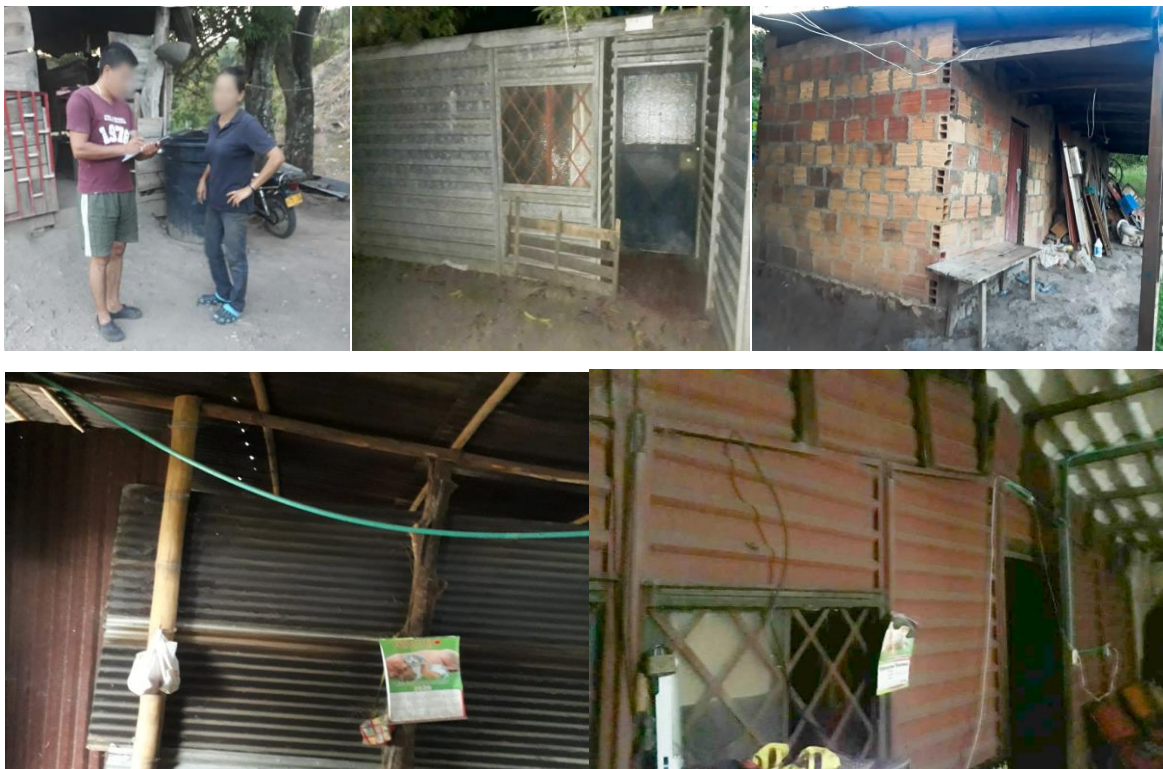


Figura 21. Registro fotográfico, estado de las viviendas interior y exterior y entrevista a los habitantes de la vivienda Peña Negra. Elaboración propia.

Como se puede observar en los registros fotográficos las viviendas se encuentran en mal estado en su parte exterior; algunas de ellas son prefabricadas en materiales inapropiados y con malas instalaciones, tanto los muros exteriores como los interiores necesitan de una intervención estructural, para así darles a los habitantes de la vereda de Peña Negra una vivienda digna, puesto que el estado de las viviendas actualmente no está en condiciones aptas para habitar. La encuesta realizada a los habitantes de la vereda de Peña Negra consta de 10 preguntas, como se puede observar en el formato anterior, las preguntas que se realizan es información necesaria para determinar las necesidades de las viviendas y el estado interno de las mismas, al igual saber cuál es el motivo por el cual no se han intervenido estructuralmente y cuáles son las causas del estado de ellas. Con estos datos se podrá definir el costo del material, los espacios a intervenir, y quienes están interesados en el mejoramiento de estas, con los resultados que arrojen se podrá

PANELES MODULARES EN MADERA

dar una solución a las viviendas que presentan estas problemáticas en su interior, por medio de un panel modular para muros divisorios.

5.2.1 Análisis de la encuesta.

En la siguiente tabla 12, se observan las preguntas realizadas a 16 habitantes de la vereda en las que se les realizó preguntas de tipo cerrada, con resultados que evidencian las necesidades y el estado de las viviendas, este con el fin de analizar si el panel modular en madera es viable para reemplazar los muros prefabricados en material reciclable.

Tabla 10.

Resultados de la encuesta.

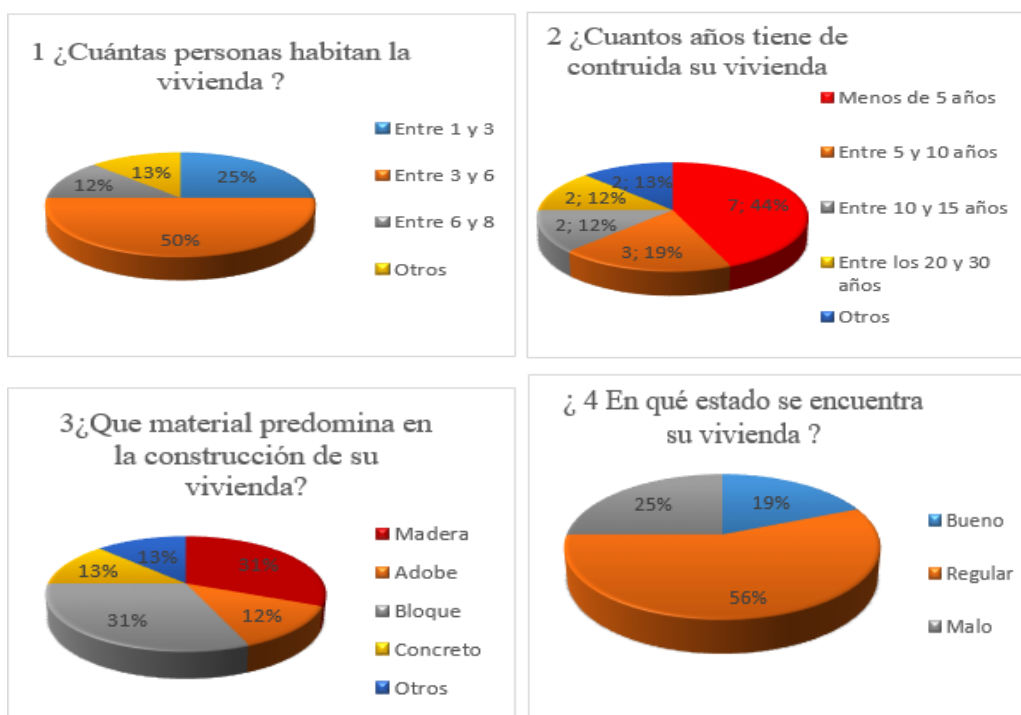
ANÁLISIS DE ENCUESTA PARA LA ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE UN MURO DIVISORIO EN PINO EN LA VEREDA DE PEÑA NEGRA			
No	PREGUNTA	RESPUESTA	CANTIDAD
1	¿Cuántas personas habitan la vivienda?	Entre 1 y 3	4
		Entre 3 y 6	8
		Entre 6 y 8	2
		Otros	2
2	¿Cuántos años de construida tiene su vivienda?	Menos de 5 años	7
		Entre 5 y 10 años	3
		Entre 10 y 15 años	2
		Entre los 20 y 30 años	2
		Otros	2
3	¿Qué material predomina en la construcción de su vivienda?	Madera	5
		Adobe	2
		Bloque	5
		Concreto	2
		Otros	2
4	¿En qué estado se encuentra su vivienda?	Bueno	3
		Regular	9
		Malo	4
5	¿Usted cree necesario hacerle cambios de espacios a su vivienda?	Si	11
		No	5
6	¿En qué espacios necesita mejorar la vivienda?	Sala	2
		Cocina	2
		Baño	2
		Habitaciones	1
		Todas las anteriores	9
7	¿Desea mejorar los muros interiores de la vivienda?	Si	10
		No	6
8	¿Le gustaría usar la madera para hacerle mejoras a los muros divisorios de su vivienda?	Si	12
		No	4
9	¿Qué limitaciones ha tenido para hacerle mejoras a la vivienda?	Tiempo	3
		Dinero	7
		Los anteriores	6
10	¿Cuánto esta dispuesto a invertir para hacerle mejoras a los muros divisorios de la vivienda?	Entre \$ 80.000	3
		Entre \$150.000 y 200.000	5
		Entre \$250.000 y 300.000	8

Nota: Consolidación de las respuestas de la encuesta aplicada. Elaboración propia.

PANELES MODULARES EN MADERA

5.2.2 Resultados de las estadísticas, según encuestas.

Se analiza la encuesta de la siguiente manera: se divide en 10 preguntas más datos generales del propietario, esto con el fin de recolectar la información pertinente para saber cuál es la viabilidad de implementar el panel modular para muros divisorios en las viviendas de la vereda, las preguntas se dividen por segmentos de la 1 a la 4, arroja información del estado de la vivienda y el material que predomina en ellas, estos datos aportan para saber cómo se podría implementar el muro a estas viviendas de la 5 a la 8, define si el propietario tiene interés de hacer mejoras en la vivienda por medio del panel en madera, la pregunta 9 y 10 indica el estado económico de las personas de la vereda y cuanto están dispuestos a invertir en el muro divisorio.



PANELES MODULARES EN MADERA

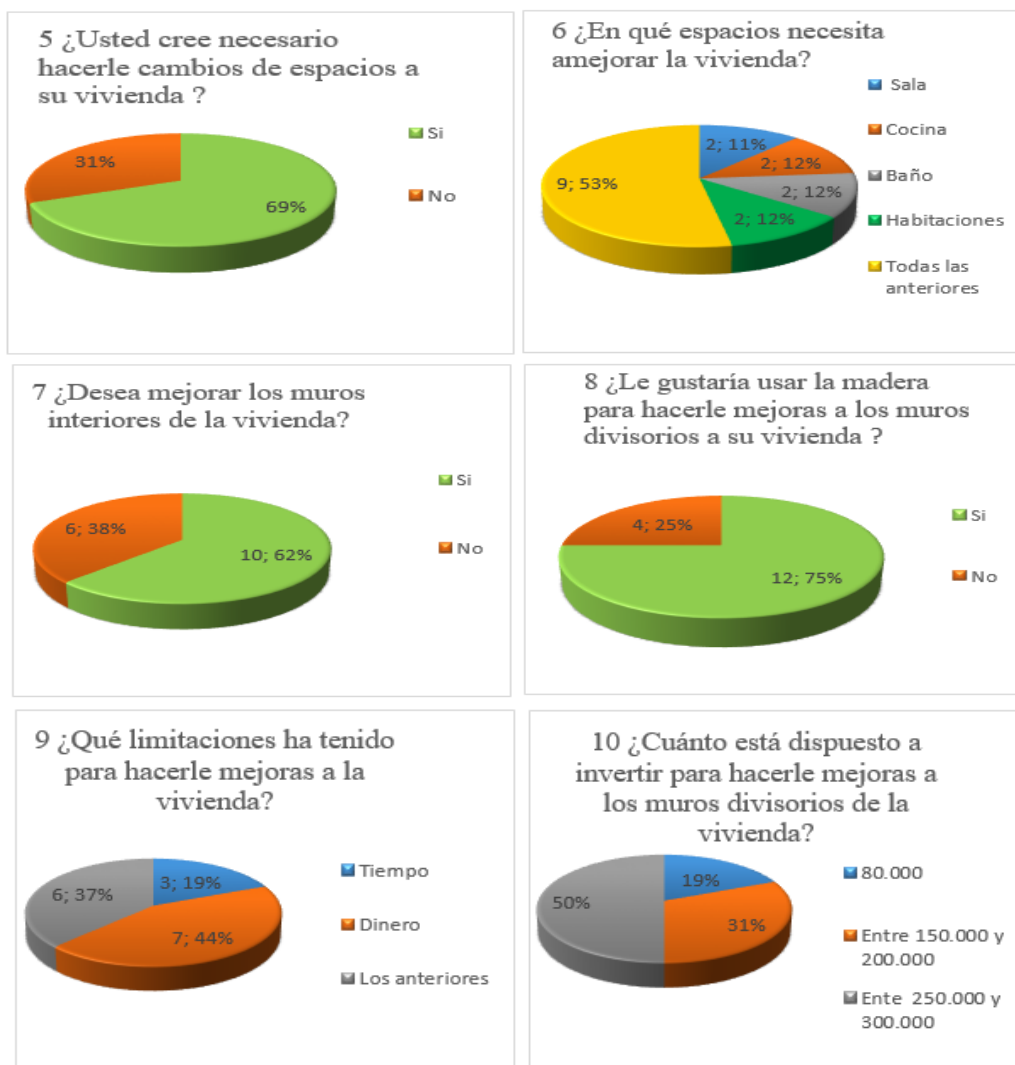


Figura 22. Análisis de la encuesta, estadísticas. Elaboración propia

En conclusión, se determina que los habitantes si requieren mejorar las condiciones del interior de su vivienda y que el material propuesto es apto para las condiciones de mejoramiento en la vivienda. Según los resultados que arroja la encuesta, las preguntas 1,4,5 son las de mayor porcentaje, la cual indica que se requiere del mejoramiento en las viviendas del material madera es una opción viable para este.

1. Cantidad de habitantes en la vivienda (3 y 6) =17%
2. Estado actual de la vivienda (Regular) =18%

PANELES MODULARES EN MADERA

3. Es necesario hacer cambios en la vivienda (si) =23%

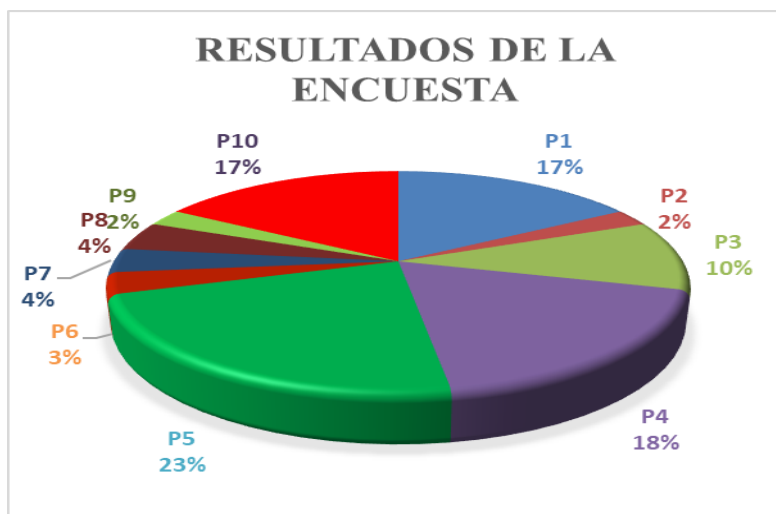


Figura 23. Resultados de la estadística. Elaboración propia

5.3 Características del pino Patula

En los años 70 con la creación del Inderena y de la División Forestal y las oficinas de la empresa Cartón de Colombia, se inician plantaciones comerciales de especies como Cupressus, Pinus patula, Pinus radiata, eucalipto globulus y en zonas altas abarco y algunas especies nativas, como proyecto de investigación científica al proceso del mejoramiento genético de las especies antes mencionadas (Silva Herrera, 2006, p. 226).

Es un árbol de la especie Pinus patula porte mediano o grande puede alcanzar los 40 mts y los 120 mts de diámetro de tronco recto y cilíndrico, el pino patula es una especie que cuenta con las siguientes características tiene una densidad mediana 0,48 g/cm³ tiene una densidad básica en 0,43 g/cm³ su corteza es roja. En su artículo Ospina, Hernadez, Rincon, y Sanchez, (2011), indican que:

PANELES MODULARES EN MADERA

La madera pino tiene un olor agradable, esta permite ser usada para el aserrío por la cual permite unos métodos de inmersión de temperaturas de calor y frío y vacíos de presión, esta permite ser usada en la construcción, sirve como modo de empleo de tablas de pisos y postes eléctricos, en construcciones de vivienda (p. 5).

Este es una especie utilizada para la reforestación en zonas altas y crece en bosques húmedos y en bosques montañosos otra de las características con las que cuenta este pino es apetecido dentro de la industria de la construcción se usa para elementos de tipo estructural como: cerchas, vigas, cielorrasos, enchapes, paneles de piso y módulos prefabricados estacones, estibas, entre otros usos, también es utilizada para acabados interiores y exteriores.

5.3.1 Inmunización de la madera pino Patula.

La especie pino Patula en el proceso de preservación es inmunizado por vacío -presión con sales C.C.A (mezcla de óxidos de cobre, cromo y arsénico), estos compuestos se fijan a la pared celular de la madera, conformando nuevos compuestos insolubles, el proceso de inmunización se llama célula llena o Bethell que consiste en introducir la madera en un cilindro que es cerrado herméticamente (Tavera, Ramirez, y Grisales, 2019).

Es indispensable seguir las siguientes recomendaciones; la madera después de ser sometida al tratamiento de inmunización, obtiene una protección de varios años y es gracias a ella, que se previene de pudrición, ataques de insectos, aparición de hongos y de moho, es también importante mencionar que por ser una materia orgánica dejarla expuesta ante los agentes climáticos pueden deteriorar sus propiedades físicas, causando daños y perdiendo su vida útil y por tal motivo es necesario hacerle un mantenimiento periódico para así prolongar su utilidad.

PANELES MODULARES EN MADERA



Figura 24. Tratamiento de inmunización. Tomado de Tavera; Ramírez y Grisales, 2019.

Referencias: “Inmunizadora Serye” por D. Tavera; M. Ramírez y A. Grisales, 2019. Recuperado de <https://bit.ly/2Ug0Nqr>

5.3.2 Parámetros de información ensayos según la norma NSR-10.

En la tabla 11 indica que la letra P se interpreta como carga puntual y W como carga uniforme distribuida se interpreta de acuerdo con el espesor de la pieza de madera, según su longitud se le aplicaran los apoyos, es decir estos se aplicaran cada 10 según la longitud del perfil.

Tabla 11.

Cargas máximas en entablados de madera grupo C NSR-10

Tabla G-G-3
Cargas máximas en entablados de madera Grupo C

Carga puntual “P” en kgf. Carga uniformemente distribuida “W” en kgf/m². MADERAS GRUPO “C”

ESPESOR (cm)	Espaciamento de los apoyos ℓ																		
	30		40		50		60		80		100		120		140		160		
	P	W	P	W	P	W	P	W	P	W	P	W	P	W	P	W	P	W	
1.0	60	1142	34	482	22	247	15	143	8	60									
1.5	183	3667	114	1626	73	833	51	482	28	203	18	104	13	60					
2.0			244	3667	173	1973	120	1142	68	482	43	247	30	143	22	90	17	60	
2.5					305	3667	234	2230	132	941	84	482	59	279	43	176	33	118	
3.0							366	3667	228	1626	146	833	101	482	74	303	57	203	
3.5									362	2582	232	1322	161	765	118	482	30	323	
4.0											348	1973	240	1142	176	719	135	482	
4.5													342	1626	251	1024	192	686	

Nota: En el proyecto se aplicará la carga en los puntos donde se encuentre el punto vertical con el horizontal formando ángulo de 90°. Tomado de Asociación Colombiana de Ingeniería [AIS], 2010.

Referencia: Norma Sismo Resistente (NRS-10) Por Asociación Colombiana de Ingeniería [AIS], 2010. Recuperado de <https://bit.ly/30kXz1F>

La tabla 12 es utilizada para el análisis del diseño se toma como referencia para implementar los coeficientes usados en el diseño del diafragma estructural del panel, el cual está

PANELES MODULARES EN MADERA

compuesto por vigas y columnas en este caso se utilizará el Coeficiente CL por estabilidad lateral de vigas y Cp por estabilidad de columnas, con el fin de la madera seleccionada en el Grupo ES6 cumpla con los requisitos para construir el panel.

Tabla 12.

Módulos de elasticidad longitudinal NSR-10

Tabla G.2.2-2
Módulos de Elasticidad Longitudinal, E_i , (MPa)
CH = 12%

GRUPO	Módulo Promedio $E_{0.5}$	Módulo 5° Percentil $E_{0.05}$	Módulo Mínimo E_{min}
ES1	18 000	13 250	7 130
ES2	18 000	13 250	7 130
ES3	14 000	11 000	5 500
ES4	12 500	10 000	5 000
ES5	11 200	8 250	4 435
ES6	9 000	6 500	3 564

Nota: Valores requisitos para construcción del panel. Tomado de Asociación Colombiana de Ingeniería [AIS], 2010. Referencia: “Norma Sismo Resistente (NRS-10)” Por Asociación Colombiana de Ingeniería [AIS], 2010 Recuperado de <https://bit.ly/30kXz1F>.

Se utiliza la tabla 13 como información para determinar el grupo al que pertenece la madera escogida para la elaboración del panel en este caso se encuentra clasificada como ES6 en la norma NSR-10, donde se puede determinar la DB densidad Básica y los siguientes esfuerzos de elasticidad $E_{0.05}$, F_b esfuerzo a flexión, F_c esfuerzo a compresión, F_p esfuerzo a compresión paralela, F_v esfuerzo cortante y F_t esfuerzo a tensión paralela. Toda esta información para evaluar el comportamiento del material para lo cual va a ser utilizado.

Tabla 13.

Maderas tipo ES6 Mpa CH=12% NSR-10

PANELES MODULARES EN MADERA

Tabla G-B.6
Maderas Tipo "ES6" MPa
CH = 12%

No.	Nombre Científico	Nombre	DB	$E_{0,5}$	F_b	F_c	F_p	F_v	F_t
1	PINUS PATULA SCHLECHT	PINO PATULA	0.43	10 000	12.6	10.2	1.7	1.6	9.5
2	TECTONA GRANDIS	TECA	0.53	10 800	16.7	12.5	2.5	1.8	12.5
3	QUARARIBEA ASTEROLEPSIS	PUNULA	0.45	10 700	12.7	11.9	2.3	1.3	9.5
4	SAManea SAMAN	SAMAN	0.49	9 400	13.0	9.8	2.0	1.8	9.8
5	EUCALIPTUS SALIGNA	EUCALIPTO SALINA	0.40	11 100	13.1	10.7	1.5	1.4	9.8
6	PODOCARPUS OLEIFOLIUS	PINO CHAQUIRO	0.44	8 700	13.0	10.6	2.4	1.7	9.8
7	PINUS RADIATA DON	PINO RADIATA COLOMB	0.39	11 000	13.2	11.9	2.5	1.4	9.9
8	COPAIFERA SP	CANIME	0.480	9 800	14.5	11.7	2.9	2.0	10.9
9	LONCHOCARPUS SANCTAMARTAE	MACURUTU	0.645	10 100	25.1	19.9	7.1	2.1	18.8
VALORES DE DISEÑO ASUMIDOS			Nota 1	9 000	12.5	10.0	1.5	1.3	9.0

Valores de diseño asumidos

$E_{0,5}$ 9 000

$E_{0,05}$ 6 500

E_{min} 3 564

(1) se deben efectuar ensayos previamente

Nota: las columnas contienen los valores para evaluar la sismoresistencia. Tomado de Asociación Colombiana de Ingeniería [AIS], 2010.

Referencia: "Norma Sismo Resistente (NRS-10)" Por Asociación Colombiana de Ingeniería [AIS], 2010 Recuperado de <https://bit.ly/30kXz1F>.

5.3.3 Propiedades mecánicas del pino patula.

En la siguiente tabla se observan las variables físicas y mecánicas del pino patula, las cuales son parámetros de referencia para la elección del material, que por sus propiedades es útil para el desarrollo del panel, con los parámetros de la tabla se puede validar que el pino patula cuenta con las características apropiadas para la elaboración de estructuras resistentes (Infante, 2014).

Tabla 14.

Propiedades físicas de la madera pino patula.

PANELES MODULARES EN MADERA

PROPIEDADES FISICAS										
DENSIDAD (g/ cm 3)	VERDE			SECA AL AIRE		ANHIDRA		BASICA		
	0.96			0.53		0.49		0.43		
CONTRACCION NORMAL (%)	TANGENCIAL			RADIAL		VOLUMETRICA		T/R		
	3.74			1.80		5.54		2.07		
CONTRACCION TOTAL	7.60			4.28		11.88		1.77		
PROPIEDADES MECANICAS										
CONDICIÓN	FLEXIÓN ESTÁTICA				COMPRESIÓN					
					PARALELA			PERPENDICULAR		
	ELP (Kg /Cm 2)	MOR (Kg/Cm2)	MOE x 10 3 (Kg7Cm 2)		ELP (Kg /Cm 2)	MOR (Kg/Cm2)	MOE x 10 3 (Kg7Cm 2)		ELP (Kg /Cm 2)	
VERDE + 30 %	242	413	85.9		139	175	137.56		25	
SECO AL AIRE	467	759	99.6		255	372			51	
CONDICIÓN CH%	DUREZA				EXTRAC. CLAVOS.				CIZALLADUR	TENACIDAD
	Kg				Kg				A	Kg-m
	RADIAL	TANGENCIAL	LATERAL	EXTREMOS	LATERAL	EXTREMOS	RADIAL	TANGENCIAL	LADOS	EXTREMOS
VERDE + 30 %	207	218	213	176	59	28	57	61	54	0.8
SECO ALAIRE 12%	327	350	339	449		1.88		70.17	99	0.6

Nota: En la tabla anterior se observa las características físico-mecánicas del pino patula Tomado de: Infante, 2014. Referencia: Pino Patula y otros materiales naturales por B. Infante, 2014. Recuperado de <https://bit.ly/3dJF5vV>

- ELP: Esfuerzo en el límite proporcional.
- MOR: Modulo de ruptura.
- MOE: Modulo de elasticidad.

5.4 Costos de elaboración del panel para muros divisorios en madera

PANELES MODULARES EN MADERA

Tabla 15.

Tabla Costos del panel modular en madera para muros divisorios

PRESUPUESTO DE COSTOS DEL MURO DIVISORIO						
1	MURO DIVISORIO EN MADERA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	UNIDADES	CANTIDAD	V.UNITARIO	V.TOTAL
1.2	Pina 0.3x0.9x3.00mt	Ml	2	6.00	14.800	29600
1.3	Pino 0.2x0.9x3.00	Ml	8	24.00	10.400	83200
1.4	Tablilla Per 0.1x0.9x3.00mts	Ml	5	15.00	7.100	35500
1.5	Tornillo 1" 1/2 autoperforante	Plg	5	10	2.450	12250
1.6	Pegante de madera	Kg	1	1	11.900	11900
TOTAL COSTO						172450

Nota: Tabla de valores de los materiales de acuerdo con los costos del mercado 2020. Elaboración propia.

Tabla 16.

Tabla del peso del modulo

PESO DE PANEL		
PIEZA	UNIDAD	PESO
MODULOS	KG	19.00
PARALES	KG	27.00
SOLERAS	KG	4.2
PESO TOTAL DE PANEL		50,2 Kg

Nota: Peso para tener en cuenta durante la construcción del panel. Elaboración propia.

5.5 Planimetría y diseño del panel modular para muros divisorios en madera

La medida utilizada para la elaboración del panel es de 2.13 x 0.88 cm, como se puede observar en la ilustración 27, utilizando una madera de la especie pino Patula, las dimensiones son de 0.3x 0.9 x 0.3.mts, este material es empleado en estas medidas para no generar

PANELES MODULARES EN MADERA

desperdicio en su elaboración en los módulos internos, la dimensión de madera utilizada es de 0.41 x 0.41 cms.

- a. En esta ilustración se observa el despiece de las (4) piezas dos (2) ellas llamadas paralelas de dimensiones 2.13 mts en posición vertical las otras dos piezas de dimensiones de 0.88 cm en posición horizontal.
- b. Una vez se tengan las piezas cortadas se procede a realizar en 2 perfiles las guías sacando un bocado a lo largo del perfil de profundidad de 0.2 x 0.3cm de ancho, esta guía debe de quedar en un perfil horizontal y en uno vertical por la cara interna del panel.
- c. En la solera inferior horizontal se debe dejar un macho en la cara interna y otro en la cara externa del perfil con dimensiones de 0.2 x 0.88cm interno es donde se deslizan los módulos en la parte interior del panel y en el exterior de dimensiones 0.2 x 0.88cm por la cara externa, donde se deslizan por completo el panel, como se puede observar la ilustración 26, marco del panel y estructura interna.

PANELES MODULARES EN MADERA

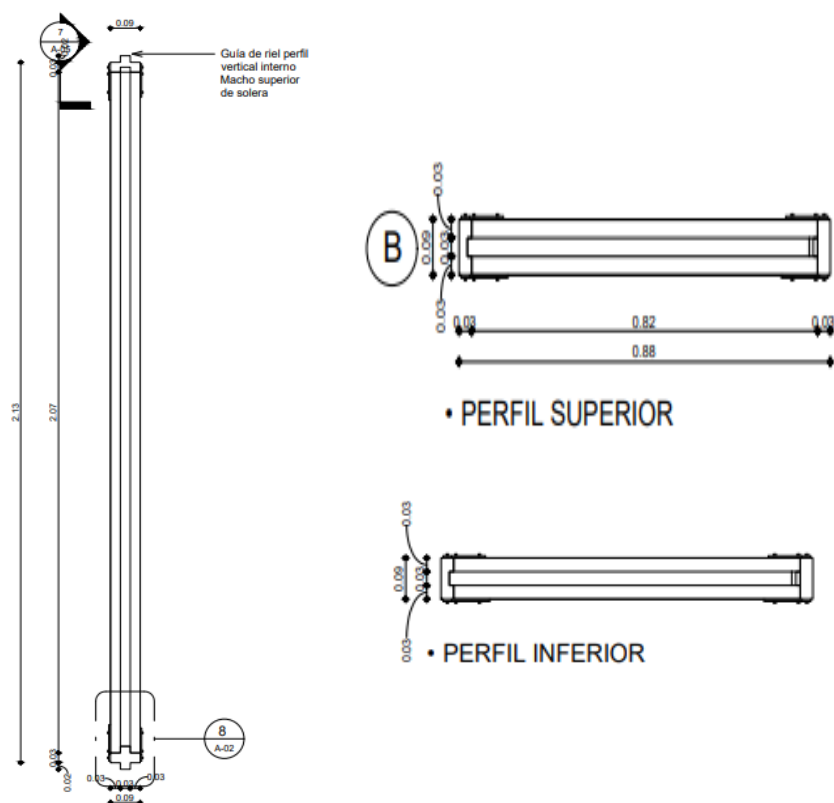
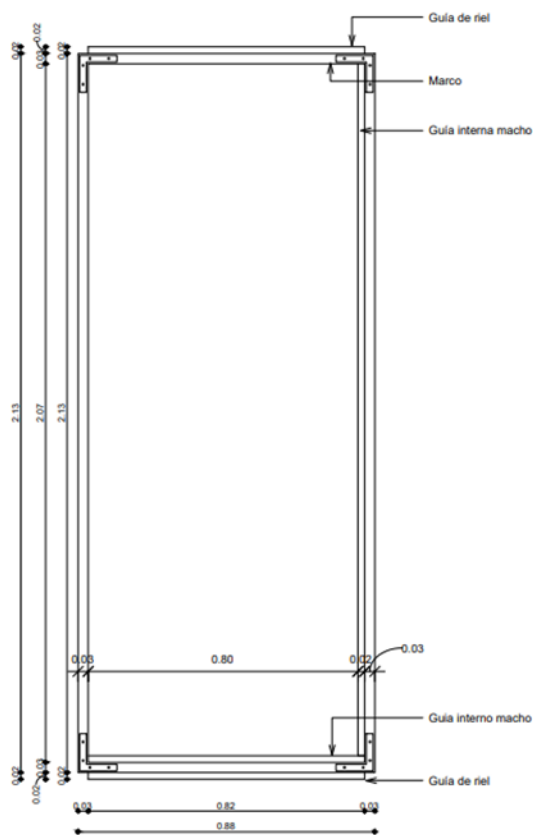


Figura 25. Despieces constructivos del panel. Elaboración propia

5.5.1 Estructura del panel.

Después de tener cortadas las (4) piezas que conforman el marco se procede a instalar los parales verticales y soleras horizontales superior e inferior conformando un rectángulo, donde la solera superior horizontal no se ajustara para que permita el ingreso de los módulos interiores del panel.

PANELES MODULARES EN MADERA



• VISTA FRONTAL DE PANEL

Figura 26. Marco del panel y estructura interna. Elaboración propia

5.5.2 Refuerzo de marco.

El paso por seguir es la instalación de las platinas en forma de L en sus cuatro ángulos en las caras frontal y posterior para brindarle rigidez al panel, esta se instala como refuerzo con las dimensiones de 2cm de ancho x 0.11 cm de largo de calibre $\frac{1}{4}$ en hierro con orificios de diámetro $\frac{3}{16}$, como se observa en la ilustración 29 refuerzo en platina para marco.

PANELES MODULARES EN MADERA

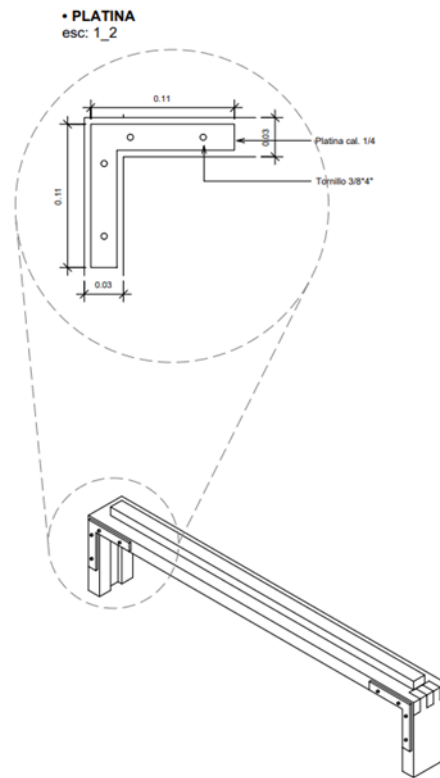


Figura 27. Refuerzo en platina para el marco. Elaboración propia

- Tornillo pasante para platina

Este tornillo permitirá asegurar las platinas al marco del panel que funcionará como refuerzo, para evitar daños en la estructura como la torsión y desplazamiento.



Figura 28. Tornillo de 4" x 3/8. Elaboración propia

- Ensamble de dado

PANELES MODULARES EN MADERA

Este sistema de ensamble permite que se acoplen las piezas de los módulos entre si permitiendo formar una sola estructura, este ensamble funciona de la siguiente manera: se debe hacer un corte o zanja en una de las piezas de 0.2, posteriormente se hace los cortes a la otra pieza 0.2, para finalmente encajarlas para que este tenga más firmeza se le pone pegante en sus cortes, así le dará más resistencia a la estructura, como se puede evidenciar en las siguientes imágenes.

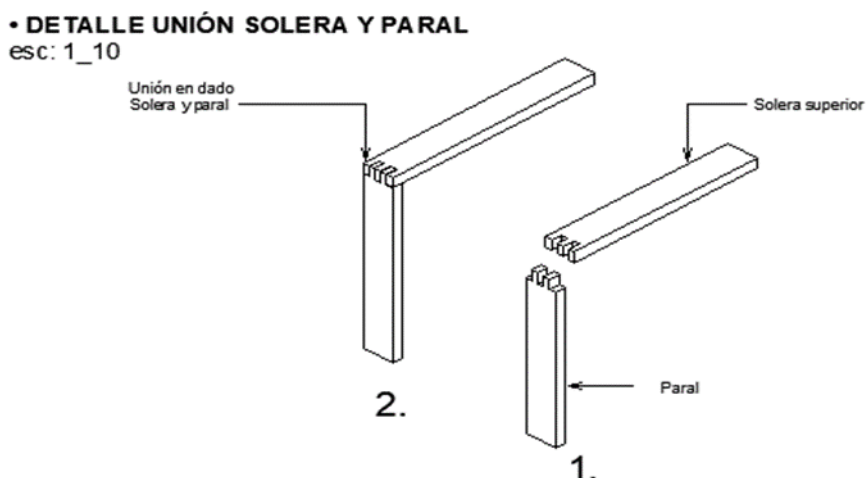


Figura 29. Detalle unión solera y paral. Elaboración propia

5.5.3 Despiece de los módulos interiores del panel.

1. Se cortan 40 piezas de 0.2 x 0.9 x 0.37cm para conformar los módulos internos del panel.
2. Seguidamente se realizan los marcos internos de 41x41 con un macho en la parte superior externa y en la parte derecha externa del módulo, macho con dimensiones de 0.2 x 0.3 de ancho.
3. Seguido a el proceso anterior se realizan las hembras en el mismo marco de los machos, las hembras se realizan en la cara izquierda del marco y en la cara inferior

PANELES MODULARES EN MADERA

sacando un bocado de 0.2 x 0.3 de ancho 0.37 cm de lago, como se aprecia en las imágenes 31 y 32.

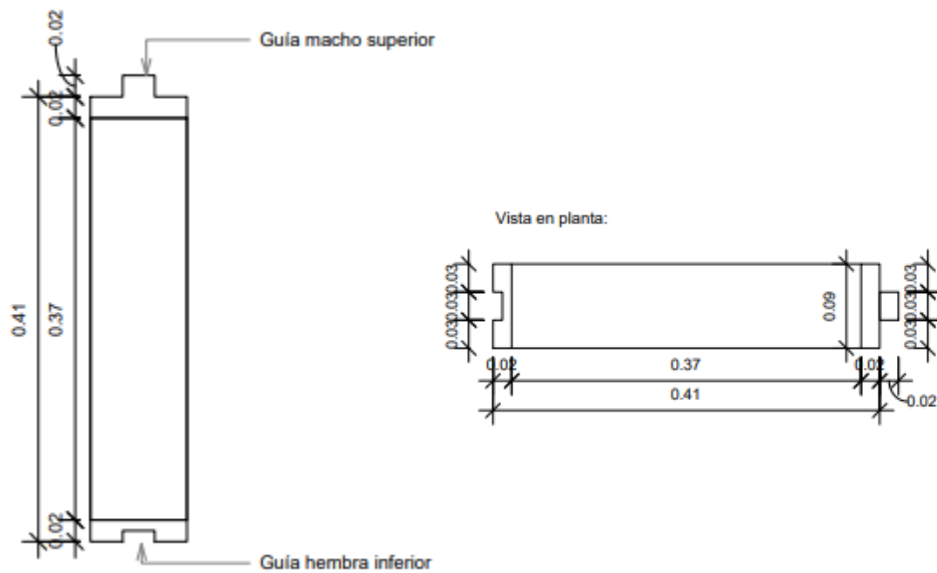


Figura 30. Perfil hembra y macho. Elaboración propia

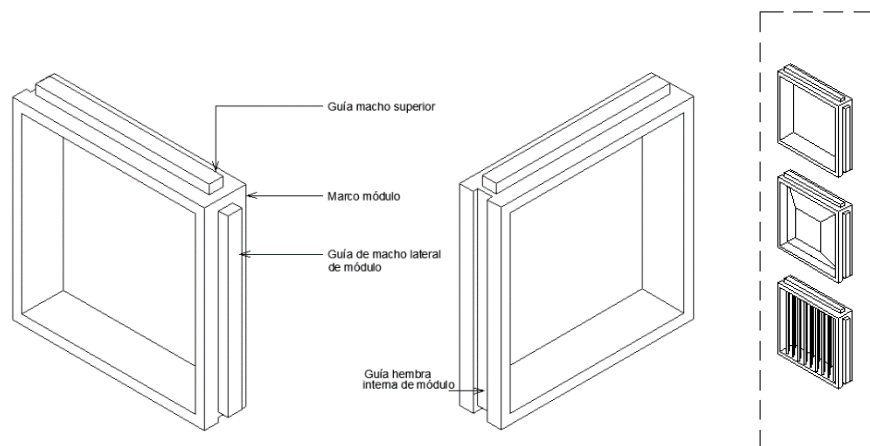


Figura 31. Detalle de modulo. Elaboración propia.

PANELES MODULARES EN MADERA

5.6 Diseño de módulos.

Realizado el marco de 0.41x 0.41 se procede a instalar 10 marcos de modulo con dimensiones de 0.37 x 0.37 de forma biselada o si se quiere plana por ambas caras, estas se utilizan para brindar mayor resistencia al panel y estética al muro.

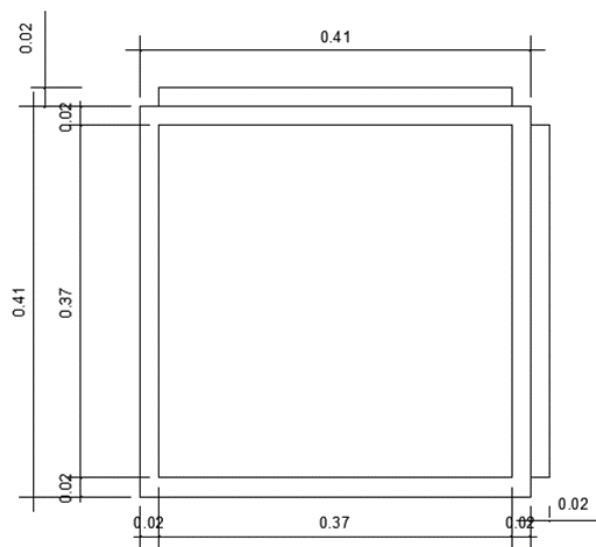
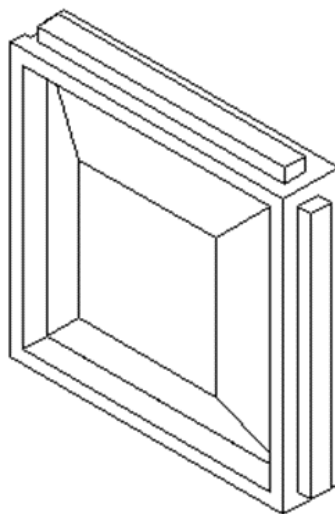


Figura 32. Marco del módulo. Elaboración propia.



Tipo: Sólido color magenta

Figura 33. Módulo biselado. Elaboración propia.

PANELES MODULARES EN MADERA

5.6.1 Diseño de ventilación de módulos superiores e inferiores.

Se instala la rejilla en la parte inferior y superior del panel en su parte interna lleva un listo de 1cm x 11cm en forma diagonal para que fluya la ventilación a través del panel.

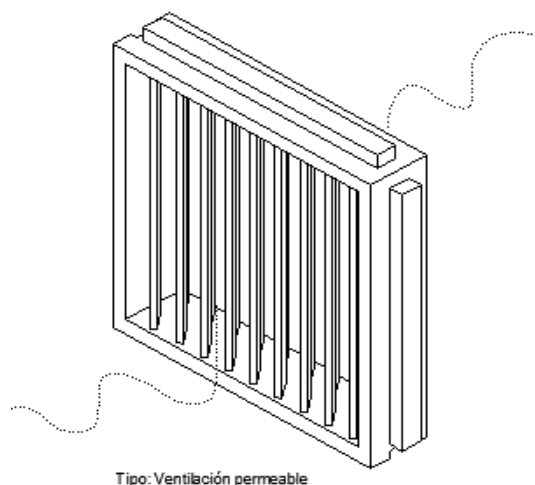


Figura 34. Marco con rejilla de ventilación. Elaboración propia.

5.6.2 Rieles para la instalación de muros divisorios en madera.

Los rieles para la instalación de los paneles son del mismo material estos cuentan con una guía en el centro que permitir el deslizamiento del panel, deben ir en el techo y suelo de la vivienda.

1. Se cortan 2 piezas de 0.3x0.9x0.88cm haciendo una caja por una de sus caras como lo ilustra la imagen 36, esta pieza es de un espesor de 0.3 cm para realizar la caja o guía con una sierra luego se extraer el bocado en donde se desliza el panel.
2. Se realiza la guía macho en una cara del perfil de 0.2 cm x 0.88
3. dirigido hacia la parte exterior del perfil, esta se adapta a la hembra instalada en el parte superior e inferior

PANELES MODULARES EN MADERA

- Se instala con chazos de 3/8 adosados a piso y techo utilizando tornillos auto perforantes de cabeza plana para que no interrompan el deslizamiento del panel este serán instalados cada 30 cm

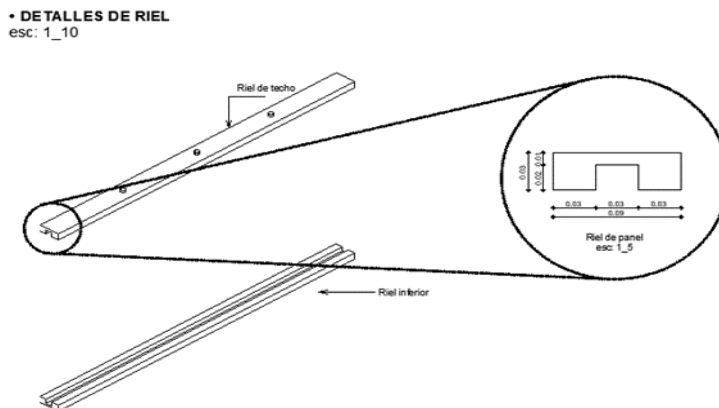


Figura 35. Riel para ensamble de panel. Elaboración propia

5.7 Panel para aplicación en la vivienda.

Por último, luego de ensamblar todas las piezas del panel obtenemos el producto final de dimensiones 2.13 x 88cm con un peso aproximado de 60 kilos y versátil por su composición de módulos internos que permiten el desplazamiento para generar mejor conformar en clima cálido.



Figura 36. Aplicación de panel a la vivienda. Elaboración propia

PANELES MODULARES EN MADERA

5.8 Pruebas de laboratorio para perfil de panel a compresión.

En la siguiente imagen se observa la pieza del panel que es sometida a un 1 ton de carga para validar su comportamiento a compresión.

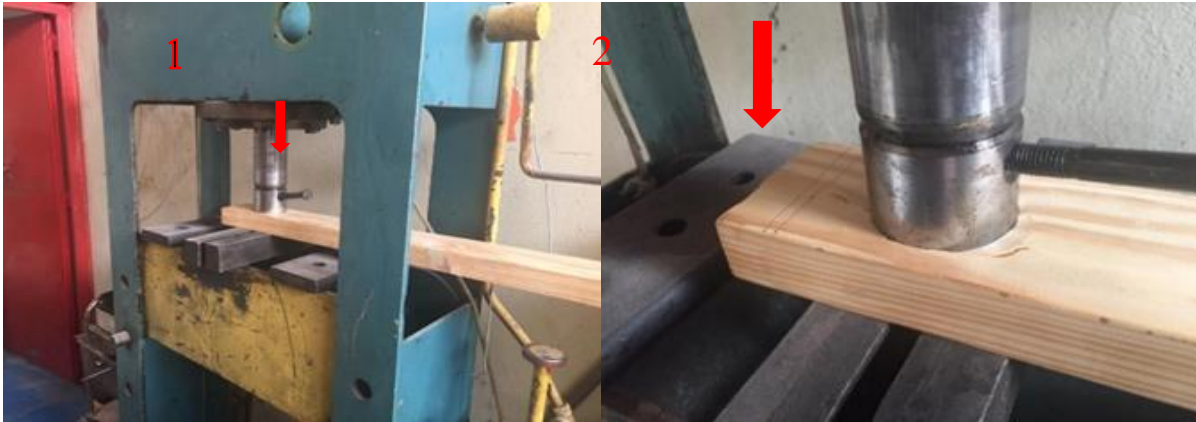


Figura 37. Ensayo 1 y 2 a un extremo de la pieza resiste a la fuerza aplicada sin causar mayor daño. Elaboración propia.



Figura 38. Ensayo 3 en $\frac{1}{4}$ de pieza resiste a la tonelada, pero sufre un leve pandeo. Elaboración propia.

PANELES MODULARES EN MADERA



Figura 39. Ensayo a compresión en el canto resiste 30 Ton una sección 0.9x0.12. Elaboración propia.



Figura 40. Ensayo a compresión en el canto resiste 30 Ton una sección 0.9x0.12. Elaboración propia.

5.8.1 Resultados de las pruebas.

Se evidencia que la materia falla en el momento de aplicar 15 bombeos hidráulicos que equivalen a 1 tonelada de presión. En esta prueba se observó que si bien es puntual la carga no se presentó deformación hasta que se aplicó mayor presión a la pieza, es decir que para la conformación del muro divisorios estaría superando las expectativas, dado que las condiciones y características del material permiten que se admisible las cargas de su propio peso y de las exteriores.

PANELES MODULARES EN MADERA

5.9 Pruebas de resistencia a los submódulos interiores del panel

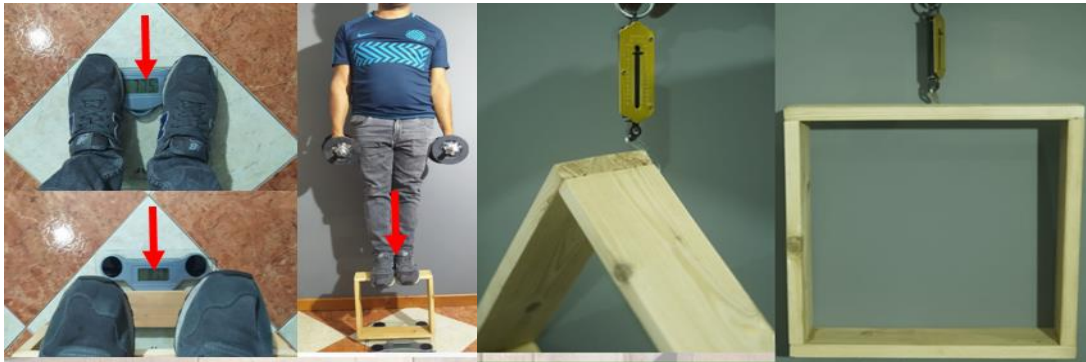


Figura 41. Ensayo a flexión del módulo. Elaboración propia

Se realiza pruebas de campo (empírica) al módulo, utilizando el peso corporal más un peso adicional para determinar la resistencia a flexión del módulo, se puede trabajar el marco con un menor espesor, pero por dimensiones del material no se puede hacer un marco con un perfil menor, al que se plantea en la estructura del panel.

- Peso normal 77.5 kg
- Con peso adicional 12.2 kg
- Peso total resistido por el marco 89.7

5.9.1 Resultados de las pruebas.

En esta prueba del módulo de 34x34 se le realizó una carga de resistencia 10 veces mayor a su propio peso sin tener deformación alguna resistiendo la carga aplicada pudiendo superar la carga evaluada, es decir que este marco resiste más de los 90 kilos sin tener refuerzos diagonales.

PANELES MODULARES EN MADERA

6 Conclusiones

El principio de esta investigación, se pudo evidenciar que las condiciones habitacionales de las personas que viven en la vereda Peña Negra del municipio de Cachipay (Cundinamarca), no son las más apropiadas para la habitabilidad, toda vez que los recursos de estos municipios y de sus habitantes son mínimos, y no representan territorios primordiales para las entidades gubernamentales, por lo tanto los recursos destinados para municipios como esté, no resultan suficientes en comparación a las necesidades que presenta la población del municipio y sus veredas.

Este proyecto inició a partir de una investigación preliminar que permitió obtener información previa de las condiciones en que se encontraban las viviendas y conocimientos previos para el desarrollo de la propuesta planteada.

El desarrollo de este proyecto permitió reconocer los factores y necesidades que tienen las viviendas rurales y el estado interior de la misma en la vereda Peña Negra del municipio de Cachipay (Cundinamarca), lo cual motivó a la búsqueda de un método que pudiera mejorar de alguna manera las condiciones habitacionales al interior la misma sin que tenga un mayor costo en su implementación.

Por lo tanto, una forma de mejorar esta condición consiste en la elaboración de muros divisorios a partir de unos paneles modulares en pino para implementar al interior de la vivienda, con el fin de reemplazar los materiales no aptos para la construcción de estos; este se elaboró en la madera indicada teniendo en cuenta que cumple con las características físico-mecánicas, toda vez que es una madera liviana, fácil de adquirir y con condiciones que favorecen la estructura

PANELES MODULARES EN MADERA

para el muros siguientes dimensiones: Alto 2.13 mts x 88 cm de ancho, el interior del marco cuenta con alveolos de 41 x 41 cm laminados y unas rejillas en la parte superior e inferior del panel, estas rejillas se diseñan para generar una ventilación natural a la vivienda y así evitar el uso de consumo eléctrico de ventilación artificial y minimizar el consumo de energía eléctrica, mejorando la sensación térmica al interior de la vivienda.

Así mismo, en el marco teórico se desarrolla la prevalencia del derecho a una vivienda digna y lo que esto representa, como por ejemplo que sea una vivienda habitable, que cumpla unas condiciones mínimas, como el suministro de servicios públicos, estructuras sólidas y estables, no siendo menos importante la parte interior que debe contar con una adecuada distribución de espacios sociales y privados, deficiencia que se encontró en las viviendas de la vereda Peña Negra, lo que llevo a plantear el uso de un panel modular para muros divisorios,

De otro lado, las referencias de uso e implementación de muros divisorios elaborados en diferentes materiales como paneles de guadua laminada, granulado en madera y caucho, paneles estructurales en madera, módulos hospitalarios en madera laminada y muros divisorios en tubos de cartón; contribuyó a identificar las fortalezas y debilidades de cada uno de estos materiales y aportó conocimiento técnico para diseñar y mejorar paneles con características similares, adecuándolos como muros divisorios para estas viviendas, mejorando la calidad de vida de los habitantes.

Igualmente, el marco conceptual permitió afianzar conocimientos sobre los conceptos básicos que se deben tener en cuenta para el diseño y mejora de los muros divisorios. A partir de los conceptos trabajados se identificó el impacto y la importancia que tienen los materiales en el medio ambiente, la resistencia de la estructura y las ventajas de la construcción modular.

PANELES MODULARES EN MADERA

Para el desarrollo de un proyecto siempre será indispensable la investigación y el análisis de diversos trabajos, tesis, proyectos, normatividad, conceptos, entre otros documentos que generen referentes como punto de partida sobre el tema a abordar, y de esta forma construir una idea y realizar un análisis sobre lo que ya realizados, sus ventajas y desventajas, con el propósito de desarrollar nuevas e innovadoras ideas que aporten un valor agregado a lo ya existente o diseñar nuevas propuestas contribuir a la mejora de la sociedad.

PANELES MODULARES EN MADERA

7 Recomendaciones

A partir de la metodología se puede establecer la planificación y coordinación de cada una de las piezas utilizadas en la fabricación del panel modular, minimizando tiempos en la instalación y cumpliendo con normas de calidad. Una de las recomendaciones es minimizar los desperdicios optimizando el material utilizado y el uso de las maderas con menores escases, contribuyendo al medio ambiente y a la tala indiscriminada.

Por otro lado, este proyecto tiene como valor agregado su versatilidad en cuanto a sus módulos internos lo cual brindan la posibilidad de obtener distintos acabados de manera que esté conserve su estética, estos pueden ser acabados con diferentes colores o texturas utilizando materiales naturales de buena calidad, con el fin de conservar el propósito del panel.

Sumado a lo anterior el panel puede transformarse en una ventana gracias a su modulación lo cual hace fácil extraer los módulos interiores, brindando así una solución de cambio al interior de la vivienda y permitiendo que no se pierda la función principal.

Otra de las posibilidades que se dejan contempladas para el proyecto es la realización de anclajes con tarugos (técnica japonesa), de fácil y económica fabricación, lo cual permite el desarme con facilidad para ser transportado.

De manera que se establece la buena utilización de los recursos que se tengan en sitio para implementar técnicas que brinden una solución innovadora en la construcción de viviendas de bajo costo, utilizando herramientas que permitan satisfacer las necesidades de sus habitantes.

PANELES MODULARES EN MADERA

Por consiguiente, es importante promover la innovación de materiales naturales que tengan menor consumo energético y menos emisiones de Co₂, a partir de una buena elección del material se logra articular espacios eficientes que brinden a sus habitantes a mejorar sus condiciones habitacionales.

Con el desarrollo de la presente investigación se pudieron afianzar conocimientos que permitieron llevar a cabo el desarrollo del proyecto, se permitió crear nuevas ideas que contribuyeron con el mejoramiento de aquellas viviendas que en su interior no contaban con una estructura adecuada, a su vez, permito dejar una nueva opción para quien le interese hacer cambios en sus viviendas por medio de este panel modular en madera pino, ya que este cuenta con un acabado arquitectónico agradable y es versátil, su fácil instalación permite que cualquier persona lo pueda implementar en su vivienda.

PANELES MODULARES EN MADERA

8 Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (Enero de 2007). *Deficit de vivienda urbana en bogota y cundinamarca: una aproximación al cálculo a través de la realidad de la población registrada en las bases de datos del SISBEN*. Recuperado de http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/4._estudio_deficit_vivienda_sisben.pdf
- Alcaldía Municipal de Cachipay. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Gobernación de Cundinamarca. Recuperado de <http://www.guadalupe-huila.gov.co/planes/documento-eot-2000pdf--google-drive>
- Alcaldía Municipal de Cachipay. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019*. Recuperado de <https://bit.ly/3cNatIG>
- ArchDaily Colombia. (14 de Julio de 2009). *Stadthaus, 24 Murray Grove - Waugh Thistleton Architects / Waugh Thistleton Architects*. Recuperado de <https://bit.ly/2YiLNIR>
- Argüeso, B. (13 de Marzo de 2019). *Madera estructural y tipos de uniones*. Recuperado de <https://www.maderea.es/madera-estructural-y-tipos-de-uniones/>
- Arzoz, M. (23 de Diciembre de 2014). *De habitabilidad y arquitectura*. Recuperado de <https://www.arquine.com/habitabilidad-y-arquitectura/>
- Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la madera, A. (15 de Junio de 2015). *Uniones mecánicas*. Recuperado de https://www.cscae.com/area_tecnica/aitim/enlaces/documentos/Produc_estruct/Uniones%20mec%C3%A1nicas_Herrajes_15.06.2015.pdf

PANELES MODULARES EN MADERA

- ASTM . (2014). *ASTM D143-14, Métodos de prueba estándar para muestras pequeñas de madera clara*. West Conshohocken, PA,: ASTM International. Recuperado de www.astm.org
- Civilgeeks Ingeniería y Construcción . (2000). *Manual de diseño para maderas del Grupo Andino* . Recuperado de <https://civilgeeks.com/2014/01/18/manual-de-diseno-para-maderas-del-grupo-andino/>
- Ecoticias.com. (02 de febrero de 2017). *¿Qué es la sostenibilidad ambiental?* Recuperado de <https://www.ecoticias.com/sostenibilidad/132018/sostenibilidad-ambiental>
- Escrig Pérez, C. (2017). Evolucion de sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigon. 1 a la 7.
- Fonseca, L. (2016). *Diseño de viviendas de interes social modular para zona de emergencia de alta vulnerabilidad* . Recuperado de <https://mail.google.com/mail/u/1/#inbox?projector=1>
- Franco, J. (07 de Agosto de 2019). *Así se cortan los troncos para obtener distintas apariencias y utilidades en la madera*. Recuperado de <https://bit.ly/3hbNj24>
- Fuentes, V. A. (2004). *Ventilacion natural, calculos basicos para la arquitectura*. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/48392421.pdf>
- Infante, B. (2014). *Tecnología de los materiales: Pino Patula*. Recuperado de https://issuu.com/camilogarciavillamil/docs/ficha_tecnica_pino_patula

PANELES MODULARES EN MADERA

Instituto Colombiano de Norma Tecnicas . (1997). *NTC 25000, Ingeniería Civil y Arquitectura- Uso de maderas en la construcción* . Bogotá.

Labois. (24 de Julio de 2017). *Unir lamadera: tipos de ensamble sin tornillos*. Recuperado de <https://www.labois.com/madera/unir-la-madera-tipos-ensamble-sin-tornillos/>

Labtest Certification Inc. (s.f.). *ASTM E84-un enfoque sencillo*. Recuperado de <https://labtestcert.com/astm-e84-easy-approach/?lang=es>

Ley 1377/2010, enero 8, 2010. Diario Oficial. [D.O.]: 47586. (Colombia). 15/05/2020 (Fecha de consulta). Recuperado de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1696158>

Lop, R. (1 de Abril de 2020). *Madera 21 de CORMA*. Recuperado de <https://bit.ly/2YeMH2S>

Madera21 de Corma. (S.f.). *¿Qué tipo de madera sirve para qué cosa?* Recuperado de <https://www.madera21.cl/que-tipo-de-madera-sirve-para-que-cosa/>

Madroñero, J. (2006). *La madera*. Recuperado de https://creandotec.webnode.com.co/_files/200000065-cbf0eccec2/07%2006%20LA%20MADERA.pdf

Marquina, E. G. (2013). *Estudio-diagnóstico sobre las posibilidades del desarrollo de una edificación residencial industrializada dirigida a satisfacer las necesidades*. Recuperado de <https://bit.ly/30r5YRj>

PANELES MODULARES EN MADERA

Ministerio de ambiente, v. y. (2010). *Reglamento Colombiano de construcciones*

sismoresistente: NSR-10. Título G- Estructuras de madera y Estructuras de Guadua.

Recuperado de <https://bit.ly/3hc3FaL>

Molina, G., y González, P. E. (Abril de 2009). *Derechos economicos, sociales y culturales.*

Recuperado el 21 de Abril de 2020 , de <http://www.corteidh.or.cr/tablas/26759.pdf>

Montero Viveros, O. (2013). *Diseño de un sistema de muros divisorios a bajo costo con*

elementos reciclados, para el mejoramiento de vivienda de familias en situacion de

extrema pobreza del municipio de Pasto. [Tesis pregrado]. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Artes.

Muños, G. I. (01 de Octubre de 2008). *slideshare Muros divisorios* . Recuperado de

<https://es.slideshare.net/1am7/modulacin-presentation>

Neublok. (16 de Julio de 2016). *Neublok construccion modular* . Recuperado de

<https://neoblockmodular.com/que-es-una-construccion-modular/>

Ospina, C., Hernadez, R., Rincon, E., y Sanchez, F. (2011). *Guías Silviculturales.* (E. B. S.A.S,

Ed.) Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/publications/pinus.pdf>

proyectos.habitissimo. (2011). *Habitisismo.* Recuperado de

<https://proyectos.habitissimo.es/proyecto/la-construccion-de-muros-tipos-y-caracteristicas>

PANELES MODULARES EN MADERA

Quicazaque, N., y Calderon, B. (2016). *Paneles de guadua laminada y granulados de madera y caucho*. [Tesis de pregrado]. Bogotá: Universidad La Gran Colombia. Programa de tecnología en construcciones arquitectónicas. Recuperado de <https://bit.ly/2XMrUo9>

Sarmiento, J. (21 de Agosto de 2017). *Vivienda industrializada: antecedentes en el mundo y propuesta al déficit de vivienda social en Colombia1*. Recuperado de <https://bit.ly/3hbst2H>

Silva Herrera, L. J. (1 de enero de 2006). La sivilcultura y el desarrollo socioeconomico. *Colombia forestal articulo de investigacion sinetifica y tecnologica, Vol .9*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423941362014.pdf>

Slowhome. (21 de Jilio de 2016). *Construir una casa ecológica prefabricada*. Recuperado de <https://bit.ly/2AVL1TM>

STTC; FSC. (2018). *En madera, otra forma de construir*. Recuperado de <http://asmadera.com/wp-content/uploads/2014/11/FSCARQUITECTOS.pdf>

Tavera, D., Ramirez, M., y Grisales, A. M. (2019). *Inmunizadora serye. s.a*. Recuperado de <https://inmunizadoraserye.com.co/>

Vaca Velandia, O. A. (2015). *Las condiciones de habitabilidad en la vivienda social del modelo Metrovivienda 1991- 2012*. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/49868/1/3399111.2015.pdf>

PANELES MODULARES EN MADERA

Vega, R. (2015). *Evaluacion de la sostenibilidad de sistemas de construccion industrializadas de fachadas en edificios*. [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Politecnica de madrid.

Escuela Tecnica Superior de Arquitectura. Recuperado de <http://oa.upm.es/38121/>

Zambrano, P. (4 de febrero de 2019). *Pinos (pinus): características, reproducción, tipo de hoja y especies*. Recuperado de <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/plantas/arboles/pinos-pinus.htm>