

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

Desarrollo tecnológico y generación de riqueza sustentable

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Tecnología apropiada para la generación de sistemas constructivos



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

104 Tecnología Apropiada para la generación de sistemas constructivos

Proyecto de Autoconstrucción con Madera

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Lic. en Arquitectura. Paola Mora Zaragoza

Lic. en Arquitectura. María Fernanda Guadarrama Martínez Gil

Lic. en Ingeniería Civil. Beatriz López Jiménez

Lic. en Arquitectura. Francisco Silva Arana

Lic. en Arquitectura Sergio Armando Estrada Hernández

Lic. en Diseño Alejandra Niño

Profesores PAP: Nayar Cuitláhuac Gutiérrez, Melissa Selene Carrillo Rubio

Tlaquepaque, Jalisco, mayo de 2017

ÍNDICE

ÍNDICE	2
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Objetivos.....	7
1.2. Justificación.....	7
1.3. Antecedentes.....	8
2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	10
2.1. Contexto.....	10
2.2. Localización.....	11
2.3. Descripción de la vivienda.....	15
2.4. Entorno.....	16
2.5. Datos de Población.....	18
2.6. Uso de Suelo e Infraestructura.....	19
2.7. Climatología.....	20
2.8. Geología.....	21
2.9. Topografía.....	21
2.10. Hidrografía.....	22
3. DESARROLLO.....	23
3.1. Sustento teórico y metodológico.....	23
3.2. Planeación y seguimiento del proyecto.....	24
3.3. Análisis de Materiales.....	32
3.3.1. Introducción.....	32
3.3.2. Tablero de Fibras de Densidad Media (MDF).....	34
3.3.3. Lámina Galvanizada.....	37
3.3.4. Aislante Térmico.....	38
3.3.5. Acabado para la madera.....	39
3.3.6. Sellador de Poliuretano.....	39
3.3.7. Polines de Madera de Pino.....	40
3.4. Ensayos.....	41
3.4.1. Ensayo a Tensión.....	41
3.4.2. Ensayo a compresión.....	45
3.5. Análisis Estructural.....	47
3.5.1. Descripción del proyecto.....	47

3.5.2. Parámetros de diseño.....	49
3.5.3. Análisis de cargas.....	49
3.6. Presupuesto.....	52
4. RESULTADOS DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	53
4.1. Resultados en Impacto social y Profesional.....	53
5. CONCLUSIONES.....	55
WikiHouse Foundation. (2017). Obtenido de https://wikihouse.cc/	59

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

RESUMEN

Lo que se desarrolla con este proyecto es buscar el beneficio habitacional de una familia brindándoles una solución de vivienda con un sistema constructivo alternativo, ecológico, económico y sobre todo que resuelva sus necesidades como familia en este caso el sistema constructivo se desarrolló con el material de la madera, esta familia está situada en el cerro del cuatro por lo que fue un desafío desarrollar una investigación sobre la población, además de la aceptación de la madera, ya que culturalmente no es aceptada.

La investigación se hizo en dos partes, una que fue la zona y la otra del material, en la zona se recabó información de medios electrónicos y además con el acercamiento hacia la familia, esto ayudaría para llegar a desarrollar un proyecto acorde a la familia, y por la otra parte del material, se investigó también en diferentes medios y además se hicieron varias pruebas bajo circunstancias a las que se enfrentará este material! un gran desafío fue desarrollar y proponer el sistema de ensambles que iba a tener nuestra estructura porque la intención es que fuera sencillo para cualquier persona y además desmontable a la vez.

Los resultados con las pruebas y ensambles fueron los esperados porque teníamos la incertidumbre de que fallaría con la humedad por lo que se buscó un barniz especial para cubrir a la madera y afortunadamente fue benéfico para el material.

Otro punto importante que cabe resaltar es que el proyecto es muy innovador en el sentido que nosotros entregamos un proyecto en una memoria usb y con esa memoria solo se acercan a un lugar que cuente con CNC y con las láminas del material y la máquina se encargará de cortar las piezas, solo es cuestión de armarlo con ayuda de un manual.

Se obtuvo un producto esperado y la idea principal es muy rescatable ya que con ese sistema puede beneficiar en gran escala a otras zonas de bajos recursos o con problemas naturales.

ABSTRACT

This project seeks to change the housing benefit of a family by providing a housing solution with an alternative construction system, eco friendly, economic and overall, that meets their needs as a family. In this case, the construction system was settled with wood, this family lives in “Cerro del cuatro” hill on the outsides of the city, so it was a challenge to develop a research about the population and in addition, the acceptance of the wood is culturally not accepted.

The research was done in two parts, one was the area and the other the material. In the area information was collected from electronic media and correspondingly with the approach to the family, so this would help to mature a project according to the family. The other part was the material, investigated in different sorts of media and in addition several tests were made under circumstances that this material will face once it's installed. It was a great challenge to develop and recommend the assembly system that our structure was going to have since our intention was to create a simple structure so anyone could build and it was easy to uninstall.

The results of the tests to the assemblies achieved the expected because we had the uncertainty that it would fail with the humidity, reason why a special varnish was looked for to conceal the wood and luckily it was beneficial for the material.

It's important to remark that the project is very innovative in the sense that we deliver a housing project in a USB memory and with that memory the user only has to approach somewhere that has a CNC machine and the material and the CNC will be responsible of cutting the pieces, it is only a matter of assemble the structure with the instructions on a manual that it's also given.

An expected product was obtained and the main idea is very salvageable since this system could benefit in larger scale to other districts or neighborhoods of low resources or with environmental problems.

1. INTRODUCCIÓN.

Actualmente existe un gran tabú sobre la construcción con madera, ya que al ser un material económico y antiguo, se cree que no cuenta con las mismas propiedades tanto estructurales, espaciales o incluso en temas de seguridad, por lo que la gente prefiere construir de manera tradicional con materiales tales como mampostería, concreto o acero.

En este proyecto nos enfocamos en demostrar que la madera no es un material determinado para ningún nivel económico en específico, ni que es un material demeritado; sino que al contrario, demostramos la capacidad que tiene en todos estos ámbitos y cómo es que se puede construir una vivienda funcional y digna con el.

1.1. Objetivos.

El objetivo general de este PAP es generar una estructura hecha a base de madera para familias de clase económica baja y que estén en necesidad de una vivienda digna. La estructura se plantea mediante láminas de mdf y cortadas en laser o router, con la finalidad de que se produzca en serie y sea mas economica.

Como objetivos particulares, nuestra investigación se enfoca en analizar, determinar y conocer cómo y qué tanto se utiliza la madera en estructuras, que tan aceptada y utilizada es actualmente en la ciudad de Guadalajara en un sector económico bajo; y mediante esta información poder generar una estructura de madera que se adapte a sus necesidades y cubre sus expectativas de construcción.

1.2. Justificación.

La presente investigación busca replantear las actuales creencias y usos de la construcción con madera en Guadalajara, México. En un sector económico bajo.

Nuestro proyecto busca el generar un tipo de construcción más rápido, fácil y económico de construir. En específico nosotros nos enfocamos en la construcción de un techo de madera, el cual está pensado para una familia que reside en el cerro del cuatro. La familia tiene una

vivienda poco digna, su casa tiene espacios que no están techados por falta de dinero, y esto les impide utilizarlos en su totalidad.

Por lo tanto, esta investigación se centra en aportar información y técnicas nueva acerca de la visión de la construcción con madera en este sector. Se busca implementar una visión nueva que les pueda aportar un sistema de construcción más apto para ellos y una vivienda más digna.

1.3. Antecedentes.

La madera ha formado parte de la historia de la construcción a lo largo de los tiempos. Durante miles de años, el hombre la ha manipulado para que le sirviera a sus necesidades. La madera fue uno de los primeros materiales utilizados por el hombre para construcción de viviendas, herramientas para cazar, fabricación de utensilios, etc.

Después fue uno de los materiales predilectos para la construcción de palacios, templos y casas desde el siglo XX a.c. y hasta el siglo XIV d.c. (Parramon 2012).

Conforme pasó el tiempo, estos elementos constructivos y materiales pasaron a ser segundo plano ya que se implementó el uso de nuevas y “mejores” alternativas.

La madera ha tenido y tiene distintos métodos de construcción utilizados en todo el mundo, hoy en día los más usados son: las casas de troncos sólidos y las de marcos de madera prefabricados ligeros o como estructuras.

Las casas de troncos son aquellas que representan el estilo de construcción más antiguo. Estas fueron los modelos de casas típicos en el norte de Europa, especialmente en Rusia y países escandinavos.



Figura 1. Vivienda en madera maciza.

Los marcos de madera vinieron un poco después, ya que la construcción de este tipo destaca por su aislamiento térmico, fácil y rápida construcción. Al igual que visualmente es muy atractiva y económica. Independientemente si se crean o ensamblan los armazones o marcos, la fabricación de elementos como pared, techo o fachada se complementan entre sí.



Figura 2. Vivienda con sistema de marcos en madera.

Por otro lado, la industria de la madera es considerada una de las más limpias en la industria, ya que produce menos polvos y contaminantes.(Parramon 2012).

La madera es un material muy noble que aporta eficacia, versatilidad y dinamismo a los proyectos de construcción, no se trata de un recurso para pobres o solamente para los ricos. Sino que se trata de un recurso aplicable en cualquier proyecto siempre y cuando se apliquen de manera adecuada y se lleve un mantenimiento.

Hoy en día se busca retomar esos principios de construcción, Lejos de ser una simple idea romántica o bien para gente de un sector económico bajo, las casas de madera se perfilan como una de las opciones más viables para dar solución a la demanda de vivienda y al reto de impulsar una economía forestal sustentable en México.

Gracias a la tecnología desarrollada en materia de construcción con madera, las viviendas de este material son hasta 50% más económicas, además de ser térmicas, resistentes a los sismos e incluso a los incendios. [CRMS1] Así lo ha demostrado una de las estrategias que impulsa la Comisión Nacional Forestal (Conafor 2016), a través de sus 44 líneas de acción para el aprovechamiento forestal sustentable y de las cuales destaca la de las cadenas productivas.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA.

2.1. Contexto.

En la zona metropolitana de Guadalajara al menos 300 mil habitantes viven en los cinturones de miseria del municipio. Entre las colonias de más alta marginación figuran Balcones del Sol, Cerro del cuatro, Vistas del Centinela, Agua fría, El Rehilete y Villa de los Belenes.

Para atender las necesidades de infraestructura de estas poblaciones, se pretende introducir redes de agua potable, alcantarillado, electrificación y alumbrado público, banquetas y eventualmente pavimentación, para lo cual la dependencia gubernamental que dirige estas zonas, trabajan en los respectivos proyectos ejecutivos. Sin embargo, por ser asentamientos irregulares, el gobierno tanto de Zapopan como de Guadalajara, se ha pasado la “bolita” y no quieren hacerse responsable.

Tras indicar que el recurso federal no contempla obras de rodamiento, el director de Obras Públicas e Infraestructura de Zapopan, Zamora Bueno puntualizó que, con tal de proveer a dichas colonias de tales servicios, el municipio invertirá en el tendido de la carpeta asfáltica para las calles de las marginadas colonias, aunque aún desconoce el monto de dicha inversión. Sin embargo, también reconoció que, si bien se trata de asentamientos irregulares, el Ayuntamiento a través de la Sindicatura y de la Secretaría General realiza paralelamente las gestiones ante las autoridades correspondientes para la regularización de los terrenos.

El 36.5% de la población jalisciense vive en pobreza, revela un estudio presentado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 680 mil personas carecen de calidad y espacios de vivienda; mientras otros 660 mil presentan carencias en los servicios básicos en la vivienda.

Nuestro usuario es la familia “Martínez Andrés”.

Al necesitar orientación para la construcción de su casa, ellos deciden participar en el programa. Y, conforme a un proceso de validación, esta familia compuesta por 3 integrantes, fue seleccionada. Ellos cuentan con las siguientes características:

Los padres, de aproximadamente 35 años de edad, tienen una estatura promedio de 1.60 mts y un peso de 70 kg. Originarios de Querétaro, decidieron venirse a Guadalajara al enterarse de que había terrenos “gratis” en donde podrían construir un hogar. Ellos cuentan con estudios básicos (Primaria), por lo tanto sus aspiraciones laborales no son muy elevadas. En este caso la señora es la encargada de ir a trabajar y ganar dinero, mientras que el padre se queda cuidando al hijo, realizando las tareas de hogar y remodelando o construyendo partes de su casa.

2.2. Localización.

La vivienda está ubicada en el Cerro del Cuatro (distrito 2), en el subdistrito 10 del Municipio Tlaquepaque (Estado de Jalisco, México).

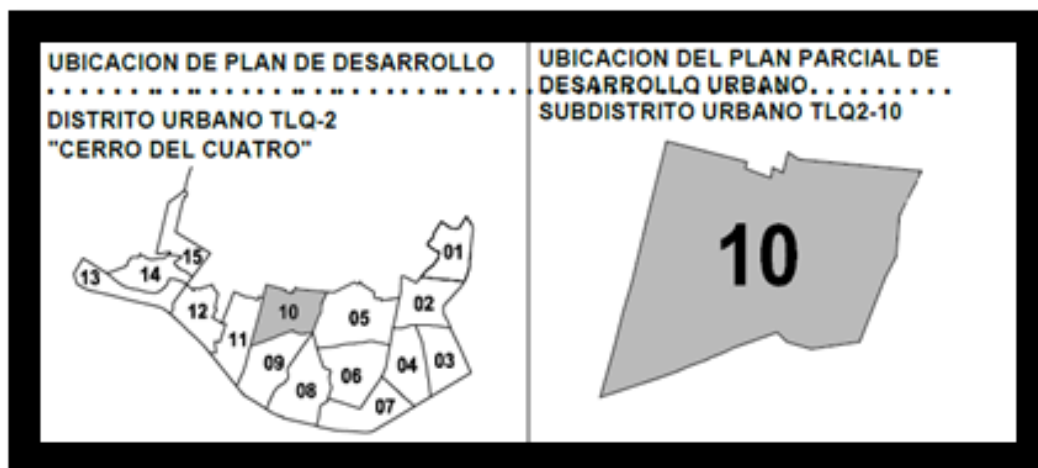


Figura 3. Ubicación Plan de Desarrollo



Figura 4. Mapa Base San Pedro Tlaquepaque.

Las coordenadas GPS de la vivienda son las siguientes:

- Longitud (dec): -103.3642292
- Latitud (dec): 20.6052226



Figura 5. Cerro del Cuatro (Google Maps).



Figura 6. Vivienda objeto de estudio señalada en amarillo (Google Earth).



Figura 7. Vivienda objeto de estudio señalada en amarillo (Google Earth).



Figura 8. Vivienda objeto de estudio señalada en amarillo (Google Earth).



Figura 9. Vivienda objeto de estudio señalada en amarillo (Google Earth).

2.3. Descripción de la vivienda.

La parcela familiar cuenta con un área aproximada de 120 m².



Figura 10. Vivienda objeto de estudio señalada en amarillo (Google Earth).

La vivienda objeto de estudio ya tiene un área construida de forma rudimentaria y precaria mediante muros de block, concreto y piedra que presentan desniveles. Los cerramientos no están bien desarrollados y hay módulo sin cubierta.

A continuación se muestran algunas fotografías de la vivienda.



Figura 11. Vivienda objeto de estudio, marzo 2017.

2.4. Entorno

La colonia del Cerro del cuatro, es conocida por ser un asentamiento irregular en la zona metropolitana de Guadalajara. Su expansión fue sumamente veloz debido a la cantidad de terreno disponible. Fue hasta el 2017 cuando el gobierno con apoyo de empresas de iniciativa privada decidió llegar a un acuerdo y cercar la mitad del cerro para delimitar el crecimiento.



Figura 12. Antes y después del crecimiento irregular del cerro.

Al ser un asentamiento irregular, con poco acceso a servicios básicos la zona se ha convertido en un foco de infección por falta de higiene o limpieza de la zona.

La población de esta zona decidió adecuarse de manera creativa y hacer lo que puedan con tal de tener un terreno donde vivir.

Los habitantes de esta zona no cuentan con los conocimientos adecuados para la construcción de sus viviendas. Debido a esto en las construcciones no se tienen en cuenta temas tan importantes como el sistema estructural lo que supone un problema muy importante de seguridad.

La mayoría de estas viviendas están influenciadas por las aspiraciones que sus habitantes tienen donde su hogar es un elemento importante para su desarrollo socioeconómico.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de viviendas de la zona.



Figura 13. Cerro del cuatro, marzo 2017.



Figura 14. Cerro del cuatro, marzo 2017.



Figura 15. Cerro del cuatro, marzo 2017.

En las imágenes se puede observar como los muros están hechos de ladrillo expuesto, sin da las intermedias o de coronación. Los cerramientos no son los adecuados ni en ventanas ni en puerta. Las casas están mal niveladas tanto en piso como en muros, sus techos son de lonas o láminas viejas. Sin tener en cuenta aspectos estéticos podemos ver que estas viviendas son inseguras para las familias.

2.5. Datos de Población.

El cerro está integrado por 14 colonias, y según la proyección al 2009 de los Conteos Rápidos 2005 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en ellas habitan alrededor de 106 mil 157 personas.

Colonias que integran el Cerro del Cuatro:

Colonia	Habitantes
Cerro del Cuatro	6337
Fraccionamiento Infonavit Miravalle	17363
Fraccionamiento Fovissste Miravalle	5609
El Refugio	3184
Guadalupe Ejidal	3514
Lomas del Cuatro	7509
Fraccionamiento Lomas de Curiel	1250
Buenos Aires	7693
Nueva Santa María	19644
Francisco I. Madero	7123
Guayabitos	6947
La Mezquitera	5639
Lomas de Santa María	3725
Fraccionamiento Terralta	Sin datos
Total	95637
Proyección al 2009	106157

Tabla 1. Datos poblacionales del Cerro del Cuatro (INEGI,2005).

2.6. Uso de Suelo e Infraestructura.

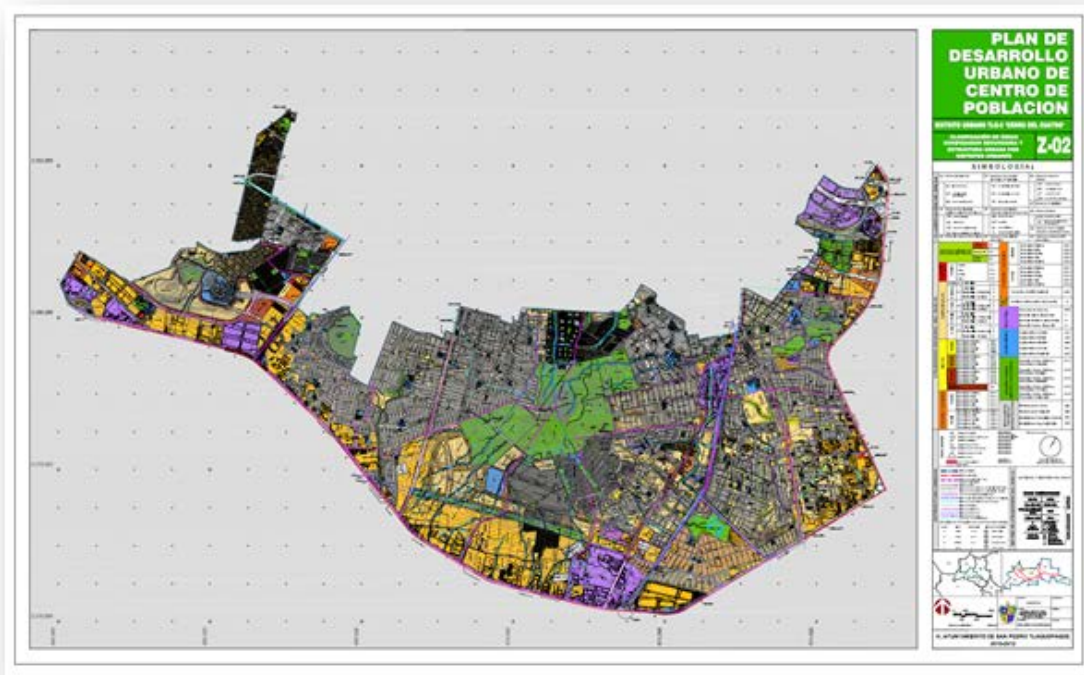


Figura 16. Plan De Desarrollo Urbano Cerro Del Cuatro.

La zona donde se encuentra vivienda se encuentra marcada en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano como RU-MP, es decir, área de reserva urbana a mediano plazo.

Son áreas pertenecientes a la reserva urbana que son potencialmente urbanizables pero no cuentan con las obras de urbanización básica, y no es factible realizarlas inmediatamente; sin embargo, los interesados podrán solicitar al Ayuntamiento la realización de estudios que permitan la promoción de las obras de urbanización básica que les permita pasar a formar parte de la reserva urbana a corto plazo.

Es una zona habitacional de densidad alta, principalmente compuesta por viviendas plurifamiliares.

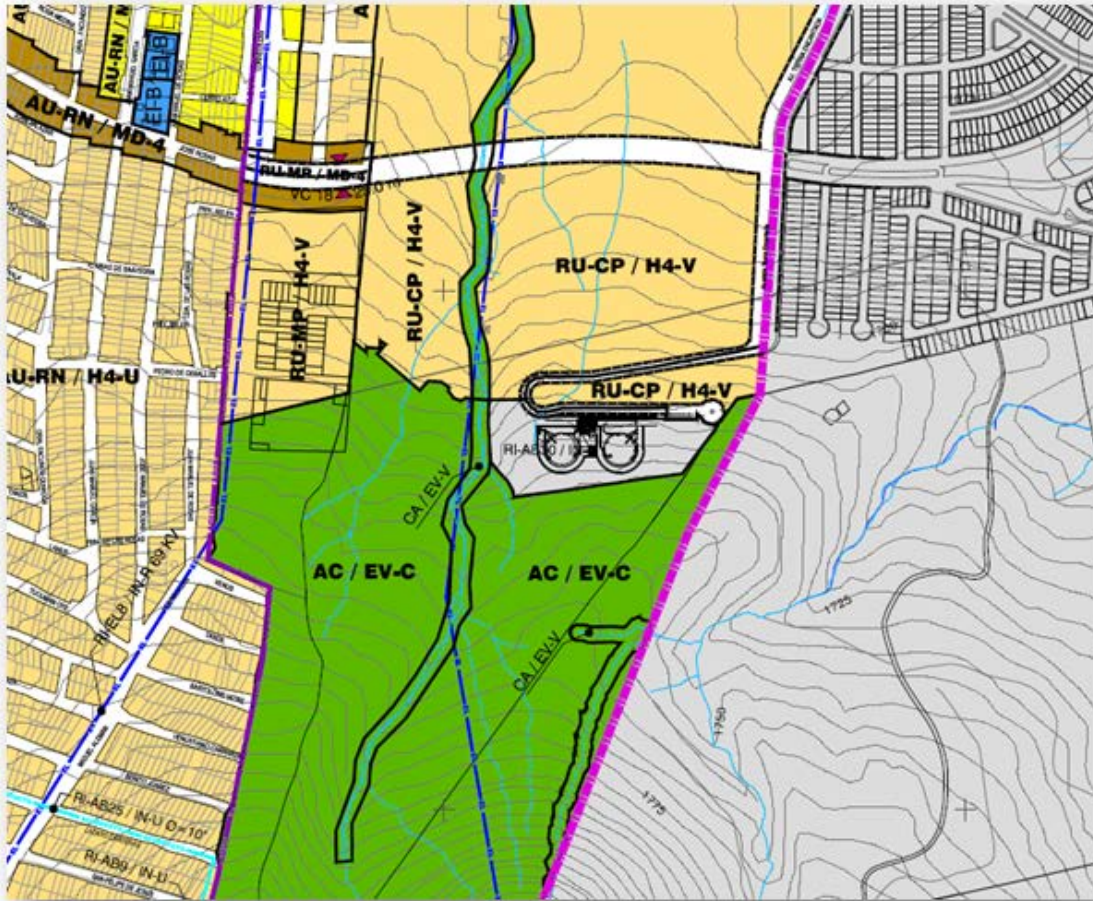


Figura 17. Fragmento del Plan Parcial de Desarrollo Urbano, Subdistrito 10.

La zona no cuenta con líneas de agua potable, distribución eléctrica ni línea de drenaje. Las vialidades cercanas a la vivienda no están asfaltadas, no hay recubrimientos de calles ni banquetas.

En la zona donde se encuentra el proyecto hay 97 viviendas.

2.7. Climatología.

El clima del Cerro del cuatro es semicálido, sub húmedo sin estación invernal definida.

La temperatura media anual es de 20.7°C, y tiene una precipitación media anual de 919 milímetros con régimen de lluvia en los meses de junio a agosto.

Los vientos dominantes son de dirección sureste.

El promedio de días con heladas al año es de 5.2.



Figura 18. Mapa Climatología zona de estudio (Gaia, INEGI)

2.8. Geología.

Litológicamente el municipio se formó en el período Cuaternario. Este cerro es un volcán inactivo de la ciudad y está compuesto por tobas pumíticas que están formadas por productos de explosión tales como lapillis, puzolanas y ceniza.

2.9. Topografía.

El municipio se encuentra enclavado en la porción central de la altiplanicie jalisciense, que presenta una topografía más o menos regular.

La mayor parte del territorio de Tlaquepaque es plano, con algunos lomeríos y pocas tierras altas cerriles.

El punto más alto del municipio es el Cerro del Cuatro con una altura máxima de 1860 m.

Nuestra vivienda se sitúa aproximadamente a 1700 m sobre el nivel del mar y presenta un relieve rocoso con pendientes del 12 al 30%.

El análisis de las pendientes es imprescindible debido a la influencia que tienen las pendientes en la escorrentía que se mueve por la acción de la gravedad.



Figura 19. Fragmento Carta Topográfica F13D65f.

2.10. Hidrografía.

El municipio no tiene ningún río. Los principales arroyos son: El Seco, Sebastianito y Nueva España.

Existe una corriente de agua a 32 m de la vivienda.

3. DESARROLLO.

3.1. Sustento teórico y metodológico.

Gracias a las nuevas tecnologías, maquinaria e innovación digital, las personas han sido capaces de solucionar problemas a gran escala, problemas sociales, naturales e internacionales, todo apunta hacia aquello que beneficie a la humanidad de manera eficaz y precisa. En nuestro caso, nos vimos abrumados por toda la falta de apoyos y oportunidades que sufren las personas pobres en nuestra ciudad, y lo mucho que tienen que trabajar para comenzar una vivienda digna.

Dentro de este concepto nos vimos en la necesidad de buscar un punto de partida innovador para solucionar el conflicto social que nos habíamos planteado, teniendo como usuario específico a la familia de Antonio, quienes gracias al esfuerzo de estos últimos años han podido avanzar significativamente en la construcción de su vivienda, sin embargo, la falta de un ingreso mayor constante les impide completar toda la construcción que tienen pensada en un solo evento.

Es ahí donde las tendencias tecnológicas nos brindan la oportunidad de ser congruentes con nuestras intenciones, y es que gracias a un movimiento relativamente nuevo llamado “Wikihouse”, decidimos diseñar nuestro propio prototipo de estructura cortada en router CNC y compartir el conocimiento con los que lo necesiten.

Así como Wikihouse, una empresa de código abierto que reinventa la manera de construir casas (<https://wikihouse.cc/about>), también creemos que la era digital nos permite hacer mucho más por las personas. Tal y como lo mencionan los que trabajamos bajo esta misma bandera, diseñar prototipos de vivienda construidos sobre una filosofía modular, que haga simple el proyecto y eficaz al momento de ejecutarlo, y no solo eso, sino que sea entendible y prácticamente cualquiera pueda aprovecharlo, es lo que nos ha dado alas para llevarle este avance a nuestro usuario final.

Dentro de las peticiones de nuestro usuario se encontraba la manera de poder techar una sección de su vivienda que actualmente ya tenía construida, sin embargo no tenía intenciones de dejarla así, quería seguir ahorrando dinero para poder construir una planta alta, sin embargo por el tiempo que le toma juntar el capital necesario para ello, esta sección queda completamente expuesta a las inclemencias del clima.

Entonces, es ahí donde nuestro planteamiento inicial se convirtió en este proyecto, el cual consiste en ayudar a nuestro usuario con una propuesta de techo que le dure el tiempo suficiente para poder ahorrar dinero y construir la parte de alta de su casa, y no solo eso, dicha estructura podrá desarmarse y reutilizarse nuevamente para techar el segundo piso construido.

3.2. Planeación y seguimiento del proyecto.

En base la previa descripción del usuario, la zona y su problema. Decidimos atacar este problema desde el ámbito de la construcción hecha con madera.

Nuestra meta es crear un proyecto que combata la desigualdad, carencias y falta de seguridad de estas familias mediante una auto-construcción digna de sus viviendas.

Nuestra propuesta va encaminada a entregar un kit o paquete con diversos elementos que fomente la auto construcción, que apoyado con los diferentes organismos y personas que forman la comunidad afectada logre verse reflejado en una mejor moral, que cambie la visión de la gente y se reincorporen al sistema urbano actual.

Para poder llevar a cabo esto es necesario comenzar con el diseño de nuestro producto, Este proyecto debe ser modular, que permita a los usuarios expandirlo a su tiempo y con su debido espacio digno. Una vez planteado el diseño y las expansiones, se trabajará en el modelo de presentación, facilidad de transporte y entrega hacia el usuario, todo junto con sus visuales necesarias para que sea entendible.

En nuestro caso particular, se nos requirió hacer un techo modular y fácil de adaptar a su vivienda, ya que ellos desean que se pudiera armar y desarmar en caso de que lo quisieran mover.

El sistema de autoconstrucción propuesto se desarrolla bajo la idea de un elemento compuesto por distintas piezas, dichas piezas están ensambladas de manera simple pero segura, convirtiendo estos elementos en piezas estructurales, listas para recibir las cargas calculadas y resistir las inclemencias de la zona propuesta.

Nuestro proyecto consiste en replantear ciertos aspectos de la construcción con madera, pensamos en innovar la manera en la que son utilizados ciertos materiales que jamás hubiéramos visto concebir formas arquitectónicas. Al trabajar con MDF como material principal, nos vimos forzados a tomar en cuenta espesores y medidas estandarizadas en el mercado, acoplando nuestro proyecto de tal manera que fuera fácil de ejecutar en cualquier parte donde se distribuya.

Para nuestra propuesta actual tenemos consideradas 12 piezas diferentes, debido a las medidas estandarizadas de las láminas de MDF, 1.22 por 2.44 centímetros, las dimensiones de las piezas fueron diseñadas dentro de esos parámetros. Cabe mencionar que el grosor escogido para este proyecto es de 12mm, creemos conseguir una resistencia mayor utilizando este grosor y nos provee de mejor agarre entre las piezas.

Para comenzar el diseño fue necesario trabajar diferentes ejemplos de ensamblajes y piezas que funcionan actualmente, dicho diseño se tiene que transcribir de manera digital en algún programa de diseño de curvas o vectores, en este caso utilizamos AutoCAD como herramienta digital como plataforma del proyecto, de ahí se deriva a otras aplicaciones para el modelado 3D y el corte a router del mismo.

Nuestro sistema puede ser focalizado a dos herramientas ahora muy comunes, y estas con las cortadoras CNC, en este caso existe la posibilidad de ejecutar el proyecto con corte laser o router, sin embargo por el tamaño del paquete y el grosor del material se optó por trabajarlo en router, dicho esto también es un factor importante ya que de eso depende el acomodo de las piezas en el archivo, ya que se deben considerar los grosores de la broca etc.

Como ya se mencionó, se generó un archivo que contenía el despiece de los elementos estructurales que posteriormente se cortarán en la CNC, dicho archivo se hará público y se entregará de manera física y digital a nuestro usuario acompañándolo con un manual de construcción del mismo como parte del ejercicio de aterrizar soluciones de vivienda a corto y largo plazo.

Las piezas son elementos repetitivos, que fomentan la autoconstrucción y cuentan con las siguientes dimensiones:

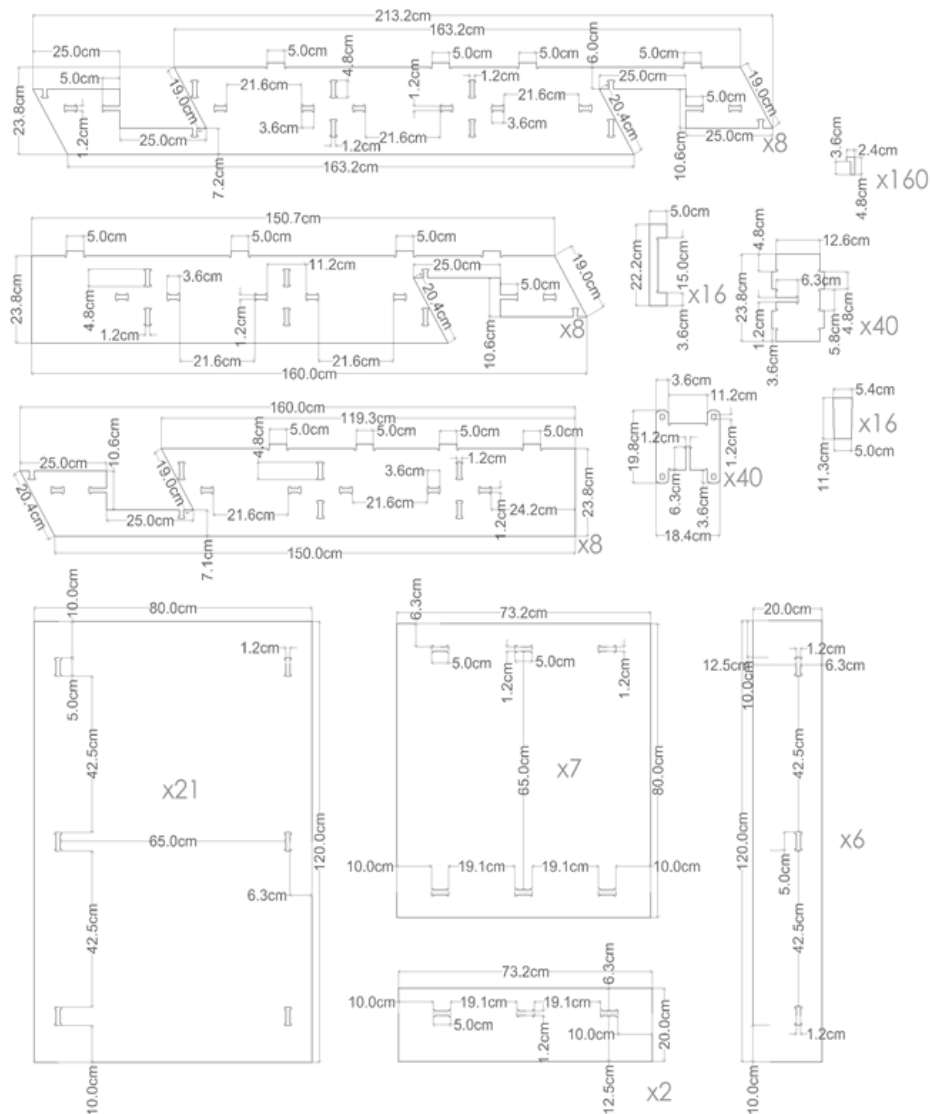


Figura 20. Piezas que intervienen en la construcción.

Con la unión de las diferentes piezas se concretan elementos estructurales necesarios para la cubierta, en nuestro caso particular en traves de madera, las cuales sostendrán la cubierta sellada con madera, aislante y una lámina de aluminio como elemento final.

Como parte del ejercicio es necesario plantearnos la elaboración del mismo, por lo tanto en el archivo digital final debe venir el orden de las piezas para cortar a router ya establecido, facilitando así al usuario su ejecución. Todos y cada uno de los elemento ha sido acomodado en láminas de 1.22 x 2.44 cm, de tal manera que quien decida cortar los elementos solo necesita llevar el material, 24 láminas de MDF de 12 mm de grosor a un cortadora router CNC, ya que actualmente el archivo diseñado es compatible con todas las máquinas una vez exportado en formato DXF.

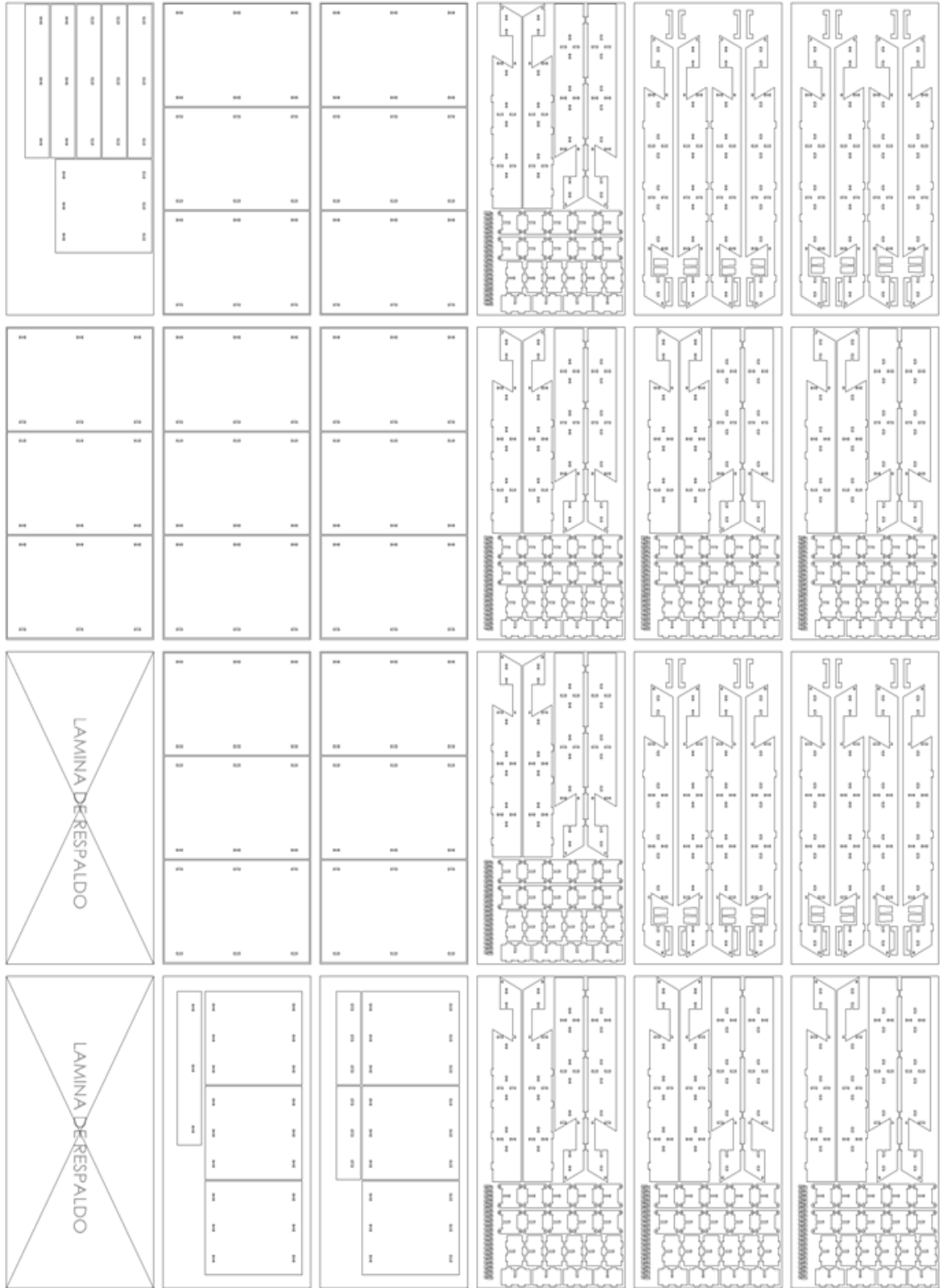


Figura 21.Despiece de la cubierta.

Estos son los diferentes diseños de todas las piezas.

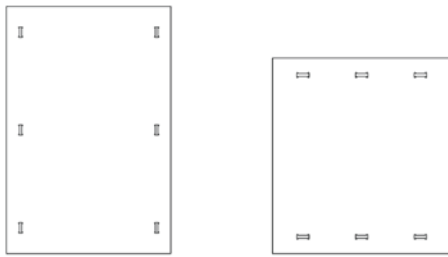


Figura 22. Piezas de la cubierta.

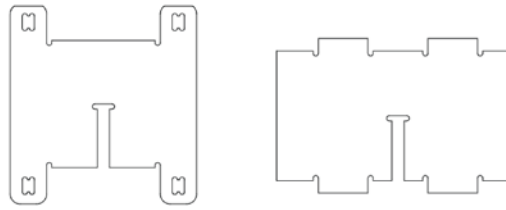


Figura 23. Piezas de unión.

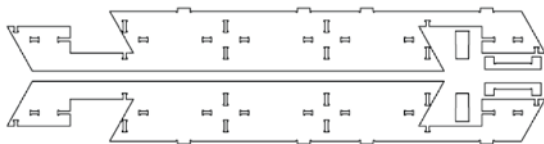
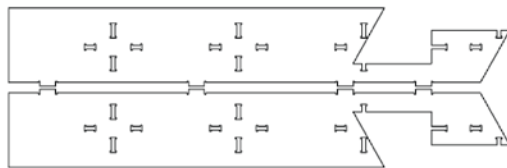


Figura 23. Piezas de las vigas.

PASO No. 1

Después de conocer las piezas y familiarizarte con ellas, se empieza el armado de las vigas con las crucetas. Las piezas se embonan entrando por el centro, por medio de machimbrado.

No es necesario golpear con martillo.

Después tomas las vigas y se ensamblan como rompecabezas, no es necesario aplicar presión.

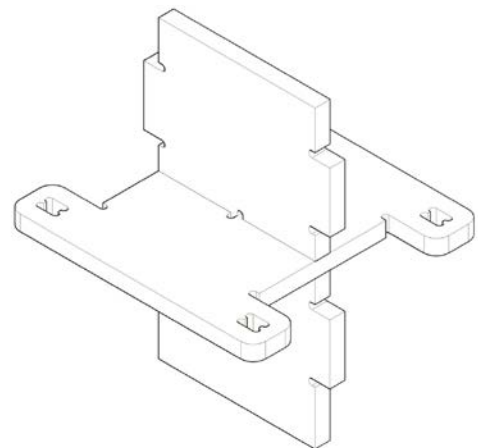


Figura 24. Crucetas.

PASO No.2

Una vez armadas las 3 piezas de la viga, habrá que colocar la cruceta en cada punto.
Se requieren 10 crucetas por cada viga.

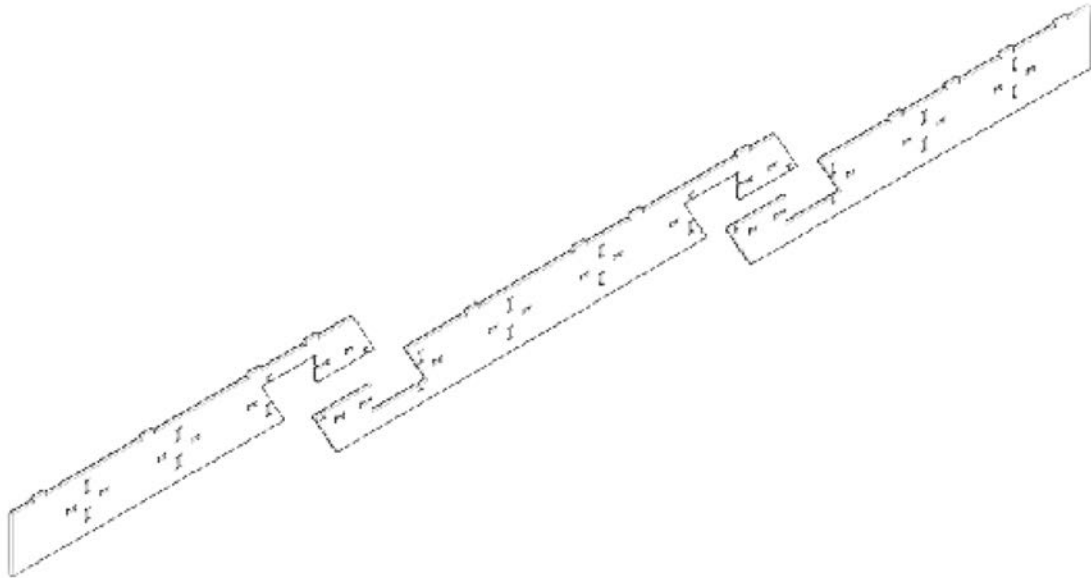
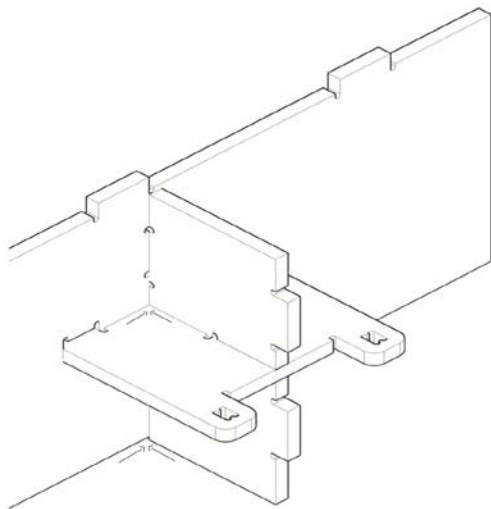


Figura 25. Formación viga.



PASO No.3

Ya que el primer lado de la viga está terminado, se ensambla el segundo lado de la viga, quedando de esta manera.

Para asegurar que ningún lado de la viga se desprenda, se colocan las piezas de seguridad en cada orificio de las crucetas, son 4 piezas de seguridad por cada cruceta.

Figura 26. Ensamble lateral viga.

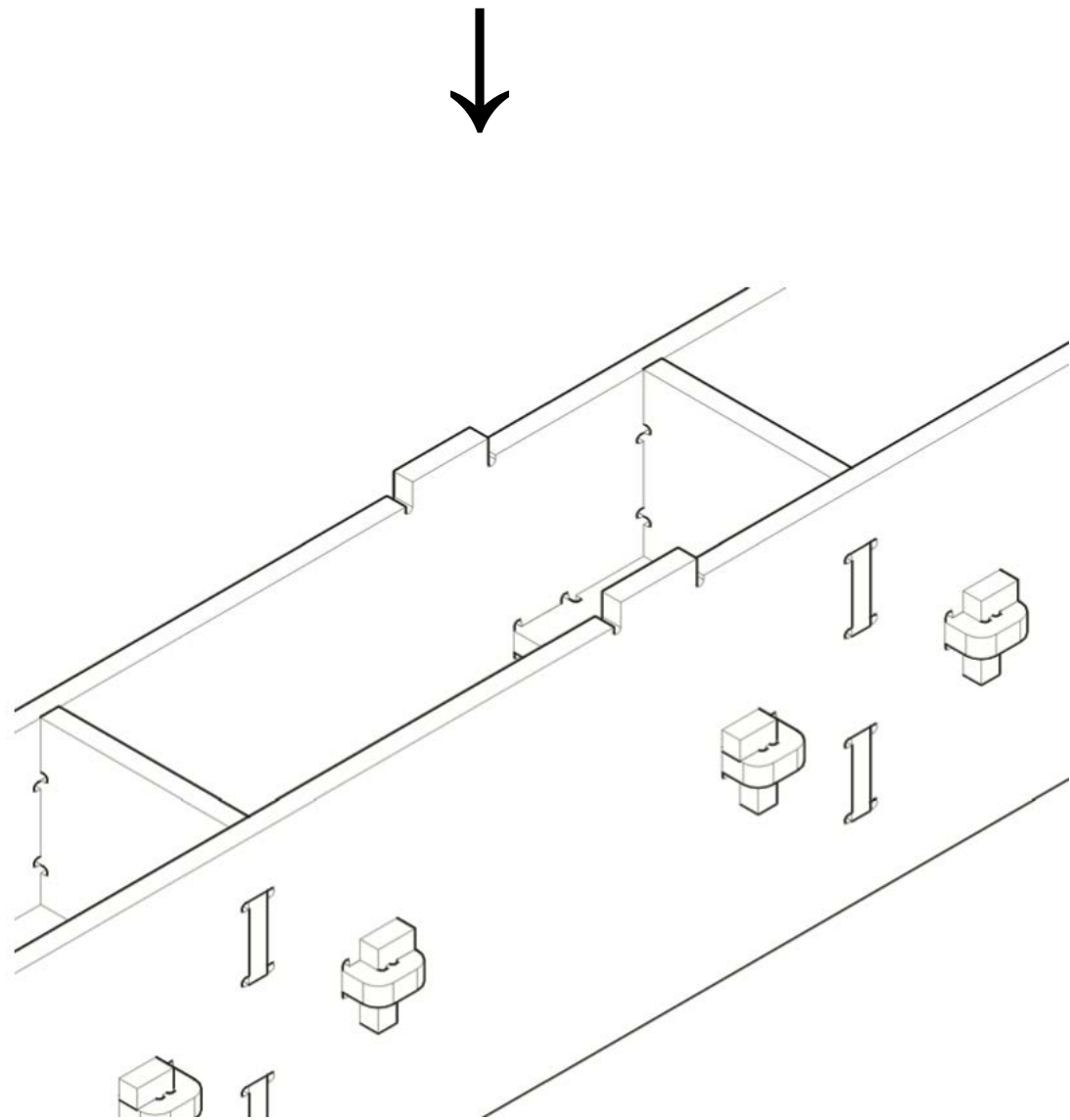


Figura 27. Unión viga.

PASO No.4

Una vez terminada la viga, y sujeta con las piezas de seguridad, se colocan las "C" en cada unión de las piezas de cada lado de la viga.

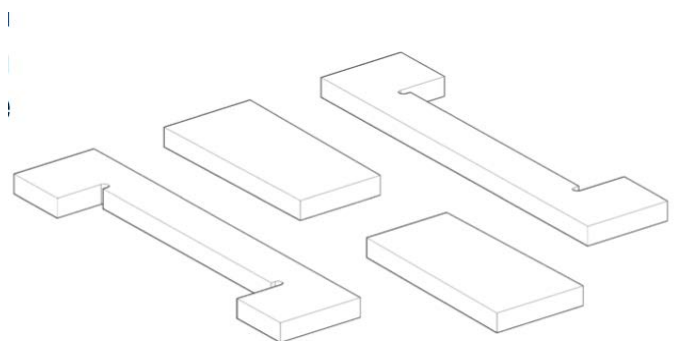


Figura 28. Piezas de sujeción.

PASO No.5

Ya que las "C" queden colocadas, (se necesitan 6 para cada viga), los rectángulos deben entrar a presión por medio de golpes con un martillo.

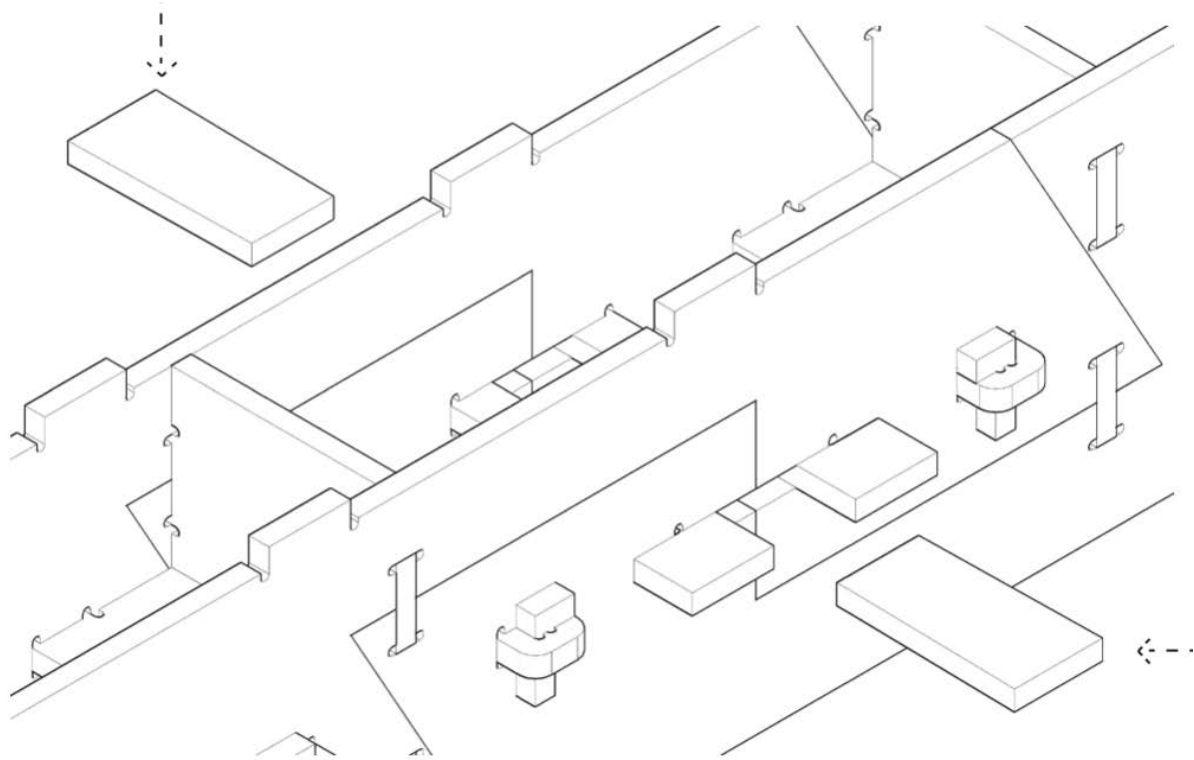


Figura 29. Ensamble de la viga.

Todas las vigas deben verse así, ya que todas las piezas queden correctamente en su lugar.

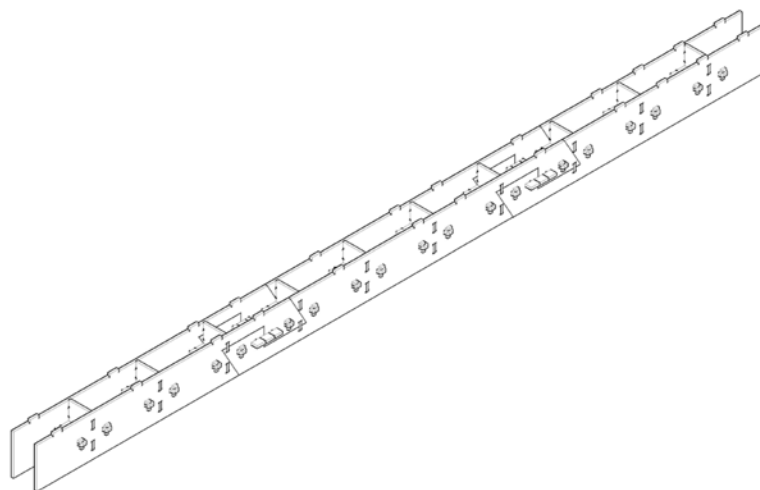


Figura 30. Viga armada.

PASO No.6

Para la colocación de las láminas del techo, el procedimiento es similar.

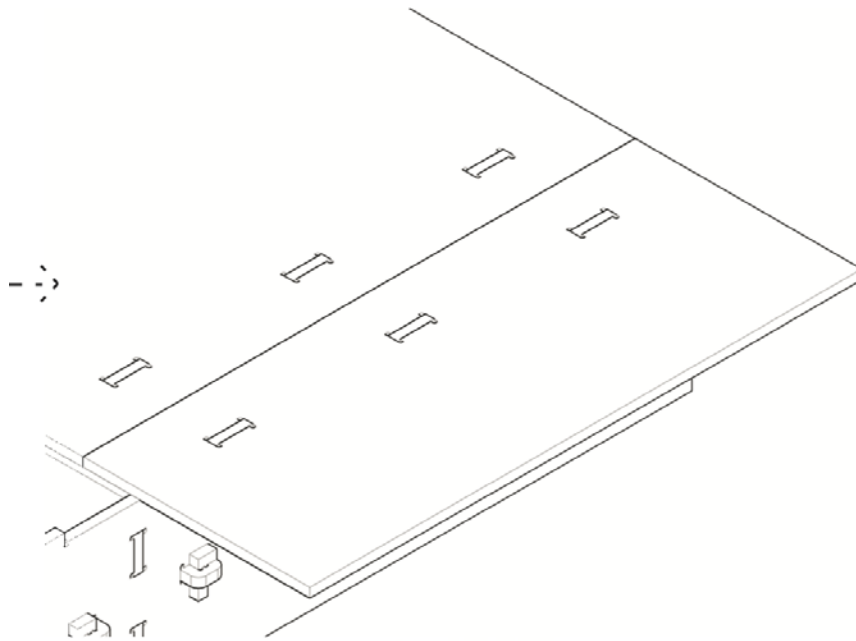


Figura 31. Unión piezas MDF tejado.

Las láminas entran a presión y con ayuda de un martillo, se dejan en su lugar.

3.3. Análisis de Materiales.

3.3.1. Introducción.

Para la realización de este proyecto desde el principio nos centramos en la madera por las múltiples ventajas y beneficios que presenta en sistemas constructivos.

Ventajas del uso de la madera en la construcción:

- La madera es un material renovable que, controlado mediante una producción sustentable, la convierte en una opción ecológica.
- Es un material muy versátil por lo que se adapta a cualquier diseño.
- El tiempo de construcción es corto y el precio menor en comparación con los sistemas de construcción convencionales, lo que hace que estas viviendas sean más accesibles para un mayor número de personas.

- Es un material estructural ecológico ya que requiere menos energía para trabajarla y causa menor contaminación del agua y el aire en comparación con otros materiales de construcción. La madera consume un sexto de la energía necesaria para procesar el equivalente en unidad de peso del acero estructural.
- Es un buen material ante sismos. Una construcción de madera con un bajo peso en caso de sismo, cede ante la oscilación pero no se cae. Estas construcciones tienden a sufrir menos daños debido a un colapso que construcciones del mismo tamaño hechas con acero y concreto.
- Tiene muy buenas propiedades mecánicas. Es capaz de resistir tanto a esfuerzos de compresión como de tracción. Tiene una baja masa, baja densidad y alta resistencia mecánica. Puede presentar la misma resistencia a compresión que un hormigón de resistencia razonable. La resistencia a la flexión puede ser aproximadamente diez veces superior a la del hormigón, así como la resistencia al corte.
- La madera es un material aislante térmico. Por condiciones retiene el calor y mantienen un ambiente interior agradable siendo más cálido en condiciones frías y más fresco en ambientes calurosos. Esto permite un menor consumo energético en cuanto a calefacción y aire acondicionado. También es un excelente aislante de ondas sonoras y vibraciones.
- Se pueden hacer modificaciones o ampliaciones en la construcción sin necesidad de demoler y causar grandes molestias a sus usuarios
- Es posible realizar elementos prefabricados o modulares en diversos lugares para después transportarlos y ensamblarlos en el sitio de la obra.

A pesar de todos estos beneficios también evaluamos los puntos negativos que podía presentar el material.

Desventajas del uso de la madera en la construcción:

- Es necesario un tratamiento preservador. Aunque la madera sea un material resistente es vulnerable a los agentes externos por lo que necesita una adecuada protección para evitar que su durabilidad se vea afectada.
- La madera es un material ortótropo por lo que no tiene los mismos módulos de resistencia mecánica en todas sus direcciones, sino que varían con relación a la dirección de sus fibras. Esto puede generar inestabilidad en la estructura si no se selecciona el tipo adecuado de madera.
- Es necesario un mantenimiento regular.

- Los sistemas constructivos que emplean madera requieren normalmente del trabajo conjunto de varios gremios por lo que es necesario una buena comunicación para evitar que esta relación afecta al tiempo de obra y el correcto acabado.

Finalmente tras investigar y probar distintos tipos de materiales, enfocándonos en maderas industriales y accesibles para nuestro usuario, llegamos a la conclusión de que la madera MDF (Tablero de Fibras de Densidad Media) era la que mejor se adaptaba a nuestro proyecto.

Aunque el MDF será el material de más peso, para la construcción de la cubierta objeto del proyecto se plantean otros materiales.

Los materiales que intervienen en la cubierta son los siguientes:

- Láminas de MDF.
- Polines de pino.
- Láminas Galvanizadas.
- Ganchos J.
- Aislante térmico.
- Acabado para madera.
- Sellador de Poliuretano.

3.3.2. Tablero de Fibras de Densidad Media (MDF).

3.3.2.1. Generalidades.

El tablero de fibras de densidad media (Medium Density Fibreboard) está formado por fibras lignocelulósicas que se unen mediante un adhesivo y un proceso de pretensado en caliente.

Presenta superficies lisas y libres de defectos en ambas caras, lo que hace facilita su acabado decorativo.

En la actualidad, las líneas de despiece permiten obtener cualquier tipo de anchura y longitud en función del formato de origen.



Figura 32. Láminas de MDF.

3.3.2.2. Proceso de Fabricación.

Independientemente de la especie de madera que se utilice es importante utilizar fibras individualizadas y homogéneas para producir un tablero MDF de calidad.

El proceso se inicia con la trituración de la materia prima mediante unas astilladoras de cuchillas. Las astillas que se obtienen se clasifican y se separan, por un lado las gruesas se llevan a un molino para su reducción, y por otro, las más finas se envían a una caldera para producir energía. A la siguiente fase del proceso pasa exclusivamente el material de tamaño uniforme.

Después de la selección, las astillas se lavan para conseguir un tablero con bajo contenido en impurezas minerales.

Estas astillas se precalientan a una temperatura de 80-85°C y pasan a un digestor donde se someten a un tratamiento con vapor de agua saturado a una temperatura de 160-170°C, presión de 7 a 8 bar, de 1 a 3 minutos.

Una vez elaboradas y limpias, las astillas pasan por un refinador para ser desfibradas. En el desfibrador se establecen las condiciones operativas para lograr una desestructuración de las fibras de madera y obtener una fibra individualizada.

Las astillas húmedas y calientes pasan bajo presión por el interior de dos discos desfibradores de cuya separación depende el grosor de la fibra obtenida su salida las fibras son enviadas a la entrada del secadero. Entre estas etapas se suele realizar un colado.

Posteriormente, el material se envía a un silo regulador que lo descarga en la línea de formación. Durante esta fase, el sistema de formación por capas de distinta naturaleza junto con la maquinaria específica permite obtener mayor homogeneización en la distribución de las fibras y un enlace uniforme.

A continuación el colchón se prensa en frío para eliminar el aire y reducir su espesor.

El proceso de prensado en caliente tiene una duración próxima a los 5 minutos en función del espesor del tablero y la temperatura está entre los 180 y 200°C.

A la salida de la presa, los tableros se acondicionan mediante un enfriado y apilado.

Finalmente, los tableros se lijan y se cortan con las medidas requeridas.

3.3.2.3. Propiedades.

Los tableros de fibras de densidad media se caracterizan por constituir un material homogéneo y con propiedades uniformes lo que conlleva que puedan ser mecanizados con más facilidad.

Sus propiedades mecánicas varían principalmente en función del espesor.

A continuación se muestran las especificaciones para MDF de aplicación general para uso en condiciones secas:

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RANGO NOMINAL DE ESPESORES (mm)								
			1,8 a 2,5	>2,5 a 4,0	>4 a 6	>6 a 9	>9 a 12	>12 a 19	>19 a 30	>30 a 45	>45
Hinchazón en espesor 24h.	EN 317	%	45	35	30	17	15	12	10	8	6
Resistencia a la tracción	EN 319	N/mm ²	0,65	0,65	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm ²	23	23	23	23	22	20	18	17	15
Módulo elast. en flexión	EN 310	N/mm ²	-	-	2.700	2.700	2.500	2.200	2.100	1.800	1.700

Tabla 2. Propiedades MDF en seco.

Algunas de las aplicaciones de los tableros de fibras de densidad media son las siguientes:

Producto	Descripción	Aplicaciones
MDF Estándar MDF Baja densidad	Tablero estándar . Tablero ligero. (Densidad 20% inferior al MDF estandar).	Aplicaciones generales: mobiliario, carpintería, molduras y objetos diversos. Aplicaciones de mecanización y regularidad de superficie. Interiores de puertas revestidas. Expositores.
MDF apto laca MDF MR	Tablero superlaco: excelente comportamiento. ante operaciones de mecanizado. Tablero resistente a la humedad.	Elementos mecanizados de mobiliario en general, puertas, cocina y baño, con acabados en laca o pintura. Muebles de cocina y baño, principalmente encimeras. Carpinterías para construcción: marcos de puertas, rodapiés. Flooring.
MDF Clase M1	Tablero ignifugo clase M1. Es un tablero de fibra con aditivos ignifugantes su composición.	Locales públicos y usos en que se necesiten materiales retardantes al fuego.
MDF HD o FL	Tablero específico para aplicación en suelos.	Flooring.

Tabla 3. Aplicaciones del MDF.

Para este proyecto se usará MDF de 12 mm de espesor.

Para comprobar que cumple los requerimientos mecánicos del proyecto se realizaron unos ensayos de laboratorio. Los ensayos y resultados se encuentran adjuntos al documento como anexo.

3.3.3. Lámina Galvanizada.

En la construcción de un espacio habitacional la parte que cubre los interiores es de gran importancia por lo que es imprescindible tomar una buena decisión respecto a lámina que se vaya a usar.

Una lámina galvanizada es una lámina de acero que ha sido sometido a un proceso de inmersión en caliente que recubre la lámina al 100% de zinc, con la finalidad de prevenir la corrosión.



Figura 33. Lámina Galvanizada.

Este material ofrece ventajas como el manejo fácil, el peso ligero, la protección ante los efectos corrosivos de oxidación y el bajo precio de lámina galvanizada en comparación con láminas fabricadas con otros metales como el acero inoxidable, el aluminio y el acero entre otros.

La corrosión que se evita con el proceso de galvanizado es causada por la exposición del acero a otros metales en presencia de un electrolito o al oxígeno y agua. Al poner una barrera para cubrir el acero, el galvanizado es capaz de resistir mejor las fuerzas destructivas que puedan actuar contra el acero.

La capa de Galvanizado requiere cierto mantenimiento.

3.3.4. Aislante Térmico.

Cuando colocamos un techo de chapa debemos colocar aislantes, pueden ser de distintos tipos.

El aislante térmico es un material muy utilizado en la industria de la construcción.

Tiene como características un alto grado de resistencia térmica.

Usaremos un aislamiento térmico Reflector.



Figura 34. Aislante Térmico MicroPol.

Este aislante contiene refuerzo resistente al amoníaco del lado interno, ayuda ampliamente al ahorro de energía, tiene la capacidad de reducir el choque térmico minimizando las pérdidas de energía por transferencia de calor hacia o desde el ambiente. Posee una excelente resistencia al desgarre y a altas temperaturas. Este material es impermeable y fácil de manejar.

3.3.5. Acabado para la madera.

La capa protectora que se le aplica a las láminas de MDF es muy importante sobretodo para protegerla frente a la humedad. Probamos varios tipos de acabados sobre las probetas ensayadas y los resultados no fueron positivos. Algunos no llegaban a secarse, otros penetraban demasiado en el material e incluso reaccionaban al contacto con el agua ocasionado graves problemas. Finalmente y tras muchas investigaciones y pruebas seleccionamos un producto 100% acrílico para maderas en exterior.



Figura 35. Acabado Woox 365.

Se recomienda aplicar a las láminas de MDF 3 capas con un intervalo de secado de entre 12 y 48 horas dependiendo de la humedad del ambiente.

3.3.6. Sellador de Poliuretano

Para cubrir el posible espacio que quede entre el muro ya construido de nuestro usuario y la cubierta usaremos un sellador de poliuretano.



Figura 36. Sellador de Poliuretano Comex.

Estos selladores poseen gran elasticidad y resistencia en exteriores lo que lo hace muy práctico para sellar e impermeabilizar las posibles grietas o aberturas.

La superficie a sellar deberá estar limpia, seca, libre de polvo, grasa o materiales mal adheridos.

Para su aplicación es necesaria usar una pistola de calafateo.

3.3.7. Polines de Madera de Pino.

Se usará un polín de madera de pino para salvar la pendiente de la cubierta y la conexión con el muro ya existente.

El material deberá recibir tratamiento protector al igual que las láminas de MDF.



Figura 37. Polines de Madera.

3.4. Ensayos.

Para comprobar que el MDF cumple los requerimientos mecánicos del proyecto y las especificaciones del proveedor se realizarán unos ensayos de laboratorio.

3.4.1. Ensayo a Tensión.

3.4.1.1. Materiales.

Se necesitarán 6 probetas de las siguientes dimensiones:

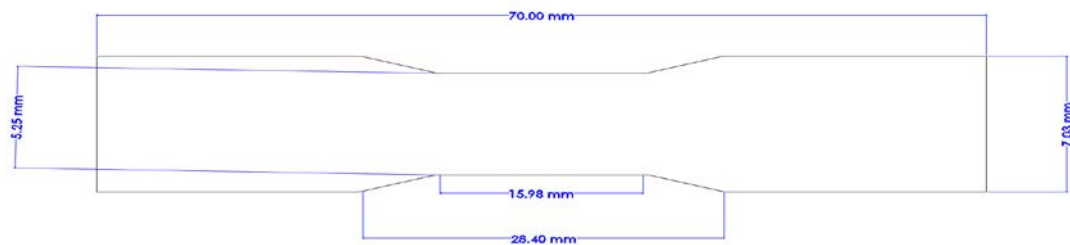


Figura 38. Diseño probeta a tensión.

3.4.1.2. Equipo.

- Maquinaria
- Flexómetro
- Lima o similar



Figura 39. Equipo.

3.4.1.3. Procedimiento.

El ensayo se realizará en probetas en condición seca y saturada con y sin tratamiento.

Las probetas en condición saturada se sumergirán en agua durante 24 horas antes del ensayo y deben ser ensayadas inmediatamente después de haber sido extraídas del agua.

A las probetas con tratamiento se les aplicaran 3 capas de acrílico con un tiempo de secado de entre 12 y 24 horas, dependiendo de la humedad del ambiente, entre aplicaciones.

De esta manera, para el ensayo se seleccionarán dos en la condición seca sin tratamiento, dos en la condición saturada sin tratamiento y 2 probetas con tratamiento en condición saturada.

Se deberá tomar medidas de longitud, ancho y espesor antes de cada sayo debido a que la saturación puede conllevar cambios de volumen en las probetas.

Debido a que la superficie del MDF es muy lisa, con la ayuda de lima y de unos guantes de seguridad, se limará la superficie que debe agarrar las mordazas de la maquinaria.



Figura 40. Preparación de probetas para ensayo a tensión.

El ensayo se realizará en una máquina universal de ensayos conectada a una computadora que proporciona las lecturas de las cargas, movimientos y deformaciones.

Para este ensayo es importante el uso de gafas protectoras guantes.

3.4.1.4. Resultados.

Se apreció un cambio en las dimensiones de las probetas sumergidas.

Nombre de muestra	Espesor	Anchura	Longitud calibrada
Unidad	mm	mm	mm
MDF seco	12	34	333
MDF saturado	14	36	333
MDF tratado saturado	12	34	333

Tabla 4. Dimensiones probetas.



Figura 41. Probetas ensayadas a tensión.

Lo resultados obtenidos del ensayo son los siguientes:

MDF en seco

Nombre	Max._Carga	Max._Esfuerzo	Max._Despl	PSF._Carga
Parametros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	0.001
Unidad	kgf	kgf/cm2	mm	kgf
MDF_1	839.864	205.849	6.586	
MDF_2	843.369	206.7	5.502	
MDF_Media	841.6165	206.2745	6.044	

Tabla 5. Resultados MDF seco.

MDF saturado

Nombre	Max._Carga	Max._Esfuerzo	Max._Despl	PSF._Carga
Parametros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	0.001
Unidad	kgf	kgf/cm2	mm	kgf
MDF_1	439.625	107.751	15.28	
MDF_2	441.091	108.111	12.952	
MDF_Media	440.358	107.931	14.116	

Tabla 6. Resultados MDF saturado.

MDF con tratamiento y saturado

Nombre	Max._Carga	Max._Esfuerzo	Max._Despl	PSF._Carga
Parametros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	0.001
Unidad	kgf	kgf/cm2	mm	kgf
MDF_1	834.9085	204.634	8.13	
MDF_2	831.7628	203.863	9.12	
MDF_Media	833.33565	204.2485	8.625	

Tabla 7. Resultados MDF tratado y saturado.

3.4.1.5. Conclusiones.

Tras la realización de los ensayos se pudieron hacer varias observaciones.

En la probeta saturada sin tratar, a las 24 horas de sumergirla el agua casi había penetrado hasta las últimas fibras del material.

En la probeta saturada se apreció un cambio en el esfuerzo máximo del 52.3% respecto a las probetas secas y un gran incremento del desplazamiento.

El material ensayado cumplió con las especificaciones del proveedor (20 N/mm²).

Para el caso del material saturado con tratamiento tuvimos que ensayar distintos lotes de probetas con distintos tratamientos hasta llegar al que nos dio el resultado óptimo que nos ofreció unos resultados casi iguales a los de la probeta seca. De las anteriores tratadas mencionar que uno los lotes dio unos resultados semejantes a los de la probeta saturada sin tratamiento y el otro ofreció unos resultados con una reducción de esfuerzo máximos de 14.6% respecto a la seca.

Creemos que una de las causas de la rápida saturación del material fue el tipo de corte que rompe la protección que ofrece el MDF por lo que en último lote además de cambiar de producto para el acabado intentamos centrar la aplicación del mismo en la zona de corte de la probeta.

3.4.2. Ensayo a compresión.

3.4.2.1. Materiales.

Para este ensayo se utilizaran 2 probetas de las siguientes dimensiones:

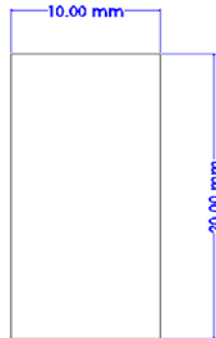


Figura 42. Diseño probeta a compresión.

3.4.2.2. Equipos.

- Maquinaria
- Flexómetro

3.4.2.3. Procedimiento.

Se coloca la probeta centrada en la máquina y se somete a una carga a una velocidad constante.

Para este ensayo $v=25$ mm/min.

Se podrá observar como las fibras del material se van abriendo.



Figura 43. Máquina y probeta de ensayo.

3.4.2.4. Resultados.

Se ensayaron 3 probetas distintas pero una de ellas tuvo que desecharse por un error nuestro al colocarla en la maquinaria.



Figura 44. Probeta desechada.

Los resultados obtenidos en el ensayo fueron los siguientes:

Nombre	Max._Compresión	Max._Tension	Max._Desplazamiento
Parámetros	Calc. At Entire Areas	Calc. At Entire Areas	Calc. At Entire Areas
Unidad	kgf	kgf/cm ²	mm
MFD_1	1907.35	158.946	2.356
MFD_2	1904.00	158.667	2.56933
Media	1905.675	158.8065	2.462665

Tabla 8. Resultados MDF compresión.



Figura 45. Probetas ensayadas a compresión.

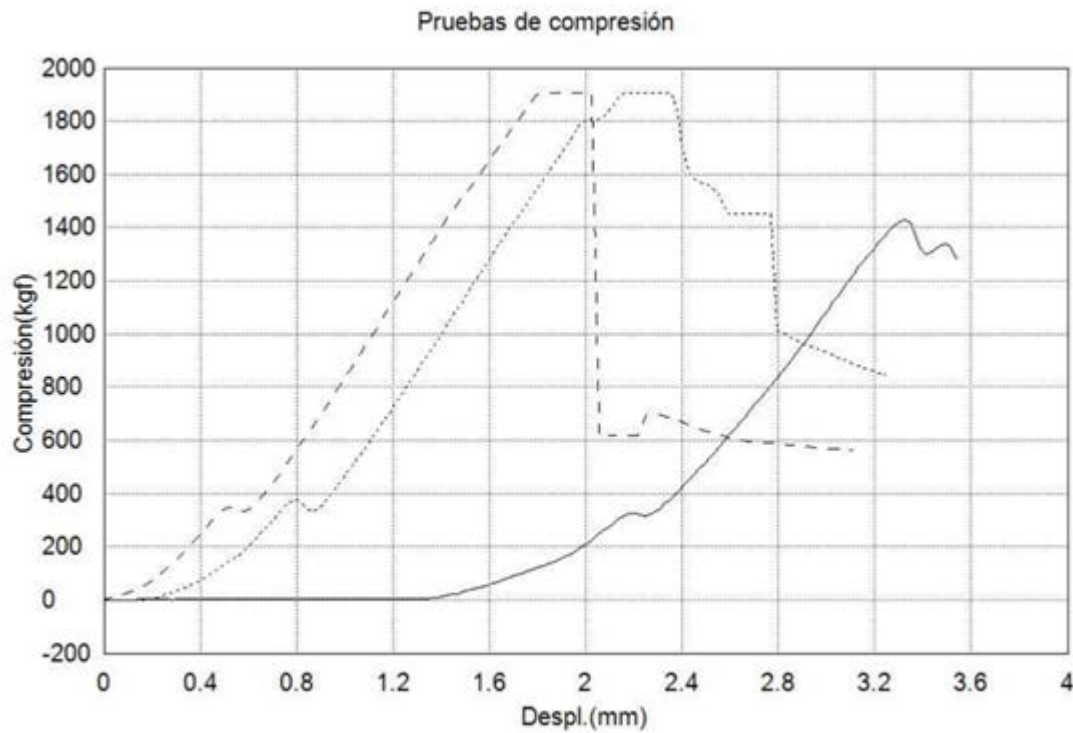


Figura 46. Gráfica Compresión-Desplazamiento.

3.4.2.5. Conclusiones.

El material ensayado cumplió con las especificaciones del proveedor y con los requerimientos del proyecto.

3.5. Análisis Estructural.

3.5.1. Descripción del proyecto.

En este proyecto se va a diseñar la cubierta de un módulo de obra ya construido perteneciente a la vivienda de nuestro usuario.

La vivienda está situada en el Cerro del Cuatro, San Pedro Tlaquepaque.

El terreno donde se sitúa es rocoso.

El módulo sobre el que se situará la cubierta solo cuenta con un nivel.

A continuación se muestra el diseño de la cubierta:

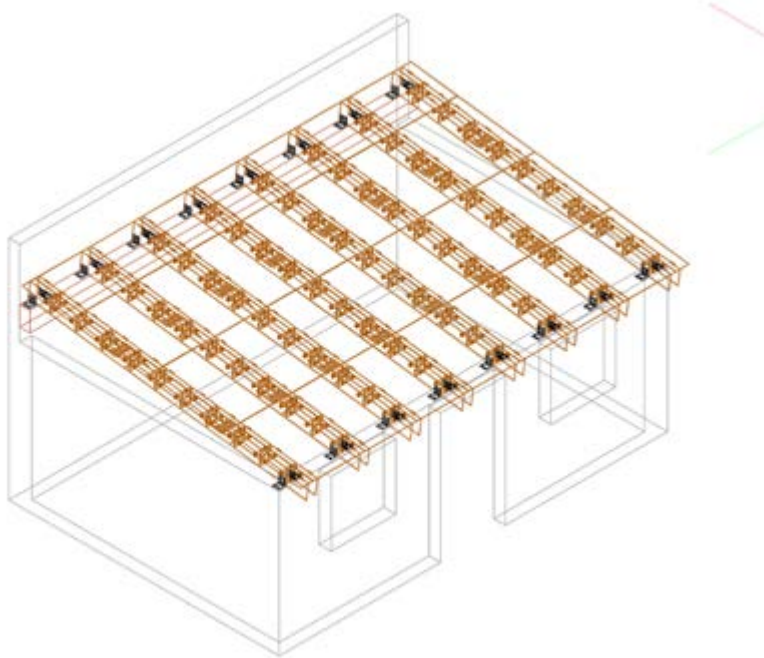


Figura 47. Diseño de la cubierta de proyecto.

Como se puede apreciar la estructura del diseño es muy simple. Consta de 8 trabes de MDF independientes entre ellas empotradas a un muro de obra en su extremo inicial y a un polín en su extremo final. Sobre estas trabes se apoya una cubierta de 6m x 4.33m compuesta por láminas de MDF, aislante térmico y láminas de acero galvanizado.

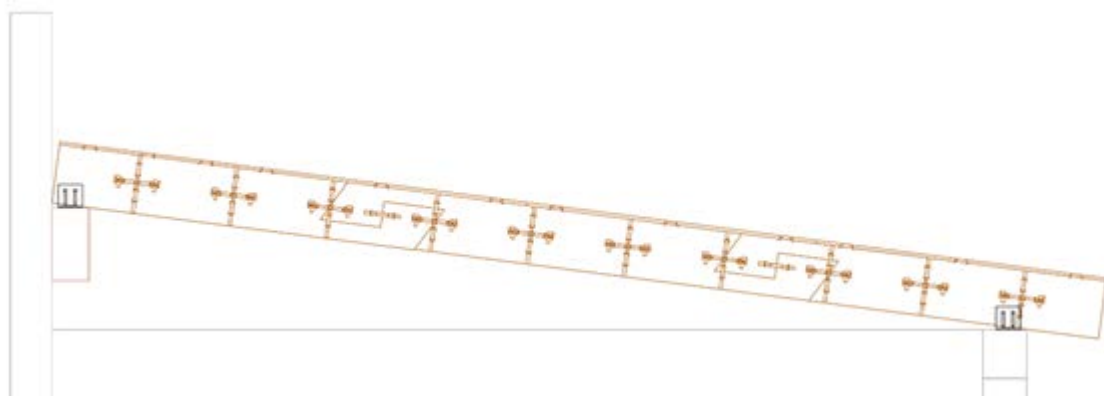


Figura 48. Vista lateral Trabe.

Algunos datos de la composición de la estructura de obra existente se desconocen. Por todo esto se va a analizar la respuesta de estas trabes a las cargas que debe soportar.

3.5.2. Parámetros de diseño.

San Pedro de Tlaquepaque no cuenta con un reglamento propio sobre diseño de estructuras por lo que se aplicó el reglamento del municipal de Guadalajara que a su vez sigue directrices del reglamento de Ciudad de México.

Para el cálculo de las cargas por viento y sismo también se han consultado los manuales de la CFE (Comisión Federal de Electricidad) y debido al origen del material empleado se han utilizado las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Madera.

Tipo de estructura según su uso: B2

Categoría del terreno: FT= 3

Tipo de suelo: II

Áreas urbanas, suburbanas y de bosques, o cualquier terreno con numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas. El tamaño de las construcciones corresponde al de las casas y viviendas.

Factor de exposición: Frz= 0.95

Factor de comportamiento sísmico: Q=3

3.5.3. Análisis de cargas.

Como ya se mencionó se van a analizar las acciones en las trabes de forma individual, haciendo distinción entre las trabes de las orillas y las centrales debido a que la distribución de carga será diferente.

Se hace especial hincapié en la deflexión que puedan presentar las trabes en el inicio debido a que el primer empotramiento queda a unos 40 cm del mismo.

Se probaron varias combinaciones de carga y las que más crítica resultó ser 1.4CM+1.4CV.

Para esta combinación intervienen las siguientes cargas:

- Carga Muerta.

Material	Densidad (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Láminas MDF	708.3333333	0.311873684	220.9105265
Aislante	0.214	24.07	5.15098
Polín	0.55125	1	0.55125
Lámina Galvanizada	7850	1.045296	8205.5736
		Peso Total	8432.186356

Tabla 9. Desglose Carga Muerta.

- Carga Viva.

Siguiendo las normas técnicas para el diseño y la construcción en madera a las cubiertas en este tipo de construcción se les aplicará una Carga Viva igual a 100 kg/m².

Se puede hacer distinción entre las traveses de los extremos y las traveses centrales ya que el diseño hace que no reciban la misma carga.

Traveses en los extremos

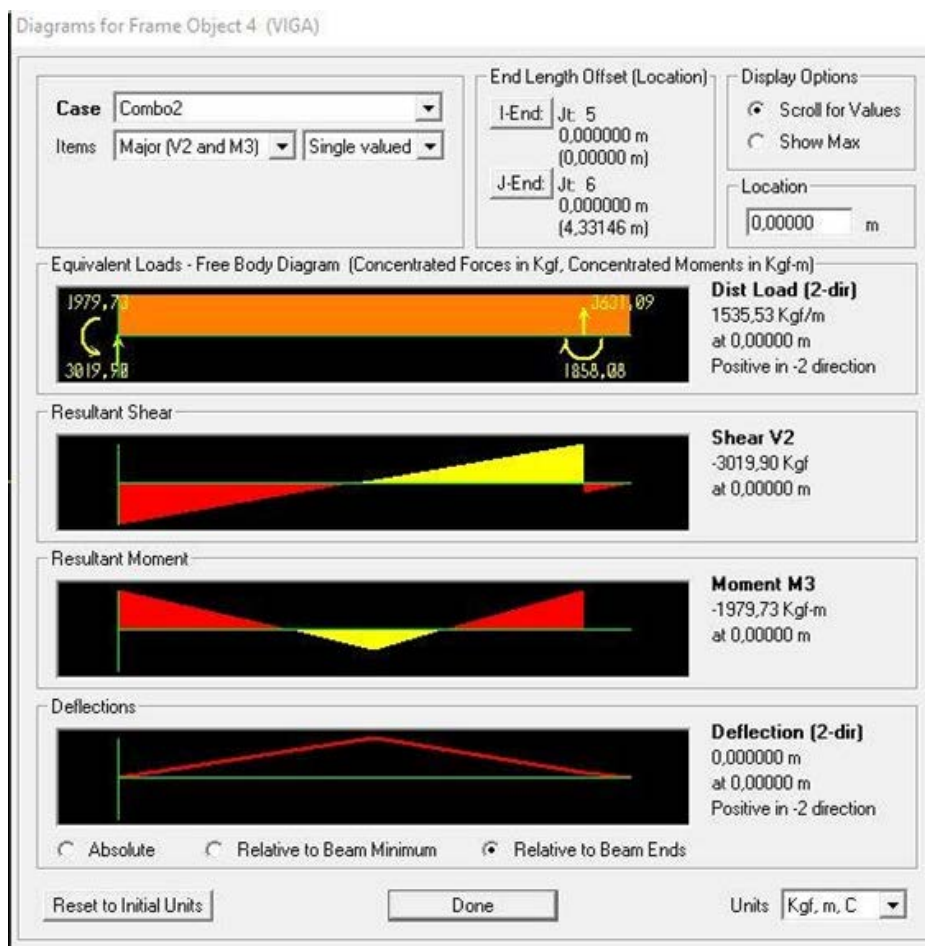


Figura 49. Diagramas.

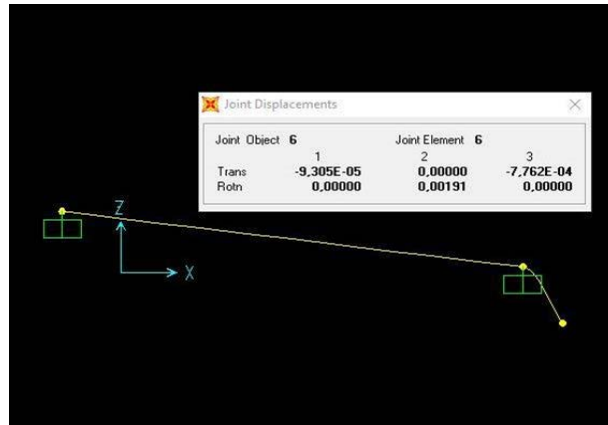


Figura 50.Desplazamiento.

Trabes centrales

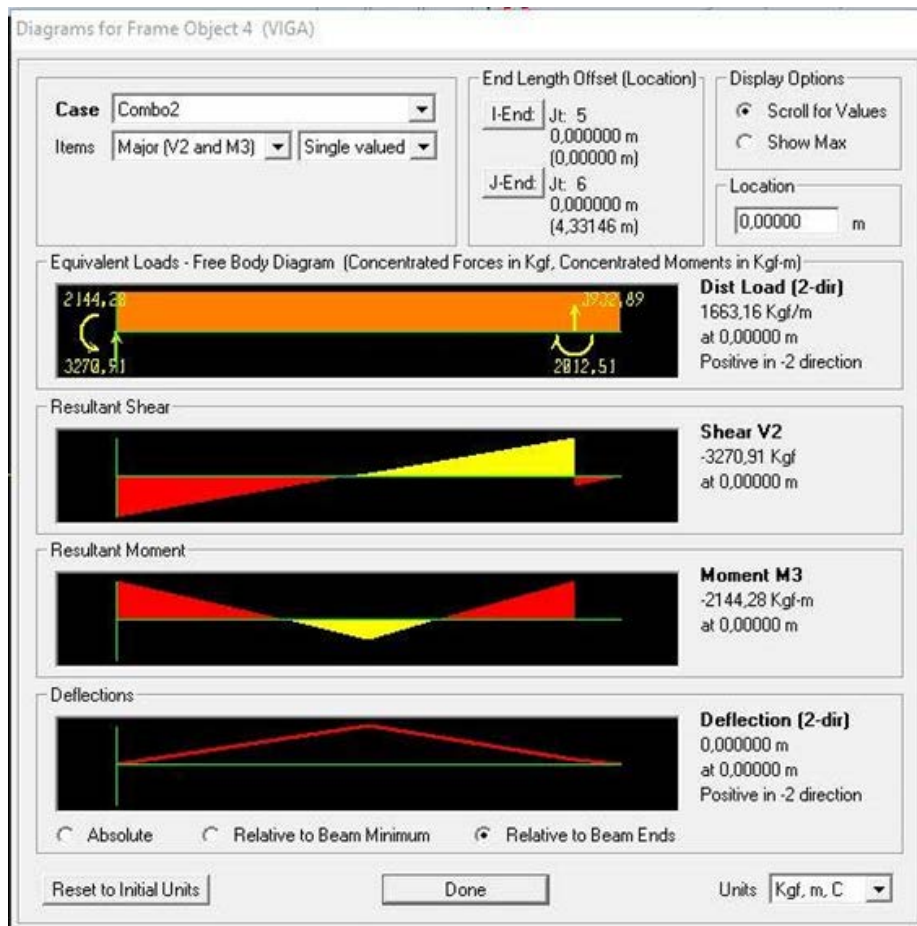


Figura 51. Diagramas

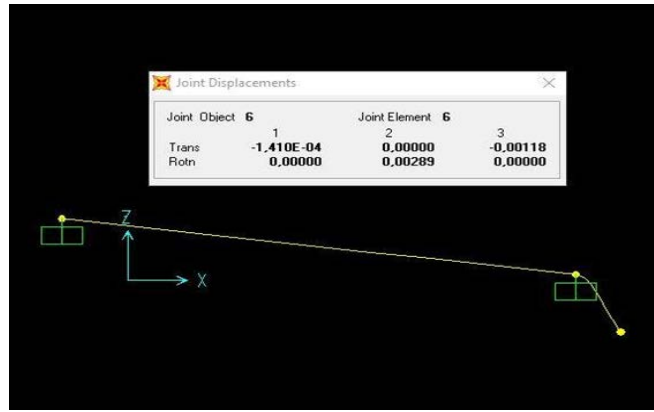


Figura 52. Desplazamiento.

En ambos modelos de trabe vemos que la respuesta a la carga recibida es casi mínima. Se puede apreciar que la zona de inicio de las trabes sin empotramiento será donde se produzca un desplazamiento de aproximadamente 1 mm.

3.6. Presupuesto.

Para una cubierta un módulo de vivienda de dimensiones 6 m x 4 m los costes presupuestados son los siguientes:

Material	Cantidad	Precio Unitario (MXN/unidad)	Precio Total (MXN)
Lámina MDF 1.22mx2.44mx12mm	22	295	6,490
Polines de Pino 3mx0.015mx0.025m	1	150	150
Lámina Galvanizada 72 x 3.05 m. Cal 30	14	159.09	2,227.26
Escuadras en Ángulo de Acero	16	60	960
Ganchos J(tuerca, rondana y empaque plástico)	25	15.5	387.5
Acabado Acrílico Woon 365 (L)	8	197.51	1,580.08
Aislante Térmico 1.20mx25m	1	4,119.62	4,119.62
Sellador de Poliuretano	1	120	120
Total Materiales			16,034.46

Corte MDF	Piezas	Tiempo/pieza(min)	Tiempo Total (min)	Precio (MXN/min)	Precio Total (MXN)
Estructura	12	75	900	5	4,500
Cubierta	10	30	300	5	1,500
Total Corte MDF					6,000

Flete	500 MXN
Coste total	21,574.46 MXN

Figura 53. Tablas desglose de presupuesto.

Uno de los costes más elevados es el Aislante Térmico, nosotros decidimos usarlo por sus propiedades y su vida útil pero si se necesitará reducir coste se podrían estudiar otros tipos de aislamiento más básicos y económicos pero menos eficaces como lonas plásticas o lana de vidrio.

4. RESULTADOS DEL TRABAJO PROFESIONAL.

4.1. Resultados en Impacto social y Profesional.

El impacto social de las construcciones sostenibles va a variar en función tanto de las características del proyecto que se trate como de las características concretas del medio social en el que se ubica. Un mismo tipo de proyecto puede producir un impacto diferente (mayor o menor) según se localice, pudiendo llegar incluso a cambiar la dirección o signo del impacto, es decir que en un lugar puede ser negativo mientras que en otro puede ser positivo.

Pero también puede ocurrir que un mismo tipo de proyecto pueda disminuir dramáticamente el impacto social negativo con cambios en la dimensión, o en el diseño, o en la misma tecnología, o en el “estilo” de relación proyecto-sociedad. Esta diversidad de resultados es lógica puesto que el concepto de impacto viene referido al resultado directo de la interacción entre una acción (incluyendo su fase de proyecto como tal) y un espacio físico o social.

Aún más, literalmente el impacto se podría visualizar como un vector de causa-efecto, pero el resultado final va a depender no solamente de eso, sino también de las relaciones indirectas o inducidas, de las sinergias que se produzcan, de la duración y la distribución del impacto entre otros. Pero, además, y atravesando todas esas variables consideradas, en la evaluación del impacto social (como del impacto ecológico por otra parte) interviene inevitablemente la valoración de su importancia relativa para los analistas y para la sociedad.

En términos más generales, podemos decir que la valoración del impacto ambiental trata de la estimación y la apreciación de la condición de una sociedad que está siendo transformada por las aplicaciones a gran escala de la alta tecnología. Este planteamiento preliminar nos sirve para darnos una idea inicial de la importancia que tiene una buena evaluación del impacto social. Decíamos entonces que se trata de la interrelación entre el

proyecto y el medio en el que se ubica. Pero para su correcta evaluación necesitamos mayor concreción.

La arquitectura genera un gran impacto social en la población y son necesarios buenos ejemplos en cada comunidad local para mostrar a la sociedad los caminos a seguir. En cada cultura en el tiempo surgieron nuevos tipos edificatorios, pero solo algunos se convirtieron en modelos para ser repetidos por la sociedad.

Resultados Positivos

- La incorporación de productos y servicios que permitan salir de la pobreza con una mejor calidad de vida.
- Acceso al círculo virtuoso de oportunidades.
- Innovación tecnológica, investigación y transferencia de conocimientos.
- Atender la infraestructura básica y de servicios.

Resultados Hipotéticos

Con este sistema constructivo se pretende lograr un impacto social positivo ya que atenderemos necesidades básicas para la vivienda, así, logrando un espacio donde puedan tener una vivienda digna y con esto las familias puedan llevar a cabo sus actividades de una forma agradable, así como también una sana convivencia entre ellos.

Otro impacto social que queremos lograr es el trabajo y organización en comunidad ya que pretendemos entregar el material ya listo para que se lleve a cabo la autoconstrucción de sus viviendas y así ellos puedan trabajar en equipo y lograr que cada quien contribuya de forma recíproca para llegar a su cometido.

5. CONCLUSIONES.

CONCLUSIÓN SERGIO

Fue muy enriquecedor haber trabajado este PAP ya que es enfocado a la profesión a la cual nos desempeñamos en un futuro que es la construcción y gracias a este proyecto nos ayudó a conocer más sobre otras alternativas las cuales se puede construir ayudando al medio ambiente y a la economía de lugares de bajos recursos con materiales a la mano, además de conocer los materiales, los estudiamos, probamos y experimentamos con ellos para así conocer sus propiedades y saber en qué poderlas utilizar.

En lo personas nos sensibilizó al ver que hay zonas muy afectadas en el mundo a las cuales no tienen oportunidad de adquirir algún inmueble tradicional como lo conocemos sino que por nuestro trabajo investigamos sobre otros materiales para así darles otra opción más viable para sus condiciones, como lo hicimos con la familia a la cual enfocamos nuestro proyecto que fue acoplarnos a sus necesidades y proponerles una solución viable para ellos.

Esto nos servirá en el futuro para no solo trabajar para nuestro bien sino trabajar para el cliente o a la persona necesitada, además de eso aprendimos a como trabajar en equipo, y sabiendo aprovechar eso podemos llegar a un fruto más enriquecedor ya que compartimos diferentes ideas y así se llega a la mejor.

CONCLUSIÓN BEA

Desde el inicio del proyecto lo que más me motivó fue el hecho de que estuviéramos tratando con un usuario real que podría beneficiarse de nuestro trabajo.

Sin embargo, tratar con éste tuvo sus luces y sus sombras. Nosotros comenzamos el proyecto con algunas ideas sobre cómo debería ser la construcción sin tomar en cuenta que el usuario tenía muy claro cómo quería que fuera su vivienda. Dada esta situación, tuvimos que adaptar nuestras ideas a sus necesidades y requerimientos. Por un lado estos cambios hicieron que nos retrasáramos con el proyecto y, que en cierta forma, no lográramos los objetivos que en un principio pensábamos alcanzar. Por otra parte, aprendimos la importancia que tiene la participación del usuario desde el principio.

Ha sido enriquecedor poder trabajar con compañeros de otras áreas ya que me han enseñado a ver los sistemas de construcción desde otra perspectiva y a interesarme en campos que mi carrera, Ingeniería civil, no aborda.

La utilización de la madera en este proyecto me ha resultado muy interesante. Hasta ahora no había tratado sistemas constructivos con este material y me ha sorprendido mucho las múltiples ventajas de carácter estructural y beneficios que aporta a la construcción. Lo que quizás más interés ha despertado en mí son las conexiones y ensamblajes, principalmente aquellas que no requieren elementos externos como clavos y tornillos.

A demás, este proyecto me ha ayudado a acercarme a una realidad social desconocida para mí, comprendiendo que es importante abordarla siempre que tengamos la oportunidad. Sin duda el trabajo realizado este semestre ha tenido un gran impacto en mi vida por todo lo mencionado anteriormente y creo que ha sido muy enriquecedor tanto desde el punto de vista de los conocimientos adquiridos, como de conocer la importancia del trabajo en equipo bien organizado desde el principio.

CONCLUSIÓN ALE NIÑO

Tras cursar este proyecto de aplicación profesional enfocado a la construcción con materiales alternativos me ayudó a abrir el panorama desde muchos contextos.

Primero, es muy interesante el aprender técnicas de construcción diferentes a las que ya tenemos y saber como materiales comunes y otros no tanto pueden ayudarnos a construir nuestro hogar u otros espacios.

En este caso nuestro proyecto se trato de la construcción con madera y gracias a eso pude darme cuenta de la cantidad de formas que se puede construir con madera y las ventajas que se tiene construyendo con ella, ya sea ambiental, económico y social.

Segundo, creo que es muy interesante el trabajar en proyectos reales donde el usuario es alguien que sale beneficiado del resultado ya que así la motivación es mayor para nosotros por el simple hecho de ayudar a alguien y que ellos nos ayuden a nosotros dejándonos entrar a sus hogares y en sus vidas, creo que es algo del cual agradecer.

Este proyecto creo que me dejó con un trabajo muy completo ya que se trabajo en equipo y creo que lo supimos resolver de una manera muy organizada y eficiente, también es muy

placentero el hacer trabajos que involucran contextos sociales donde tenemos visitas de campo y eso nos ayuda a darnos cuenta de cómo vivimos y que podemos hacer para ayudarnos entre nosotros mismos, y por último, el enriquecerte con el conocimiento técnico de la autoconstrucción con materiales alternativos ya que creo que eso te ayuda para el resto de tu vida como un conocimiento muy útil en tu día a día.

CONCLUSIÓN FER GUADARRAMA

Este proyecto desarrolló habilidades creativas y de diseño, que fueran aptas para un nivel socioeconómico al que no estamos acostumbrados a trabajar. Por lo que fue una investigación y una gran lluvia de ideas para lograr elegir desde los materiales, como para poder seleccionar la manera de armado y el diseño de las piezas para ensamble. Por otra parte, el aterrizar las ideas de tal manera en que nos ajustemos a pocos recursos, tanto económicos como socioculturales, nos delimitaron mucho el campo de acción para lograr realizar un producto con las características necesarias para que cualquier persona estuviera al alcance de realizar su ensamble y su terminado, sin nociones específicas de lo que es la construcción ni otra disciplina específica.

El desarrollo de este proyecto, generó que pusiera a prueba mis habilidades de planeación de proyectos, tanto en tiempo como en diseño del producto final y cada una de las piezas separadas que contiene el mismo. Es un conjunto de saberes profesionales aplicados, así como el mismo trabajo en equipo el que logró realizarse de manera efectiva para realizar pruebas y desarrollos sustentables.

En este proyecto aprendí sobre un sistema constructivo totalmente nuevo. Nunca había trabajado con madera antes y fue muy interesante estar involucrada en el proceso y llevar a cabo este proyecto. De igual manera, fue muy significativo para mí la investigación realizada sobre ensambles de madera desde puntos de vista internacionales. El tener que buscar información en distintos idiomas fue muy provechoso para mi desarrollo profesional.

Hoy en día la calidad de vida de las personas de bajos recursos como son la familia con la que trabajamos en este proyecto, no es muy buena debido a que las personas luchan por sobrevivir y alimentarse. Ya que como lo vimos esta familia lucha por tener un terreno, el padre cuida al hijo y la mamá es la que se desgasta trabajando para llevar comida a la mesa.

Las habilidades de desarrollo y administración de proyectos que ejercí en este proyecto, fueron las necesarias para sacar los resultados obtenidos. Por mi parte si me siento capaz de liderar un proyecto ya que me considero una persona bastante organizada y que mide los tiempos de las actividades a realizar de una manera muy crítica y organizada. Así como la toma de decisiones fue un factor importante para mí ya que hubo muchas variables que no se consideraron y fueron saliendo en el camino del desarrollo y se tuvo que decidir de manera objetiva y favorable considerando el producto final y el impacto al mercado socio-económico al que nos dirigimos.

Tanto los conocimientos aplicados, como los servicios profesionales que se invirtieron en este proyecto son transferibles a otras situaciones, porque son conocimientos que las personas que brindamos estos servicios no son desconocidos. Me refiero a que son conocimientos y actividades a realizar que se pueden hacer en cualquier momento y en cualquier situación. Y más que nada porque es para un bien de las personas que poseen escasos recursos y son personas humildes que necesitan ayuda u opciones para tener una mejor calidad de vida, ya que como lo mencioné antes, esta clase socio-económica de familias, luchan por sobrevivir y alimentarse.

Considero que el haber llevado este proyecto de aplicación profesional, me dio la oportunidad de ampliar mi capacidad de desarrollo y concretar ideas a un proyecto que va a un usuario específico, donde me vi obligada a pensar en los recursos del mismo y comprender realidades con las que no había trabajado anteriormente.

Desde un principio definir el material, el método de trabajo, el valor agregado que se le iba a dar a las familias con nuestro producto y que fuera montable y desmontable para una sola persona sin ninguna clase de educación de construcción o albañilería. Estos fueron los puntos primordiales que tuve inferencia para decidir en nuestro proyecto, para que tuviera cabida en el presupuesto o en los alcances de las familias de bajos recursos.

La visión que tengo ahora del mundo y de la sociedad, no cambió mucho ya que es conocido que la población en México está muy marcada en cuanto a clases sociales y su estado socioeconómico y cultural. Ahora que, al momento de conocer y adentrarme en el cerro del cuatro, pude ver lo que es, que la gente tenga esa clase de viviendas y de bienes que les ayudan a vivir mientras obtienen recursos para mejorar su vivienda de lámina o de asbesto. Es una situación muy lamentable en la que viven estas familias de bajos recursos y el objetivo principal de este proyecto es brindarles la ayuda necesaria para que puedan tener un lugar digno donde vivir.

6. BIBLIOGRAFÍA.

WikiHouse Foundation. (2017). Obtenido de <https://wikihouse.cc/>

Norma Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el D. F. “Diseño y Construcción de Estructuras de Madera”. Octubre 2004.

Reglamento Orgánico del Municipio de Guadalajara, apartado sexto, Título Decimotercero de la Seguridad Estructural de las Construcciones.

Reglamento de Construcciones para la Ciudad de México.

Manuales de Diseño de Obras Civiles, Comisión Federal de Electricidad.