

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente



Apuesta estratégica :

Vías alternas para la Autoconstrucción Sustentable.

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (P A P)

Programa de Edificación y Vivienda

ARMADURA PARAMÉTRICA PARA SOLUCIONES INTEGRALES EN CONTEXTOS RURALES.

1K02 - TECNOLOGÍA APROPIADA PARA LA GENERACIÓN DE SISTEMAS
CONSTRUCTIVOS

Presentan los alumnos:

Lic. en Arquitectura. Diego Emilio Gallardo González

Lic en Arquitectura. Enrique Mejía Succar

Lic. en Ingeniería Civil. Ricardo Menchaca Robles

Lic. en Arquitectura. Sofía Isaac Ledesma

Lic. en Arquitectura. Daniel Schöndube González Luna

ASESORES:

Profesor PAP: Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Asesor PAP: Mt. Melissa Selene Carrillo Rubio

ÍNDICE

-REPORTE PAP. <i>Presentación Institucional</i>	
-Resumen.....	
-1. Introducción.	
1.1. Objetivos.....	
1.2. Justificación.....	
1.3 Antecedentes.....	
1.4. Contexto.....	
-2. Desarrollo.....	
2.1. Sustento teórico y metodológico.....	
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto.....	
-3. Resultados del trabajo profesional	
-4. Reflexiones de los representantes	
-5. Conclusiones.	
-6. Bibliografía.	
-Anexos (en caso de ser necesarios)	

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

La investigación realizada como trasfondo de lo que aquí se presenta, tiene como finalidad reivindicar a la madera como un material constructivo pertinente para la edificación. Situación que en México se ha visto limitada por diferentes factores como lo son la sobredimensión de los elementos en reglamentos, la casi inexistente regulación del material y el paradigma de su deficiente seguridad y durabilidad comparada con otros materiales como lo son el acero y el concreto. Los beneficios de este material trascienden sus limitantes, siendo un material sustentable, la madera podría reducir en mayor o menor medida el abuso de materiales contaminantes en la construcción, además México cuenta con un gran abasto de maderas de primera calidad y rápido crecimiento.

El primer acercamiento consiste en generar un nuevo mecanismo de construcción entre el usuario y su vivienda; se enfocó en darle solución a un elemento estructural que además de estético, funcione adecuadamente como *entrepiso* y tenga el potencial de ser un producto fácilmente transportable y autoconstruible.

Esta investigación plantea las bases para desarrollar un sistema paramétrico en cubiertas y entrepisos de madera, el alcance de nuestras pruebas de laboratorio a la madera y su resistencia, el cálculo efectuado y el diseño conllevan a una relación global para continuar con la misión.

1. Introducción

El equipo de Armaduras en Madera del PAP Tecnología Apropriada para la Generación de Sistemas Constructivos pretende exhibir y reivindicar a la madera como un material constructivo pertinente para la edificación. Situación que en México se ha visto limitada por diferentes factores como lo son la sobredimensión de los elementos en reglamentos, la casi inexistente regulación del material y el paradigma de su deficiente seguridad y durabilidad comparada con otros materiales como lo son el acero y el concreto.

Se busca generar una base de conocimiento técnico de una especie de madera disponible en la ciudad de Guadalajara para poder diseñar una armadura que demuestre que es posible construir estructuras más competentes de lo que se piensa con el material. Presentando una opción para optar por la madera como material alternativo.

El ejercicio es tanto teórico como práctico, ya que el diseño de la armadura se pondrá a prueba en un proyecto de vivienda en la localidad de San Andrés Cohamiata. Lo que permitirá entender más a fondo las posibilidades del diseño y de situar a Guadalajara como un centro de manufactura y distribución para diferentes frentes.

1.1. Objetivos

El objetivo principal es demostrar que la madera es un material conveniente para la construcción al manufacturar y distribuir logísticamente desde la ciudad Guadalajara.

Los objetivos particulares que permitirán lograr el objetivo principal son:

- Generación de información técnica sobre una especie de madera en específico.
- Diseñar una armadura que soporte un entrepiso. Con sus respectivos planos y su memoria de cálculo.
- Comparar los resultados del diseño con el resultado que arrojaría una armadura que atiende el Reglamento de Construcción de la Ciudad de México.
- Demostrar su aplicación en un proyecto para una vivienda en la localidad de San Andrés Cohamiata.
- Valoración de las características de transporte, economía, funcionalidad y seguridad.
- Construcción de un modelo físico.

[Es la declaración concisa y breve de aquello que busca resolver el proyecto y qué estrategia o pasos se llevaron a cabo para ese fin práctico.]

1.2. Justificación

La madera es un materia que en México ha tenido pocas posibilidades dentro de la construcción de nuevas viviendas, tanto en zonas urbanas como rurales. Es un material no considerado y casi despreciado estructuralmente por los constructores, siempre desplazado en el mercado por otros materiales convencionales como el acero y el concreto. Pero que al mismo tiempo nuestro país y nuestra región en específico cuenta con la materia y la suficiente distribución para abrir una oportunidad de comenzar a ser utilizado.

La nula estandarización del material ha generado un acercamiento técnico muy cauteloso, reflejado en los reglamentos de construcción competentes. Con esto en mente se cree muy importante empezar por producir un conocimiento específico de especies disponibles y que cuentan con respaldo de calidad. Con la finalidad de poder explorar las posibilidades constructivas reales de la madera.

El desarrollo de una armadura en madera pretende solucionar los sistemas de cubiertas y entresijos que en muchos casos de vivienda de autoconstrucción es un sistema no completamente solucionado ya que no cumplen con requisitos de comodidad, seguridad y durabilidad. El uso de la madera funciona para reducir la huella de carbono que se genera al construir con concreto y acero. Desde el 2003, el reglamento de construcción del municipio de Zapopan permite construir estructuras con marcos contraventeados de hasta 13 metros de altura. Como la madera se obtiene de una planta y esta se alimenta de la luz solar y absorbe el CO₂ que hay en el aire durante su crecimiento, generando que se disminuya el calentamiento global que está sucediendo en el planeta.

Considerando que la ciudad de Guadalajara es una metrópoli de donde surgen diferentes frentes de apoyo a la construcción de vivienda social y que a la vez se cuenta con el material y herramientas adecuadas para su manufactura. Es necesario entender a Guadalajara como un centro de producción y distribución de elementos constructivos en madera a diferentes localidades dentro del estado. Donde se puedan tomar los elementos y construir la armadura con considerable sencillez.

Todo esto con la finalidad de mostrar a la madera como un material pertinente a ser utilizado en la construcción. Aprovechando las condiciones de la ciudad para producir y distribuir elementos prefabricados en este material.

[Es la argumentación de por qué es social y/o disciplinariamente importante el desarrollo de este proyecto y cuáles son los beneficios esperados]

1.3 Antecedentes

El hombre y la tecnología han progresado a lo largo de su existencia de forma paralela. La necesidad de sobrevivencia y dominio le permitió descubrir los materiales que la naturaleza ofrecía. El uso de la madera además de facilitar armas para la guerra y la caza, sirvió para construir sus primeras cabañas o como puertas para la entrada de sus cavernas y sobretodo para mantener el fuego. En el año 1773 se escribió el primer tratado dedicado a temas forestales, escrito por Duhamel du Monceau. Dicho tratado habla sobre el cuidado y aprovechamiento de los montes y bosques, corta, poda, beneficio y uso de sus maderas. Existen estudios y experimentos sobre la calidad de madera y su relación con el suelo donde creció, puede considerarse como el primer tratado sobre el conocimiento de las principales maderas en construcción naval y civil, con las consideraciones oportunas sobre la influencia del medio, y los tratamientos selvícolas sobre la calidad de las maderas.

Esta extensa obra versa sus conocimientos sobre una amplia base experimental, en ocasiones de mucho ingenio.

“Este material, que a su nivel más básico es una colección de células tubulares, es portador de la historia de nuestros inventos, de nuestros edificios, de nuestra cultura y de nuestros alimentos. Ningún otro material ha entrado de tantos modos en nuestras vidas como la madera. Por su exposición de piezas singulares, este instructivo es un compañero ideal para arquitectos, especialistas compradores, estudiantes y cualquiera que se interese por el

producto y cómo se emplea en el diseño moderno. Este producto explora e ilustra los usos y pasos a instalar, una armadura prefabricada introduciendo nuevos métodos de procesamiento, haciendo de la madera un producto de futuro.” Menciona el autor y diseñador Chris Lefteri¹

La madera que fue un material tradicionalmente empleado en la construcción con funciones resistentes se ve desplazada en este campo en los comienzos del siglo actual; primero por el acero y posteriormente por el concreto, materiales hechos por el hombre y que además pueden ser intervenidos en su proceso de fabricación para aumentar sus características de resistencia; con el desarrollo tecnológico de estos materiales existe un cierto abandono en el estudio de la madera, y la desaparición de este material en los años treinta. Es con la aparición de las construcciones de madera laminada, de los tableros contrachapados, de partículas y de fibras, etc., -productos todos ellos, derivados de la madera y sobre los que el hombre media en su fabricación y control; y con el desarrollo de las técnicas de protección contra el riesgo de los "ataques de insectos y hongos, junto con el "descubrimiento" de su buen comportamiento frente al fuego mucho mejor, por ejemplo, que el de las construcciones metálicas-, cuando la madera recupera con paso lento pero seguro un campo de aplicación propio de sus características. Así en Estados Unidos, Canadá, países del norte de Europa, etc. la madera extiende rápidamente su uso en el campo de la vivienda unifamiliar y como material protagonista de proyectos.

En Jalisco existen programas para mejorar la vivienda en zonas marginadas, uno de estos es tu techo, una organización laica y sin fines de lucro, en el cual desarrollan alternativas de vivienda digna; una de las problemáticas que se presentó fue la resolución de las losas en estas viviendas. Para este proyecto nos situamos en una comunidad Wixarika en la sierra madre occidental, llamada “San Andrés Cohamiata”, en esta comunidad existe una cultura de autoconstrucción, principalmente llevada a cabo por mujeres, que intentan lograr desarrollar sistemas seguros, prácticos y eficientes. Los bajos recursos, el clima extremo y su mala comunicación con centros urbanos son factores que se suman para hacer más complicada la vida en San Andrés.

En la sierra existe la posibilidad de utilizar madera por el bosque de pino que rodea a San Andrés. Pero su aprovechamiento actualmente es nulo.

1

Nuestro proyecto atiende a esta problemática, comenzamos a analizar las viviendas en san andrés y llegamos a la conclusión que las losas no estaban resueltas, a partir de esto la idea de hacer una armadura surgió. Pensamos en un elemento estructural que pudiera resolver las losas y que fuera fácil de construir y además que fuera un producto que se pudiera replicar en diferentes casos y contextos.

1.4. Contexto

[Es la descripción de las circunstancias y del entorno en el que se desarrolla el proyecto (datos sociodemográficos, económicos, ambientales, políticos u otros elementos) que ayuden a comprender la situación o el problema que el proyecto resuelve]

Guadalajara es el centro demográfico del Bajío. La ciudad tiene un papel importante en la producción y distribución de materiales y bienes. Cuenta con locales de distribución de madera nacional y con talleres capaces de manufactura de alta calidad y capacidad.

Asimismo la ciudad es sede de diferentes asociaciones de apoyo a la construcción de vivienda social. De donde se parte a diferentes comunidades marginadas del estado y fuera del mismo para la edificación de casas. Un ejemplo de esto es el apoyo que recibe la población de San Andrés Cohamiata en el límite de Jalisco y Nayarit. Las brigadas de apoyo parten con las herramientas y material de Guadalajara cursando un viaje de 16 horas (aproximadamente) por carretera y terracería para llegar a San Andrés. Pick ups y vans son los automóviles capaces de llegar.

Uno de los problemas principales de las viviendas en San Andrés y muchas otras comunidades similares son la solución de cubiertas y entrepisos. Ya que los materiales empleados muchas veces de mala calidad y las técnicas no logradas totalmente, dan como resultado cubiertas poco durables, inseguras y con pobres niveles de comodidad. La estructura se mostrará en el proyecto de aplicación profesional y esta misma estructura se utilizará para una vivienda del lugar con los funciones que desempeña esa familia.

Las características que otorga la ciudad de Guadalajara en cuanto a: producción y logística, así como las deficiencias de la vivienda. Son considerados para lograr diseñar una armadura en conciencia de estos datos y sus capacidades

2. Desarrollo

El primer paso en el desarrollo del proyecto fue el planteamiento de la problemática. Donde se entendió que la madera era un material alternativo con un alto potencial en la construcción renovable. Pero que él mismo material se ha visto relegado en el medio constructivo. Así mismo que al desarrollar una armadura de madera con la capacidad de atender a ciertos problemas de la vivienda en zonas marginadas que muchas veces no tienen resueltas de manera adecuada sus cubiertas y/o entrepiso. Al igual que probar a la madera como un material viable.

Se continuó buscando un proveedor dentro de la zona de Guadalajara con el que se pudiera obtener constantemente material nacional del mismo origen. Con la finalidad de poder realizar pruebas y obtener las propiedades mecánicas del material, para su diseño estructural y comparativa con los valores mecánicos en reglamentos de construcción.

Después se identificó que una armadura pratt plana era el modelo más acorde al proyecto que toma las siguientes consideraciones:

- Armadura que soporte un entrepiso con un claro de 5m y una separación de 2.5m entre armadura. Entendiendo que al solucionar un entrepiso se sentarán bases holgadas para solucionar una azotea.
- Transportable a localidades distantes y de difícil acceso dentro del estado y en estados vecinos.
- Armable en la localidad con herramientas sencillas y con poco apoyo técnico.

“Tres malentendidos muy comunes se deben aclarar a este respecto: que la forma depende del material, de la construcción y de la función. En realidad, entre material, construcción y función por una parte y forma por la otra existen relaciones variables y a menudo ambiguas.”

Vittorio M. Lampugnani, 1986.²

² Bernhard E, Bürdek. (2007). DISEÑO (Historia, teoría y práctica del diseño industrial). Barcelona: Gustavo Gili. Dávalos, E, (2018, agosto 23)

(Ejemplo gráfico de la portada integrada en nuestro manual de construcción)

Prueba de Laboratorio I

Introducción:

Se hicieron ensayos a tensión y a compresión de la madera para tener unos datos más cercanos a la realidad porque en las Normas Técnicas Complementarias de la Ciudad de México tienen resistencias muy castigadas a la madera.

Descripción:

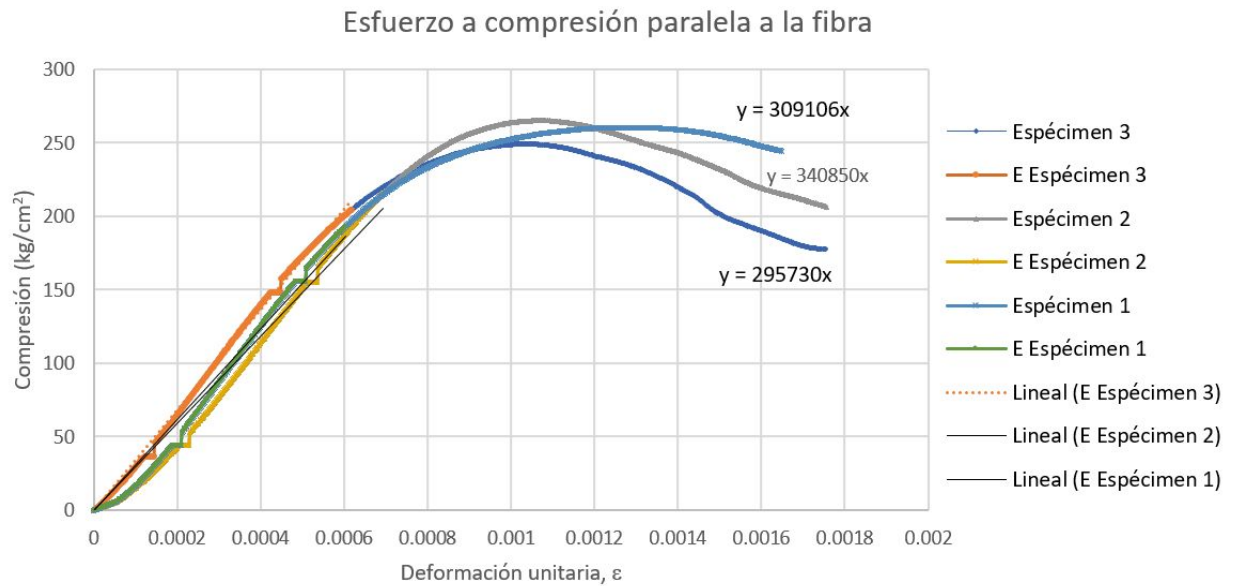
- Compresión paralela a la fibra:
 - Las probetas fueron de 2" x 2" en su sección transversal.
 - Su longitud eran de 20 cm.
 - Se ensayaron 3 probetas.
- Tensión paralela a la fibra:
 - Las probetas fueron de 3/4" x 3/4" en su sección transversal.
 - Su longitud eran de 25 cm.
 - Se ensayaron 4 probetas pero 2 de estas tenían un ojo y redujo la resistencia drásticamente; sólo se mostrarán resultado de dos probetas.

Alcances y objetivos:

Conocer el módulo elástico, resistencia a la compresión y tensión paralela a la fibra de la madera de FICAMEX para poder generar un diseño más óptimo y menos castigado por las NTC.

Resultados:

- Compresión



Gráfica 1: Ensayos a compresión de la madera

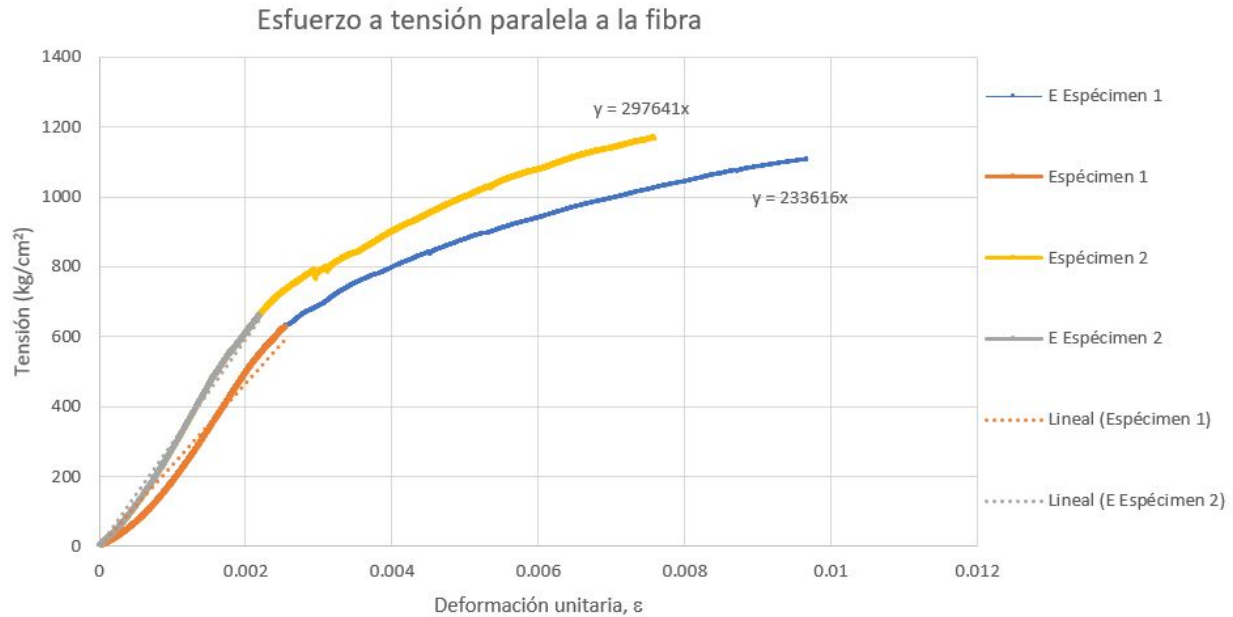
Espécimen 1		Espécimen 2		Espécimen 3	
σ_{prop} =	205.175982 kg/cm ²	σ_{prop} =	215.93179 kg/cm ²	σ_{prop} =	204.675548 kg/cm ²
σ_{max} =	260.560021 kg/cm ²	σ_{max} =	265.118665 kg/cm ²	σ_{max} =	249.120469 kg/cm ²
E =	310827 kg/cm ²	E =	295730 kg/cm ²	E =	340850 kg/cm ²

Tabla 1: Resultados de ensayos a compresión.

σ_{prop} =	208.59444 kg/cm ²
σ_{max} =	258.266385 kg/cm ²
E =	315802.333 kg/cm ²

Tabla 2: Promedio de resistencias y módulos elásticos de las 3 probetas a compresión.

- Tensión



Gráfica 2: Ensayos a tensión de la madera

Espécimen 1			Espécimen 2		
$\sigma_{prop} =$	628.625044	kg/cm ²	$\sigma_{prop} =$	661.079353	kg/cm ²
$\sigma_{max} =$	1105.34069	kg/cm ²	$\sigma_{max} =$	1169.49387	kg/cm ²
E =	233616	kg/cm ²	E =	297641	kg/cm ²

Tabla 3: Resultados de ensayos a tensión.

$\sigma_{prop} =$	644.852199	kg/cm ²
$\sigma_{max} =$	1137.41728	kg/cm ²
E =	265628.5	kg/cm ²

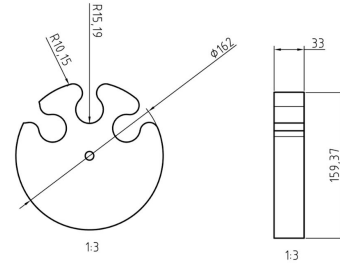
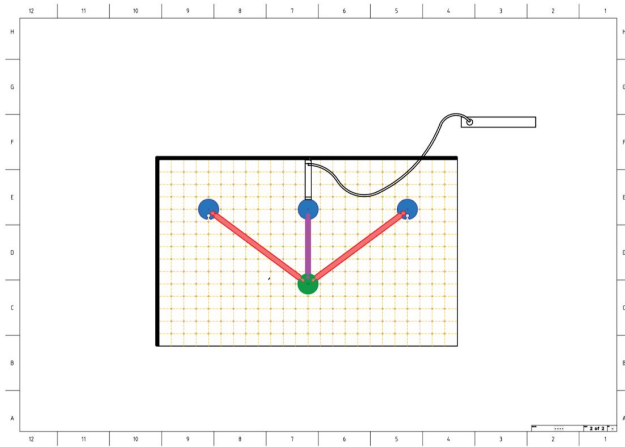
Tabla 4: Promedio de resistencias y módulos elásticos de las 3 probetas a tensión.

Para el diseño de la armadura y las conexiones de madera se utilizaron los resultados que obtuvimos del ensayo a tensión y compresión de las probetas..

Prueba de Laboratorio II

Introducción:

Se diseñó un experimento para poner a prueba la resistencia de los elementos más críticos de la armadura según el previo cálculo estructural. Dichos elementos, por su geometría y trabajo son los discos conectores. Debido a su innovador diseño desconocemos la verdadera resistencia de su cuerpo.



Descripción:

Se producirán a escala real las piezas expuestas en la imagen adjunta, dichas piezas están adaptadas para sujetarse estratégicamente a una mesa de experimentos. La carga se aplicará con un gato hidráulico que tiene un área del cilindro interior de 5.147 in^2 (pulgadas cuadradas). Se hicieron 3 piezas: la primera fue normal, la segunda se le colocó un tornillo para presforzarla y la última era contrachapada; para conocer mejor el comportamiento que iba a tener cada pieza y su modo de falla.

Alcance y Objetivos:

Con esta prueba pretendemos saber la resistencia de la conexión utilizada para poder tener un mejor diseño de todos los elementos. Comparar los resultados que da el staad con la fuerza a la que falla la pieza en cada prueba.

Datos Importantes:

Se utilizó una densidad de la madera de 700 kg/m^3 . En la matlab solo se analizó la armadura de en medio porque era la que tenía mayor ancho tributario en carga y sería la más crítica en el diseño de todas las armaduras.

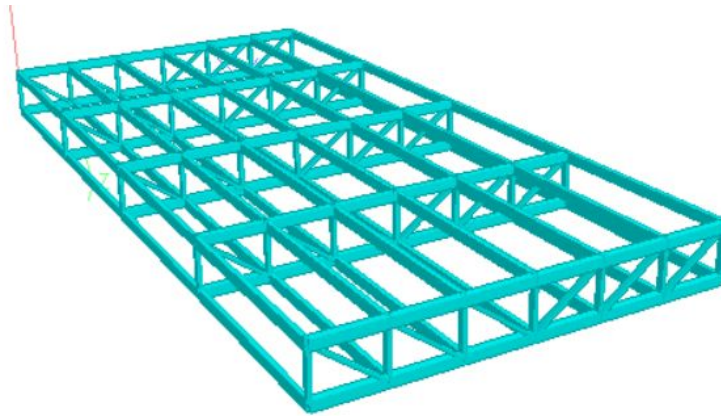


Ilustración 1: modelo de 5 armaduras para la casa

La conexión que se revisó fue la central ya que es la que tiene menor área y esto puede generar una concentración de esfuerzos aunque sea la conexión con menor carga en las barras.

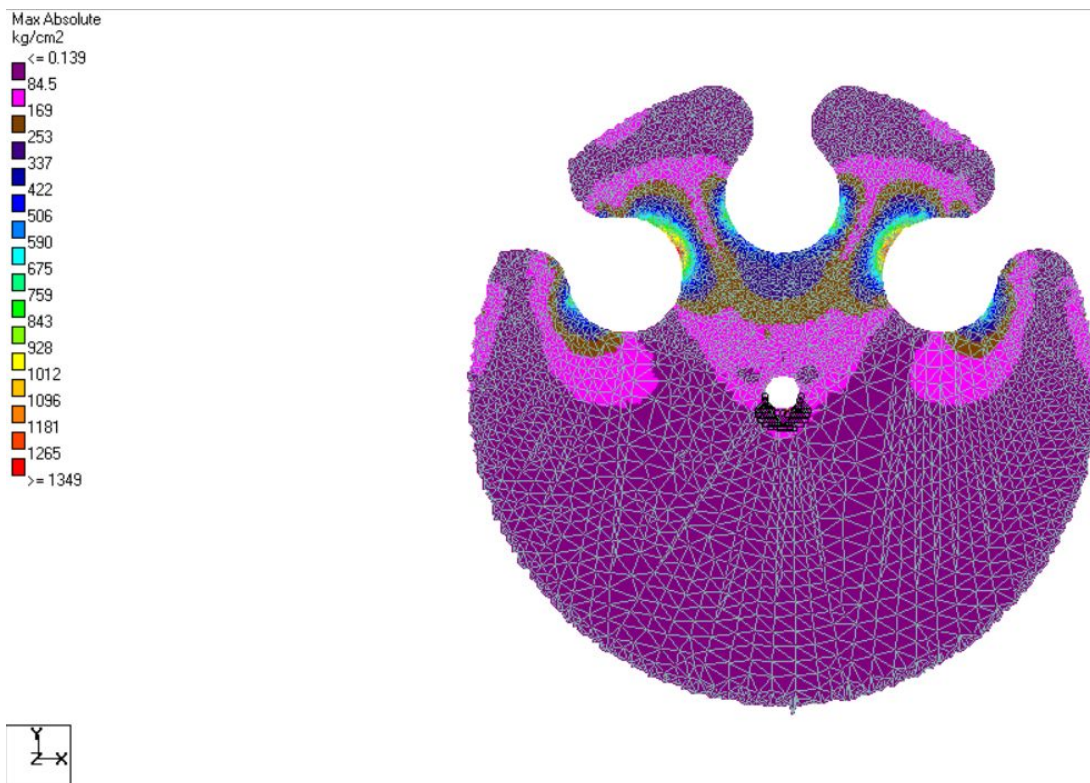


Ilustración 2: modelo de la conexión central con distribución de esfuerzos aplicando la carga, de la prueba de la pieza 3, que tiene cada barra.

La carga que debe de resistir la conexión es de dos barras a tensión de 798 kg y la barra a compresión de 940 kg.

La conexión más crítica en carga es la conexión donde se encuentra la barra 3 y 5. La barra 3 tiene una fuerza de tensión de 3990 kg y la barra 5 una fuerza de compresión de 2366 kg.

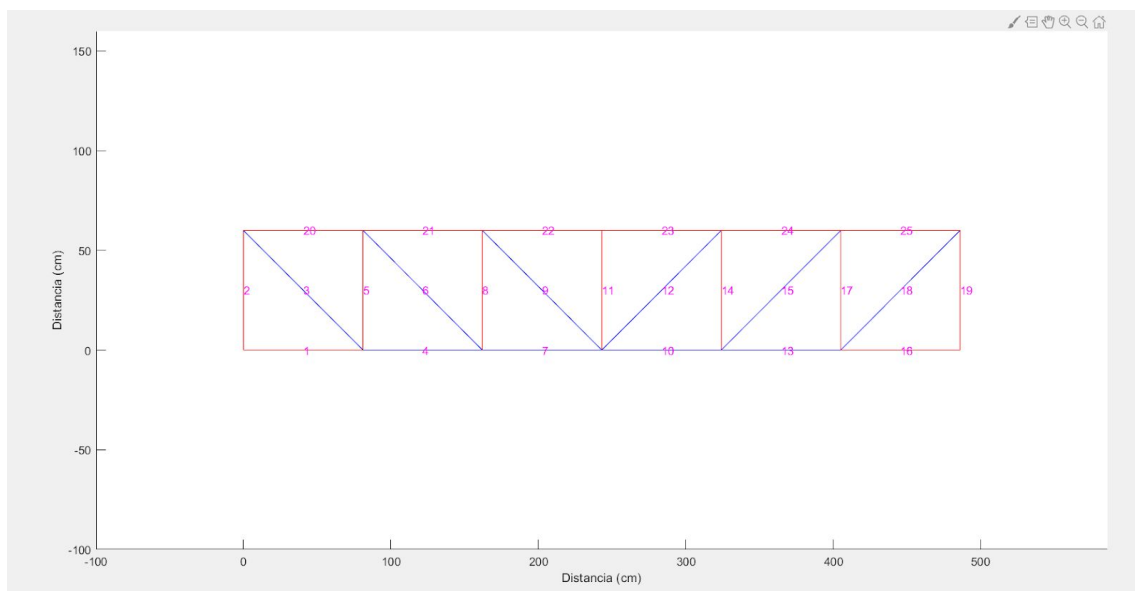


Ilustración 3: modelo de la armadura central con barras numeradas.

Resultados:

- La primer pieza falló con una presión de 500 psi, la segunda pieza (presforzada) fue de 700 psi y la última pieza fue de 1100 psi.

Pieza	p (psi)	A (in ²)	F (lb)	F (kg)
1 (Normal)	500	5.147	2573.5	1167.32
2 (Presforzada)	700	5.147	3602.9	1634.25
3 Contrachapada)	1100	5.147	5661.7	2568.1

Tabla 5: Fuerza aplicada a cada experimento.

- La manufactura de la pieza es precisa y no tiene ningún problema al ensamblarse.

- Como era esperado, el punto de quiebre se originó en el disco central al sobrepasar la carga que resistía. En la siguiente tabla se presenta las cargas a tensión y compresión de cada prueba.

Pieza	F (kg)	Compresión (kg)	Tensión (kg)
1 (Normal)	1167.32	1167.32	980.57
2 (Presforzada)	1634.25	1634.25	1372.79
3 Contrachapada)	2568.1	2568.1	2157.24

Tabla 6: Compresión y tensión que cada barra que le generaba a la pieza.

- Los pernos de $\frac{1}{4}$ " parecieron ser adecuados para la armadura.
- La armadura presentó una deformación de 2.28 cm antes de su falla
- La falla del disco central se produjo por la tensión resultante de los elementos diagonales, podemos observar por la manera en la que falló, que tenemos una problemática con la orientación de la veta de la madera.

Conclusiones y Soluciones:

La suposición es que falló la conexión porque tenía un esfuerzo mayor al que resiste la madera; para la conexión del extremo se necesita un espesor de 3" y contrachapado porque se tiene una mayor carga. La mejor respuesta al comportamiento de la conexión es la contrachapada ya que la falla deja de seguir la veta que tiene la madera porque son 3 piezas que tienen diferente posición la veta.

Posteriormente se dibujó la adecuación de la armadura en el proyecto de TuTecho Casa Otila, en el poblado de San Andrés Cohamiata. Con el objetivo de demostrar las soluciones de entepiso, para esta vivienda que les permita tener un cuarto extra o un granero. Con la finalidad de probar el alcance de la armadura como un elemento pertinente para su uso en situaciones similares dentro y fuera del estado.

Se continuó con la elaboración de un modelo 1:1. Con el que finalmente se pudiera probar el transporte, la construcción de forma rápida y sencilla. El transporte desde la compra del

material, al taller de manufactura y al sitio de montaje (ITESO) se realizó en un pick up Hilux. Por otro lado su ensamble se realizó con martillo de goma y dos pericas como herramientas en un tiempo de una hora (tiempo de construcción realizado por cuatro personas de edad adulta).

Finalmente el modelo fue expuesto y probado a los ojos de la sociedad estudiantil el día *Miércoles 15 de Mayo de 2019 a las 10:00 hrs*, en las instalaciones del ITESO, edificio Q.







(Fotografías tomadas por la estudiante Inés Plasencia el día Miércoles 15 de Mayo de 2019)

2.1. Sustento teórico y metodológico

[Se describe el conjunto de nociones o conceptos disciplinares que ayudan a visibilizar, comprender y resolver la problemática que el proyecto aborda. Por su parte, en los “referentes metodológicos” se describe brevemente la(s) lógica(s) disciplinar(es) de los pasos prácticos (descritos en el punto 2.2.) que se siguen para resolver la problemática que el proyecto aborda. Las fuentes bibliográficas deben referirse con el estilo APA].

Se tuvo que analizar el contexto en donde se ubica la construcción para poder dar una buena solución a este.

Ya que la construcción se encuentra en San Andrés Cohamiata, Jalisco; se utilizó el Reglamento de Construcción de Guadalajara para obtener las cargas vivas de entrepiso. La carga viva a utilizar fue de habitación: 190 kg/m^2 .

TABLA DE CARGAS VIVAS UNITARIAS, EN kg./m^2		
<i>Destino de piso o cubierta</i>	<i>w_m</i>	<i>Observaciones</i>
a) Habitación (casa/habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	190	(1)
b) Oficinas, despachos y laboratorios	250	(2)
c) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	400	(3) (4)
d) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales incluyendo salones de baile y gimnasios	480	(5)
e) Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, restaurantes, áreas de lectura en bibliotecas, aulas, salas de juego y similares)	350	(5)
f) Comercio, fábricas, talleres, bodegas y áreas de almacenaje	w_m	(6)
g) Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5 %	100	(4) (7)
h) Cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5 %	40	(4) (7) (8)
i) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	300	
j) Garajes y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	250	(9)

Tabla: Cargas Vivas Unitarias. Fuente: Reglamento de Construcción de Guadalajara 1997

Para el diseño de madera se utilizó el reglamento de NDS, con base al libro de diseño de estructuras de madera LRFD ASD. La filosofía de diseño utilizada fue LRFD (Factores de carga y resistencia). El módulo elástico que se utilizó fue de 265000 kg/cm^2 , resistencia a la compresión $f_{cu} = 220 \text{ kg/cm}^2$ y resistencia a la tensión $f_{tu} = 640 \text{ kg/cm}^2$. El peso volumétrico que se utilizó fue de $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$.

Combinaciones de carga utilizadas para diseño:

- 1.4 D.

- 1.2 D + 1.6 L.

Combinaciones de carga para servicio:

- D.
- D + L.

2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

· Descripción del proyecto

[Es la descripción concisa de la propuesta de solución del proyecto y de su pertinencia. También, bajo la lógica de la propuesta de solución del proyecto y de los referentes metodológicos, es la descripción de los procesos y/o etapas de intervención que se han llevado a cabo.]

· Plan de trabajo

[Es el ordenamiento en el tiempo de las acciones que se han realizado para el logro de los objetivos y/o productos diseñados.]

- Las actividades que se consideran: profesionales, técnicas, operativas, otra (especificar).
- Recursos necesarios: humanos, materiales, económicos, tecnológicos, tiempos.
- Fechas previstas: de reuniones de los equipos y/o asesorías con el profesor, o bien con otras personas, durante el desarrollo del Proyecto].

FASE I: 1 semana

- Conseguir un proveedor para el material a utilizar durante todo el proceso, en este caso madera (pino).
- Hacer las pruebas iniciales al material seleccionado: resistencia a tensión y compresión. (Laboratorio I).
- Junta con profesores para poder hacer las pruebas correctamente.

FASE II: 3 semanas

- Proponer esquemas de ensambles y conexiones para un módulo de la armadura que puedan ser utilizados en la propuesta del diseño.

- Junta con asesores para revisar si las conexiones o ensambles son coherentes y sencillas de fabricar (Vicente y Carlos).

FASE III: 2 semanas

- Diseñar la estructura de la Armadura conforme a nuestros resultados en el catálogo, modelando el conjunto completo y soportándola a pruebas mediante el programa.
- Junta con asesores para la revisión de la armadura propuesta (Vicente y Carlos).

FASE IV: 2 semanas

- Producción de la Armadura diseñada.
- Resultados.

FASE V: 2 semanas

- Diseñar un experimento para probar la resistencia del ensamble de manera digital en un programa de modelado.
- Junta con profesores para poder diseñar el experimento de la conexión.
- Diseñar la conexión de dos o más módulos de la Armadura.
- Probar la resistencia de la conexión (Laboratorio IV)
- Resultados.

FASE VI: 2 semanas

- Presentación del producto final (propuesta: cubo rojo del Edificio Q).
- Crear manual constructivo de la armadura.

· Desarrollo de propuesta de mejora

[Es el desglose descriptivo de las actividades realizadas conforme al plan de trabajo establecido. Se describe cada una conforme a lo planeado y se muestran evidencias de lo realizado. Es recomendable incluir gráficos, diagramas, fotografías y los recursos necesarios para dar cuenta del trabajo realizado].

3. Resultados del trabajo profesional

Utilizando el matlab se hizo un algoritmo para parametrizar la armadura y tener las mejores secciones de transversales de los montantes, diagonales y cuerdas. El código diseñaba cada sección y obtenía las fuerzas y desplazamientos de la armadura por el método de rigideces; se revisaba que la fuerza que tenía cada barra fuera menor de que la resistencia de cada una.

La cantidad de las armaduras fue para optimizar el peso y el desperdicio del material porque tenía las mismas secciones las barras de una armadura que tenía un ancho tributario de 2 metros que las de 2.5 metros.

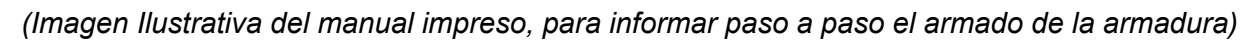
En el sentido arquitectónico se vio la manera de aumentar a un segundo nivel eliminando las cubiertas de lámina de asbesto, haciendo que no tuviera un costo tan elevado y considerando a las personas que habitarán el hogar por sus usos y costumbres y proponiendo un área para que puedan desempeñar un trabajo.

Se hicieron las modificaciones en el proyecto de Casa Otila de TuTecho para la localidad de San Andrés Cohamiata. Donde sin afectar el proyecto arquitectónico en un sentido espacial ni de económico (valor inicial de albañilerías, solo considerando planta baja) fue posible plantear el uso de la armadura para un entrepiso habitacional.

Se construyó finalmente un armadura junto con un manual. Ensamblada y montada en el ITESO Edificio Q. En un tiempo menor de una hora con una martillo de goma y dos llaves inglesas. El precio de una Armadura considerando material de primera, tuercas y tornillos, gasolina y taller es aproximado de \$8,000.00 mxn.

La armadura permite establecer nuevas bases para considerar a la madera como un material con mucho capacidad en la construcción. Siendo trabajada en el área metropolitana. Con la necesidad de ser explorada más a fondo. Asimismo para transportarse a zonas marginadas con la finalidad de mejorar las condiciones de la vivienda.

(Imagen Ilustrativa del manual impreso, para informar paso a paso el armado de la armadura)



"La madera, ese material que a su nivel más básico es una colección de células tubulares; es portador de la historia de nuestros inventos, de nuestros edificios, de nuestra cultura y de nuestros alimentos. Ningún otro material ha entrado de tantos modos en nuestras vidas como la madera."

Chris Letteri



La investigación realizada como trasfondo de lo que aquí se presenta, tiene como finalidad reivindicar a la madera como un material constructivo pertinente para la edificación. Situación que en México se ha visto limitada por diferentes factores como lo son la sobredimensión de los elementos en reglamentos, la casi inexistente regulación del material y el paradigma de su deficiente seguridad y durabilidad comparada con otros materiales como lo son el acero y el concreto. Los beneficios de este material trascienden sus limitantes, siendo un material sustentable, la madera podría reducir en mayor o menor medida el abuso de materiales contaminantes en la construcción, además México cuenta con un gran abasto de maderas de primera calidad y rápido crecimiento.

El primer acercamiento consiste en generar un nuevo mecanismo de construcción entre el usuario y su vivienda; se enfocó en darle solución a un elemento estructural que además de estético, funcione adecuadamente como entrepiso y tenga el potencial de ser un producto fácilmente transportable y autoconstruible.

DESPIECE:



Ax2



Bx1



Cx2



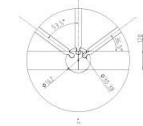
Dx2



Ex2



Fx2



Gx1

Herramientas:



rondanas x60

pernos 1/4"x6" x22



x6

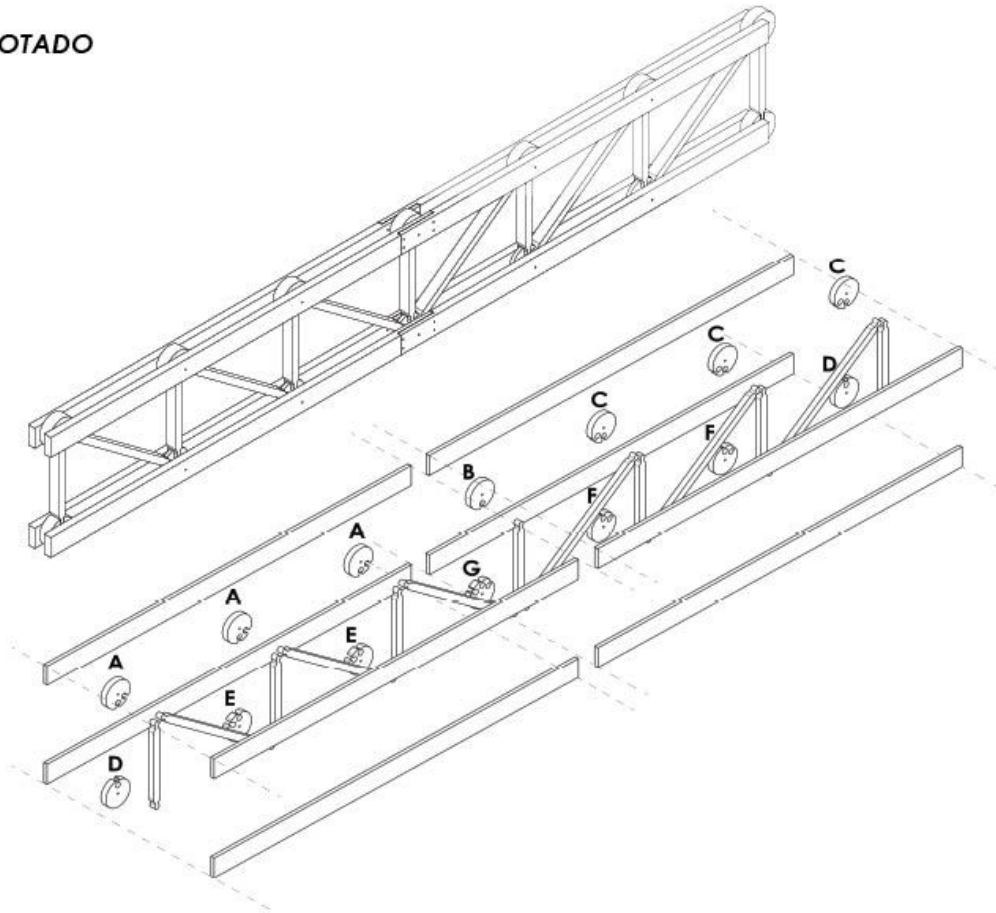


x7



x8

EXPLOTADO

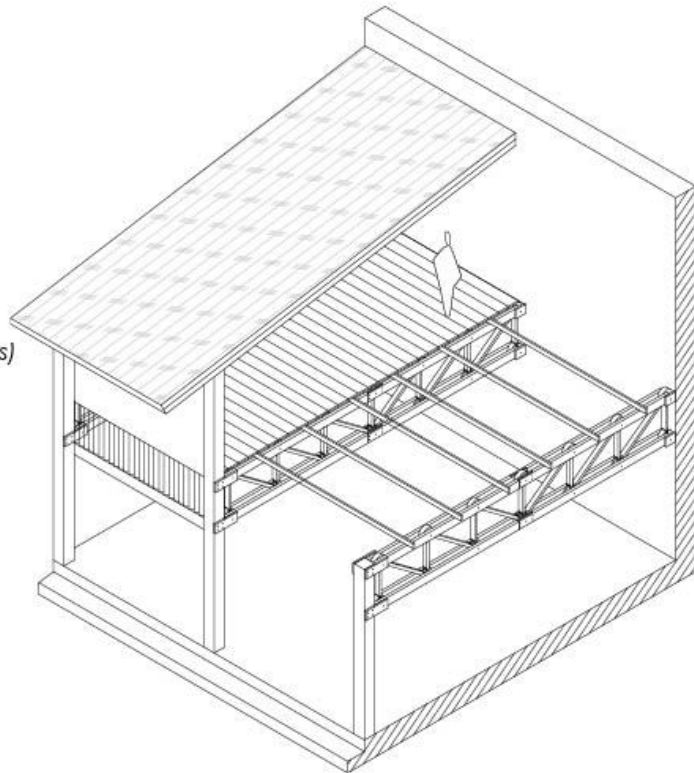


(Imágenes Ilustrativas ante la segregación de las piezas que componen la armadura)

RESTRICCIONES*

- Claro libre: 4.86m
- Peralte: 60 cm
(entre centroide de cuerdas)
- Ancho tributario: 2.5m
- Carga muerta: 128 kg/m²
- Carga viva: 190 kg/m²

Conexión a columnas de
madera de 6x6 " o muro
portante
entrepiso: duela de 3/4"
montantes con separación
de 81cm entre c/u.*



EJEMPLO ISOMÉTRICO

(Image Ilustrativa ante las restricciones que limitan la armadura)

“Lo que no me acaba de gustar es esta actitud alemana que dicta que un objeto ha de ser perfecto, puro, funcional, simple, etc...”

Ettore Sottsass³

³] Bernhard E, Bürdek. (2007). DISEÑO (Historia, teoría y práctica del diseño industrial). Barcelona: Gustavo Gili.

4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto

-APRENDIZAJES PROFESIONALES:

Enrique Mejía Succar:

A lo largo del semestre el proyecto exigió que entendiera diferentes cosas unas dentro de la profesión y algunas más ligadas al ámbito ingenieril, que en muchas ocasiones olvidamos que están muy ligados. El primer aprendizaje fue el conocimiento del material entender a la madera como elemento estructural, cómo funciona y cómo hay que trabajarla, un material que a lo largo de la carrera lo hemos entendido más como un acabado. Poder saber un poco más de cada pieza con lo que podemos ver en ella. Encontrar la manera de considerar a la madera como un elemento estructural con posibilidades reales a partir de nuestro contexto para poder atender a otros con carencias. Segundo el desarrollo y funcionamiento de las armaduras, como estas distribuyen las cargas y cómo entender a partir de sus nodos. El diseño de las piezas fue de gran aprendizaje, tener que descomponer los elementos para entender uniones.

Probablemente la mayor lección fue la de ser crítico ante lo que queríamos lograr. Algo que considero a todos nos acercó mucho a la vida profesional. Poder entender que una armadura de madera por si sola es un reto, pero que al contar con la carga social nos encontramos con situaciones que la hacen más compleja. Poder ligar todas esas situaciones como producción, diseño, armado, distribución, etc. Y poder lograr un elemento casi terminado considero que es una de las experiencias que más me ha permitido entender cómo son las cosas cuando se quiere lograr algo dentro de la arquitectura. Puedo decir que es un ejercicio muy oportuno para cerrar la carrera.

José Ricardo Menchaca Robles:

Trabajo con un equipo interdisciplinario para poder generar el mejor diseño de armadura (conexiones, diagonales, cuerdas y montantes). Análisis de cargas y diseño de un entrepiso de madera para poder diseñar la armadura, conectar los montantes del entrepiso con los nodos de la armadura para que no trabaje como una viga.

Uno no se debe de casar con un solo material porque es muy probable que la solución estructural con otro material se más económica por el traslado, volumen, etcétera. Uno de los problemas que se tiene en México es que la mayoría de las personas piensan que si una edificación no está hecha de mampostería (ladrillo y mortero), concreto o acero se puede caer por lo frágil que es; es por esto que no se utiliza la madera en México y tener una construcción de madera solo se da en lugares cercanos a bosques.

Sofia Isaac Ledesma:

En este PAP aprendi mas de otra profesión , se requirió repasar temas de ingeniería para entender conceptos como cargas, refuerzos etc.. funcionan y de esta manera diseñar una armadura con la resistencia necesaria para su uso, comprender cómo cada pieza que compone la armadura funciona, nos ayudó a poder diseñar una montante o un nodo correctamente, las dimensiones necesarias, la forma.

El diseñar con un material como la madera te vuelve más sensible; Este material requiere de mucho conocimiento, y entendimiento de cómo funciona el material por sí solo, como las fibras trabajan, de qué manera se puede usar a mis necesidades, de lo contrario este material puede fallar catastróficamente si no es empleado de la manera correcta.

Daniel Schöndube González Luna

Los aprendizajes personales, profesionales, éticos y sociales adquiridos a lo largo de mi desempeño como parte del PAP “TECNOLOGÍA APROPIADA PARA LA GENERACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS” durante el periodo primavera 2019. Dentro de este PAP establecí vínculos profesionales con diversas ramas académicas, entre ellas: diseñadores, ingenieros y de mí misma ámbito estudiantil; la arquitectura. Con estas personas congenié para llegar a un resultado colaborativo. Se optó por diseñar una estructura, la cual fue exhibida dentro de las instalaciones del ITESO.

El PAP plantea investigar , pero en este caso particular fue el proyecto de “Vías alternas para la Auto-construcción Sustentable” donde se optó por un resultado demostrativo. Una estrategia de trabajo, la cual calificó como excelente. Para mí este enfoque tuve que ser acompañado por una gran estrategia social, demostrar en el edificio Q un modelo a escala 1:1 para representar las capacidades de la madera.

Fue en este proyecto que mi postura como arquitecto se tuvo que incorporar en generar soluciones de manufactura. El generar un “producto” como proyecto, el cual estuvo abierto a la construcción por diversos métodos (prueba y error) ante la elaboración de un proyecto de impacto ambiental, estructural, pero también social.

Diego Emilio Gallardo González:

Los aprendizajes a nivel escolar en esa Investigación pusieron a prueba nuestras habilidades para llevar a cabo logros de carácter y responsabilidad profesional pero con una independencia de logros; en lo personal, me llevó a colaborar con diferentes expertos en el ámbito de la ingeniería y en la manufactura de productos con madera. Como arquitectos tenemos una ventana muy estrecha a la relación con esos dos ámbitos y poder comparar visiones y objetivos siempre hicieron del proyecto algo más grande; ser conscientes de todo lo que implica desde el nacimiento de una idea hasta su entrega final y desde varios puntos de vista hicieron que el proyecto siempre fuera coherente y lograra los alcances previstos.

Considero muy valiosos los conocimientos adquiridos al realizar esta investigación, a manera personal me siento más capacitado para poder proponer soluciones estructurales en madera y además tengo ya las bases suficientes para diseñar y manufacturar un producto de calidad, estética y función igual o mejor de lo que actualmente se encuentra en nuestro mercado.

- APRENDIZAJES SOCIALES:

Enrique Mejía Succar:

La armadura en madera es el resultado de la búsqueda por mejorar condiciones deplorables en la vivienda. Por medio de un material accesible. La armadura considera panoramas muy críticos de lugar y uso. Entendiendo que si la carga que recibe es de un entrepiso, le permite al usuario considerar un segundo piso en su vivienda (al pasar por entrepiso, el techo se acepta como solucionado). En muchos casos muy útil para alojar más habitaciones o inclusive para resguardar su cosecha. Esta se demuestra que es viable de utilizar en proyectos existentes por TuTecho con pocos ajustes al modelo inicial. Se agregaron los planos con la armadura instalada de la Casa Otila para San Andrés. Además fue muy claro durante la elaboración de la armadura que esta puede ser transportada en una pick-up o inclusive en una camioneta de volumen mediano. Lo que permite que se pueda emplear en casos diversos con carencias en la vivienda no solo en Jalisco sino en estados vecinos. Abriendo la puerta a más organizaciones que atienden a la vivienda.

Por otro lado considero que la investigación y el trabajo realizado en el material abren las puertas para continuar el trabajo con la madera de pino. Para poder ser utilizado como material constructivo con prestaciones competentes. Así como para que algún día el mercado de la madera en México logre competir con la elaboración de otros materiales, no solo en calidad y volumen. Pero principalmente en una cultura enfocada a mejorar la vivienda en muchas comunidades marginadas dentro del país.

Por último el trabajo realizado me acerco de una forma más directa con la posibilidad de tener un aporte social. De ver que se puede trabajar para lograr cambios. Que pueden ser no radicales totalmente pero que si mejoran algunas vidas.

José Ricardo Menchaca Robles:

Se hizo una armadura que funciona muy bien para casos de emergencia y en zonas de difícil acceso para llevar cemento, concreto y acero, porque se pueden transportar las piezas de 5 armaduras en la caja de una pick-up; aparte de todo esto es muy sencillo de armarla ya que tiene en cada barra el número grabado, el cual llega a un disco que también tiene los números grabados. Para armar cada armadura aproximadamente se tiene en cuenta un tiempo estimado de 1 hora, en un mismo día podrías tener un entrepiso de madera armado; esto es mucho más rápido que cualquier otro entrepiso hecho con cualquier material.

Para poder generar un buen proyecto se necesita de un equipo de trabajo interdisciplinario con el que te congenies y tengan las mismos objetivos para juntos alcanzar estas metas. Es muy complicado que una persona puede hacer la planeación y dirección de un proyecto porque puede ser que solo se esté centrando en una cosa, mientras que en un equipo se tienen diferentes perspectivas del proyecto que ayudan a dar una mejor solución a este. Es por esto que siempre debes de tener un equipo de trabajo para poder tener un proyecto más vasto y una mejor supervisión de todos los puntos.

Sofia Isaac Iedesma:

El objetivo que se planteó se logró, esta armadura es fácil de armar en cualquier lugar, fácil de transportar y requieren de muy pocas herramientas, con un martillo de goma y una perica, con una hora es suficiente para ensamblar y con ayuda de dos personas son capaces de cargarla y colocarla en el sitio. Las indicaciones para ensamblarla son muy fáciles, se grabaron números en cada pieza, por lo tanto no hay necesidad de un conocimiento previo de construcción, se pensó en un entrepiso ya que da la posibilidad de tener un piso extra o un lugar de almacenamiento, además de solucionar la losa. logramos abrir puertas al uso de la madera nuevamente.

Por último este proyecto fue una colaboración de varias personas, estudiantes y no estudiantes donde se complemento muy bien y los aprendizajes fueron bastantes, este proyecto es un elemento de muchos para una casa pero con estos cambios son un buen inicio para llegar a crear viviendas dignas para los Mexicanos.

Daniel Schondube González Luna:

Como lo comenté el día de nuestra presentación (miércoles 15 de Mayo del 2019) lo que nos llevamos de esta colaboración, no son “herramientas” como se nos pregunto ese mismo día. Sino como lo recalca este reporte, son aprendizajes. Aprendizajes los cuales te obligan a consultar personas de diversos ámbitos para enriquecer un mismo trabajo, es decir: el resultado de un trabajo colaborativo. Un trabajo colaborativo con exalumnos de esta institución

Arq. Vicente González Casas, Ing. Carlos Comparán Ramírez y el Ing. Luis Herrera Gómez. Personas las cuales me reflejan un interés extracurricular ante la innovación y desempeño a futuro de este PAP. Gracias a esta contribución, el resultado de nuestro proyecto no hubiera sido el que es hoy en día. Fue necesario el apoyo externo tanto de FICAMEX, SUPERMORPHE y BC proyecto. Empresas capacitadas las cuales consideraría como empresas hermanas de esta institución. Por lo mismo es esto un claro ejemplo de un trabajo en colaboración, no solo estudiantil sino dentro de los ámbitos profesionales.

Diego Emilio Gallardo González:

Para mí, el alcance social que tiene una investigación como esta, va más allá de poder darle solución a un par de personas con carencia de vivienda, me parece que vivimos en un país en donde las soluciones hormiga no hacen ninguna diferencia; nosotros como estudiantes y profesionistas tenemos la responsabilidad de mejorar nuestro entorno y de ser conscientes del mismo, pero cuando encontramos un entorno tan precario y con tantas limitantes es necesario agrupar los problemas y encontrar soluciones, que como diría el dicho maten dos (o más) pájaros de un tiro.

Aterrizando esta idea, la propuesta que desarrollamos se dio a la tarea de localizar los problemas más genéricos que existen en la construcción de viviendas sociales, creando una solución integral y capaz de ser replicada en una amplia cantidad de situaciones, para ello nos dimos a la tarea de crear un sistema que soluciona uno de los elementos estructurales más complejo de una vivienda, un entrepiso, y este además de que funciona correctamente, tiene un costo aceptable, y se ve bien tiene una propuesta de apropiamiento con el usuario y su producción, es un producto que beneficia tanto aquellos que apoyan como a los que les da vivienda.

APRENDIZAJES ÉTICOS:

Enrique Mejía Succar:

Una de las conclusiones más favorables fue el considerar una estructura que se pudiera utilizar en diversas situaciones marginadas. A partir de un material alternativo, manufacturado en Guadalajara. Considero que esta forma de plantear el proyecto tiene una carga potente ya que permite explotar nuestras condiciones para que los resultados alcancen un gran rango de comunidades.

Puedo decir que me queda una invitación a una reflexión más profunda de cómo nuestra posición y las herramientas con las que contamos nos permiten trabajar en problemáticas sin optar por las soluciones más comunes y bien conocidas.

José Ricardo Menchaca Robles:

El diseño del proyecto de la casa de San Andrés Cohamita tenía varias cosas mal, por ejemplo tenían muros de tierra compactada y no tenían ningún contrafuerte lo cual generaba que si ocurría un sismo el muro podía fallar cayendo del lado más esbelto. Por esto se optó utilizar unos polines de madera de 6" x 6" para poder solucionar los problemas del sismo y que

funcionará como un castillo que confine todo el muro y haga trabajar el sistema de entrepiso y el sistema vertical como uno solo.

Si se hace un diseño de una estructura se debe de revisar todos los posibles fenómenos naturales que puedan dañar la edificación y diseñar con respecto a todos estos parámetros para poder resguardar las vidas de las personas y no genera pérdidas humanas en caso de un desastre natural. En este proyecto no se hizo toda la revisión del sismo y viento ya que nos enfocamos más en una armadura parametrizada que revisará con qué secciones se cumplían las resistencias y pasaba por estados límites de servicio.

Para cualquier persona que le pueda hacer un bien en el diseño y que no me venda por unos cuantos pesos para poder darle gusto al cliente si sé que eso le puede generar un problema en el futuro a las personas que estén esa edificación.

Sofia Isaac Ledesma:

Este proyecto se pensó en estética y no en función ni en eficiencia estructural, la propuesta no tenía congruencia; No se tomó en cuenta el contexto en donde se está proponiendo ni la manera en la que funcionan los elementos estructurales. Nos enfocamos en solucionar losa lo cual, se pensó en un entrepiso ya que puede ser utilizado como almacenamiento de granos, da una posibilidad de un uso alterno.

Al terminar este PAP me ayudó a reflexionar sobre las propuestas que en un futuro haré, en tener la conciencia de quien es la persona que la va habitar y vivir un largo periodo de su vida en ella, las decisiones que tome deben de ser óptimas y eficaces, tener congruencia y que siempre sean dignas para el usuario.

Daniel Schöndube González Luna:

En lo personal, como segundo proyecto de aplicación profesional, el cual se relaciono de manera directa con mi carrera. Generó una amplitud en conocimientos, desempeñando un nuevo aliado material. Un recurso el cual tuvimos que defender por un bien comunitario. ¿Un bien ético? Así lo es, se nos presentaron diversas propuestas, pero siempre se busco un

mismo fin, concientizar a la comunidad de los beneficios detrás de un producto conformado por un material sustentable. Será una sensación sumamente gratificante ver este espacio producto en uso y analizar los cambios generados gracias a él.

Diego Emilio Gallardo González:

El carácter ético más importante que yo considere durante mi proceso fue el desarrollar nuevas soluciones para la construcción, tal vez y por alcances del PAP se plantearon soluciones a un grupo social y socioeconómico específico, pero el ver las posibilidades de cambiar nuestras emisiones de contaminantes y probar otras maneras de construir me parece esencial en nuestra época y en nuestro contexto lleno de crisis medioambientales, ahora me siento más consciente de que la manera “regular” de construir tiene muchas deficiencias que se han pers solamente “porque así ha sido siempre” o “así es más fácil”.

APRENDIZAJES EN LO PERSONAL

Enrique Mejía Succar:

El PAP en este semestre fue valiosos porque me permitió lograr algo con mucho potencial, más allá de lo que se pudo lograr en el semestre pasado, creo que este semestre junto con mi equipo me exigió entender las cosas a una profundidad mayor y con un grado más elevado de profesionalidad. En mí vi reflejado que es posible lograr cosas certeras, críticas y oportunas. El trabajo en equipo te permite trabajar alrededor de diferentes visiones las cuales se deben discutir para poder encontrar soluciones más certeras donde el trabajo de cada uno abone.

Finalmente que a partir de mi profesión y mi pasión por la arquitectura existe la posibilidad un porvenir más humano. Que aunque el trabajo social no sea el enfoque directo la arquitectura en todos sus ámbitos está relacionada con la vida. En cada proyecto existe una ventana para

algún cambio aunque pequeño sea, sólo debemos dedicarnos a trabajar con dedicación y cariño.

José Ricardo Menchaca Robles:

Si piensas hacer un manual para autoconstrucción debes de tener el menor número de piezas diferentes para que sea mucho más sencillo todo el proceso de ensamblaje y si se te llega a romper una pieza tener de repuesto solo una en vez de una por cada pieza diferente que tengas. Poder dar mi punto de vista sobre decisiones que se iban tomando en el diseño de la armadura y las conexiones para tener una mejor estructura con un comportamiento más favorable. Qué otras ideas pueden solucionar de mejor manera la problemática que se enfrenta en una construcción o proyecto y no solo quedarme con mi solución solo porque es mía.

Sofia isaac ledesma:

Con este proyecto entiendo la dificultad y el esfuerzo que requiere lanzar un producto nuevo, aún el grado al que llegamos siempre se requiere mas, mas pruebas, mas estudios, mas ideas; es un proceso mucho más extenso de lo que pensé pero logramos un resultado satisfactorio del proyecto, que aún empieza. Esta armadura tiene mucho por continuar para seguir investigando, modificando y aprendiendo.

El trabajar con un grupo de personas me ayudó ampliar mi manera de pensar y de ver las cosas de otro punto de vista, a no casarme con mis ideas, seguir experimentando, seguir probando, en un principio me sentí limitada por mis conocimientos, no pude aportar como me hubiera gustado , pero después de diseñar, trabajar a la par con mis compañeros, probar y al fin construir , termine muy satisfecha con los conocimientos que adquirí.

Daniel Schöndube González Luna:

Dentro de la arquitectura buscamos transformar entornos, pues en este proyecto así fue. No de una introspectiva, sino de manera material y física. En ella se otorgó la oportunidad de reforzar un trabajo colaborativo, brindando un reconocimiento a un material el cual no ha sido reconocido por lo valioso que es. Por ello nuestra vinculación con la presentación en físico del proyecto fue fundamental. En ella recae el peso de un material que como dice Chris Lefteri:

“Este material, que a su nivel más básico es una colección de células tubulares, es portador de la historia de nuestros inventos, de nuestros edificios, de nuestra cultura y de nuestros alimentos. Ningún otro material ha entrado de tantos modos en nuestras vidas como la madera. Por su exposición de piezas singulares, este instructivo es un compañero ideal para arquitectos, especialistas compradores, estudiantes y cualquiera que se interese por el producto y cómo se emplea en el diseño moderno. Este producto explora e ilustra los usos y pasos a instalar, una armadura prefabricada introduciendo nuevos métodos de procesamiento, haciendo de la madera un producto de futuro.”

Inclusive esta exhibición fue la misma llave que originó el propósito del proyecto “reivindicar la madera”. Pero si habláramos de repercusiones en el aspecto social es “este” del cual más esperanzas tengo. Espero que el haber exhibido una pieza pueda nutrir a la sociedad estudiantil de arquitectura y sean ellos quienes con este material sean capaces de transformar entornos.

¿Qué será de esta estructura? Como dije en la presentación, yo le tengo fe. Fe que el siguiente semestre el acercamiento a nuestros resultados, puedan ser redireccionados por futuras generaciones. Cuestionando si nuestro proyecto será valorado, apreciado y acogido por la estudiantes, ¿será un vago recuerdo de otro PAP más del ITESO? A los cinco integrantes de este PAP, aprendizaje ya nos dejó, hemos sido capaces de sembrar una nueva visión dentro un material fundamental para la construcción. Tengo fe como estudiante, que este proyecto no terminará almacenado.

5. Conclusiones

[Es la síntesis que evalúa y contrasta los objetivos del proyecto y los logros finales. Reflexiona y propone mejoras en torno de los aspectos que no pudieron resolverse y que quedan pendientes para ser considerados por la organización y/o por la siguiente etapa del PAP.]

Se logró hacer un código de matlab para parametrizar cualquier armadura solo colocando la carga muerta, viva, ancho tributario, longitud del claro libre de la armadura para que diseñara y revisará si pasaba por la resistencia que tenía cada barra de madera. La conexión que se diseñó y se ensayó tiene un buen comportamiento pero todavía hizo falta algunos detalles para que tuviera la resistencia requerida.

No obstante, el uso de una armadura va más allá de soportar una carga determina, e incluye también sus componentes estructurales de una manera estética. Por ello una armadura puede quedar expuesta a la vista. En tal caso podemos tratarla de manera que fragmente un espacio, filtrando o desviando la mirada a un elemento arquitectónico.

A continuación se presenta un instructivo, en el cual su principal objetivo es, informar de manera textual y gráfica el armado de una armadura estructural. En este caso hablaremos de una armadura de $X_m \times Y_m$ compuesta principalmente de madera.

En este instructivo, encontrarás a lo largo de sus páginas, los pasos a seguir para completar el armado de la armadura "x". Explicando un camino conciso a través de diversas vertientes, el cual nos lleve a nuestro resultado. Cada página expone un tema específico, ilustrado con imágenes y apuntes comprensibles que facilitan al lector detalles específicos. Se habla del material del producto, su diseño, herramientas, su realización y construcción, material requerido, complementos, reparación y restauración.

En la armadura hizo falta el diseño por sismo que cambiaría un poco el comportamiento de las barras de las diagonales y montantes; también haría que las fuerzas en las barras aumentan haciendo que ya no pasen las secciones por las resistencias que tienen.

Queremos agradecer particularmente a nuestros asesores externos, al Arq. Vicente González Casas, al Ing. Carlos Comparán Ramírez y al Ing. Luis Herrera Gómez por la ayuda empleada, para desarrollar este proyecto.



Onshape



FICAMEX



6. Bibliografía

Chris Lefteri. (2006). MADERA materiales para el diseño. Barcelona : BLUME..

Bernhard E, Bürdek. (2007). DISEÑO (Historia, teoría y práctica del diseño industrial). Barcelona: Gustavo Gili.

ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO (2017). NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA LA REVISIÓN DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES. CIUDAD DE MÉXICO: GACETA OFICIAL DE LA CIUDAD DE MEXICO.

DESIGN OF WOOD STRUCTURES--ASD/LRFD. (2007). NEW YORK: MCGRAW-HILL.
RETRIEVED FROM
[HTTP://SEARCH.EBSCOHOST.COM.EZPROXY.ITESO.MX/LOGIN.ASPX?DIRECT=TRUE&DB=EDSHLC&AN=EDSHLC.012597641.0&LANG=ES&SITE=EDS-LIVE](http://search.ebscohost.com.ezproxy.iteso.mx/login.aspx?direct=true&db=EDSHLC&AN=EDSHLC.012597641.0&lang=es&site=eds-live)

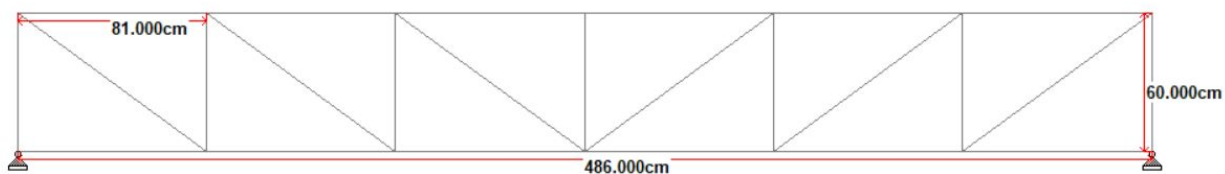
Anexos (en caso de ser necesarios)

[Es todo lo que soporte el documento; que no es necesario añadirlo en el cuerpo del reporte, pero que sirve para su mejor comprensión: materiales elaborados, bitácoras, fichas, fotografías, mapas, etc.]

Memoria de cálculo

Características de la estructura:

La armadura cuenta con un claro libre de 4.86 metros, con un peralte entre el centroide de la cuerda superior y la inferior de 60 centímetros; se dividió 6 módulos, cada uno de 81 centímetros. Las secciones de los montantes y diagonales fueron de 4.1 x 7 cm y las cuerdas fueron dos barras, en cada cuerda, de 12 x 4.5 cm. Cada armadura tiene un ancho tributario de 2.5 metros excepto la de las orillas que son de 1.25 metros. Esta armadura debe estar apoyada en columnas de madera de 4x6", y deben de continuar en la planta alta para la armadura de la cubierta.



El sistema de entrepiso de madera se utilizó una duela de $\frac{3}{4}$ " de espesor que se apoya en unos montantes con separación de 81 cm entre cada uno. Los montantes son de 5" de peralte y 2" de base y tienen una longitud de 2.5 metros cada uno. Se propuso un peso de muros divisorios en el sistema de entrepiso de 75 kg/m^2 para la planta alta se piensa que serán de bahareque ya que son más ligeros que los de tierra compactada. Se utilizará un plafón para cubrir por debajo de la armadura y se consideró un peso de 8.1 kg/m^2 y las instalaciones sanitarias, hidráulicas y eléctricas de 25 kg/m^2 .

La construcción se encuentra en San Andrés Cohamiata, Jalisco; se utilizó el Reglamento de Construcción de Guadalajara para obtener las cargas vivas de entrepiso. La carga viva a utilizar fue de habitación: 190 kg/m^2 .

TABLA DE CARGAS VIVAS UNITARIAS, EN kg./m²

Destino de piso o cubierta	w_m	Observaciones
a) Habitación (casa/habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	190	(1)
b) Oficinas, despachos y laboratorios	250	(2)
c) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	400	(3) (4)
d) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales incluyendo salones de baile y gimnasios	480	(5)
e) Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, restaurantes, áreas de lectura en bibliotecas, aulas, salas de juego y similares)	350	(5)
f) Comercio, fábricas, talleres, bodegas y áreas de almacenaje	w_m	(6)
g) Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%	100	(4) (7)
h) Cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5%	40	(4) (7) (8)
i) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	300	
j) Garajes y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	250	(9)

Tabla: Cargas Vivas Unitarias. Fuente: Reglamento de Construcción de Guadalajara 1997

Teniendo estos datos se procedió al análisis de cargas del entrepiso de madera para poder diseñar los montantes que se apoyarán en la armadura.

Análisis de cargas - Entrepiso madera			
Entrepiso			
Entrepiso de madera con duela de 2.54 cm, separación de vigas a 81 cm			
Material	Cantidad	ρ (kg/m ³)	W (kg/m ²)
Duela h=1.905cm	1.91 cm	700	13.335
Plafón	-	-	8.1
Muros divisorios	-	-	75
Instalaciones	-	-	25
		CM Total	121.44 kg/m ²
		CM Redondeado	122.00 kg/m ²

Cargas vivas CV			
Habitacional	W (kg/m ²)	W _{acc} (kg/m ²)	W _{max} (kg/m ²)
	70	100	190

Tabla: Análisis de cargas de entrepiso de madera sin montantes.

Para el diseño de los montantes se utilizó el reglamento de NDS, con base al libro de diseño de estructuras de madera LRFD ASD. La filosofía de diseño utilizada fue LRFD (Factores de carga y resistencia). El módulo elástico que se utilizó fue de $E_{min} = 172250 \text{ kg/cm}^2$, resistencia a la flexión $f_{flex} = 310 \text{ kg/cm}^2$. El peso volumétrico que se utilizó fue de $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$.

Combinaciones de carga utilizadas para diseño del montante:

- 1.4 D.

- 1.2 D +1.6 L.

Combinaciones de carga para servicio:

- D.
- D + L.

$l_u =$	250	cm
$d =$	12.7	cm
$b =$	5.08	cm

l_u/d	19.6850394
---------	------------

$l_e =$	445.6	cm
---------	-------	----

$R_B =$	14.8084887
$\phi_b =$	0.85
$\phi_s =$	0.85
$C_t =$	0.9
$C_i =$	0.8
$C_M =$	0.8
$C_c =$	1
$C_F =$	1
$C_r =$	1
$C_T =$	1
$\lambda =$	0.8
$K_F =$	2.16

$E_{min} =$	172250	kg/cm ²
$E'_{min.n} =$	84333.6	kg/cm ²

$F_b =$	310
$F'_{bxn} =$	262.268928
$F_{bEn} =$	461.487994
$C_L =$	0.94515734

$F_{bxn} =$	247.885401	kg/cm ²
$M_n =$	338.509495	kg*m

Longitud =	2.5	m
Ancho =	0.81	m
$\rho_{madera} =$	700	kg/m ³

$W =$	370.243344	kg/m
-------	------------	------

$M_u =$	289.252613	kg*m
---------	------------	------

85%

Tabla: Diseño de montantes a flexión

Con el diseño de los montantes se hizo otro análisis de carga ahora tomando en cuenta estos, para aplicar esta carga a los nodos de la armadura y hacer un diseño correcto de cada elemento.

Análisis de cargas - Entrepiso madera

Entrepiso

Entrepiso de madera con duela de 1.905 cm, separación de vigas a 81 cm			
Material	Cantidad	ρ (kg/m ³)	W (kg/m ²)
Duela h=1.905cm	1.91 cm	700	13.335
Plafón	-	-	8.1
Muros divisorios	-	-	75
Instalaciones	-	-	25
Montante	0.81 m	700	5.5755
CM Total			127.01 kg/m ²
CM Redondeado			128.00 kg/m ²

Cargas vivas CV

Habitacional	W (kg/m ²)	W _{acc} (kg/m ²)	W _{max} (kg/m ²)
	70	100	190

Tabla: Análisis de cargas de entrepiso de madera con montantes.

Para el diseño de armadura se utilizó el reglamento de NDS, con base al libro de diseño de estructuras de madera LRFD ASD. La filosofía de diseño utilizada fue LRFD (Factores de carga y resistencia). El módulo elástico que se utilizó fue de $E = 265000 \text{ kg/cm}^2$, resistencia a la compresión $f_{cu} = 220 \text{ kg/cm}^2$ y resistencia a la tensión $f_{tu} = 640 \text{ kg/cm}^2$. El peso volumétrico que se utilizó fue de $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$.

Combinaciones de carga utilizadas para diseño:

- 1.4 D.
- 1.2 D +1.6 L.

Combinaciones de carga para servicio:

- D.
- D + L.

Resistencia de las barras a tensión

Las diagonales tienen una sección de 4.1 x 7 cm y las cuerdas son dos barras de secciones con 4.5 x 12 cm, dando una sección compuesta de de 9 x 12 cm.

Tensión				
	Clase			
	A	B		
$F_R =$	0.8	0.8		
$f_{tu}' \text{ (kg/cm}^2\text{)} =$	115	70		
$K_e =$	2.16	2.16		
$\lambda =$	0.6	0.6		
$C_m =$	0.8	0.8		
$C_t =$	0.9	0.9		
$C_f =$	1	1		
$C_i =$	0.8	0.8		
$C_T =$	1	1		
$f_{tu} \text{ (kg/cm}^2\text{)} =$	85.84704	52.25472		
			$T_R \text{ (kg)}$	
			Clase	
			A	B
	Barra 1			
$b \text{ (cm)} =$	4.1	cm	$T_R \text{ (kg)} =$	1971.04804 1199.76837
$h \text{ (cm)} =$	7	cm		
$A =$	28.7	cm ²		
	Barra 2			
$b \text{ (cm)} =$	9	cm	$T_R \text{ (kg)} =$	7417.18426 4514.80781
$h \text{ (cm)} =$	12	cm		
$A =$	108	cm ²		

Tabla: Resistencia de barras a tensión con resistencias de las NTC de la CDMX

Tensión		
	Clase	
	Datos	
$F_R =$	0.8	
$f_{tu}' \text{ (kg/cm}^2\text{)} =$	640	
$K_e =$	2.16	
$\lambda =$	0.6	
$C_m =$	0.8	
$C_t =$	0.9	
$C_f =$	1	
$C_i =$	0.8	
$C_T =$	1	
$f_{tu} \text{ (kg/cm}^2\text{)} =$	477.75744	
		$T_R \text{ (kg)}$
		Clase
		Datos
Barra 1		
$b \text{ (cm)} =$	4.1	cm
$h \text{ (cm)} =$	7	cm
$A =$	28.7	cm^2
		$T_R \text{ (kg)} =$
		10969.3108
Barra 2		
$b \text{ (cm)} =$	9	cm
$h \text{ (cm)} =$	12	cm
$A =$	108	cm^2
		$T_R \text{ (kg)} =$
		41278.2428

Tabla: Resistencia de barras a tensión con resistencia de las pruebas de laboratorio.

Resistencia de las barras a compresión

Las montantes tienen una sección de 4.1 x 7 cm y las cuerdas son dos barras de secciones con 4.5 x 12 cm, dando una sección compuesta de de 9 x 12 cm.

Compresión paralela a la fibra

Clase		
	A	B
$F_R =$	0.9	0.9
$F_{RE} =$	0.85	0.85
$f_{cu}' (kg/cm^2) =$	120	95
$K_e =$	2.16	2.16
$\lambda_c =$	0.6	0.6
$C_m =$	0.8	0.8
$C_t =$	0.9	0.9
$C_f =$	1	1
$C_i =$	0.8	0.8
$C_T =$	1	1
$K_{cE} =$	0.822	
$E_{0.05} (kg/cm^2) =$	65000	50000

Compresión		
Clase		
	A	B

Barra 1		
$E_{min} (kg/cm^2) =$	31824	24480
$c =$	0.8	
$f_{cEh} (kg/cm^2) =$	73.23235	56.33258
$b =$	9 cm	
$h =$	12 cm	
$L_u =$	81 cm	
$f_{ch} (kg/cm^2) =$	80.62157	63.82541
$C_p =$	0.656863	0.646347
$K_s =$	2.1	2.1
$A =$	108	cm ²

$C_R (kg) =$	5719.387	4455.365
--------------	----------	----------

Barra 2		
$E_{min} (kg/cm^2) =$	31824	24480
$c =$	0.8	
$f_{cEh} (kg/cm^2) =$	80.73867	62.10667
$b =$	4.1 cm	
$h =$	7 cm	
$L_u =$	60 cm	
$f_{ch} (kg/cm^2) =$	80.62157	63.82541
$C_p =$	0.691484	0.681474
$K_s =$	2.1	2.1
$A =$	28.7	cm ²

$C_R (kg) =$	1599.983	1248.317
--------------	----------	----------

Tabla: Resistencia de barras a compresión con resistencias de las NTC de la CDMX

Compresión paralela a la fibra		
	Clase	
	Datos	
$F_R =$	0.9	
$F_{RE} =$	0.85	
$f_{cu}' (kg/cm^2) =$	209	
$K_e =$	2.16	
$\lambda_e =$	0.6	
$C_m =$	0.8	
$C_t =$	0.9	
$C_f =$	1	
$C_i =$	0.8	
$C_T =$	1	
$K_{se} =$	0.822	
$E_{0.95} (kg/cm^2) =$	172250	
Compresión		
	Clase	
	Datos	
Barra 1		
$E_{min} (kg/cm^2) =$	84333.6	
$c =$	0.8	
$f_{seE} (kg/cm^2) =$	194.0657	
$b (cm) =$	9	
$h (cm) =$	12	
$Lu (cm) =$	81	
$f_{cn} (kg/cm^2) =$	140.4159	
$C_p =$	0.789568	
$K_e =$	2.1	
$A (cm^2) =$	108	
	$C_R (kg) =$	11973.73
Barra 2		
$E_{min} (kg/cm^2) =$	84333.6	
$c =$	0.8	
$f_{seE} (kg/cm^2) =$	213.9575	
$b (cm) =$	4.1	
$h (cm) =$	7	
$Lu (cm) =$	60	
$f_{cn} (kg/cm^2) =$	140.4159	
$C_p =$	0.813585	
$K_e =$	2.1	
$A (cm^2) =$	28.7	
	$C_R (kg) =$	3278.694

Tabla: Resistencia de barras a compresión con resistencia de las pruebas de laboratorio.

El peso de la armadura sin contar los discos a donde llegan las barras es de 94.07 kg, esto quiere decir que entre tres personas se puede transportar fácilmente sin necesidad de utilizar maquinaria para poder acomodarla en el entrepiso.

En la siguientes imágenes se muestran los porcentajes de trabajo de todas las barras, qué esfuerzo está trabajando la barra y la deformación de la armadura central (ancho tributario de 2.5 metros).

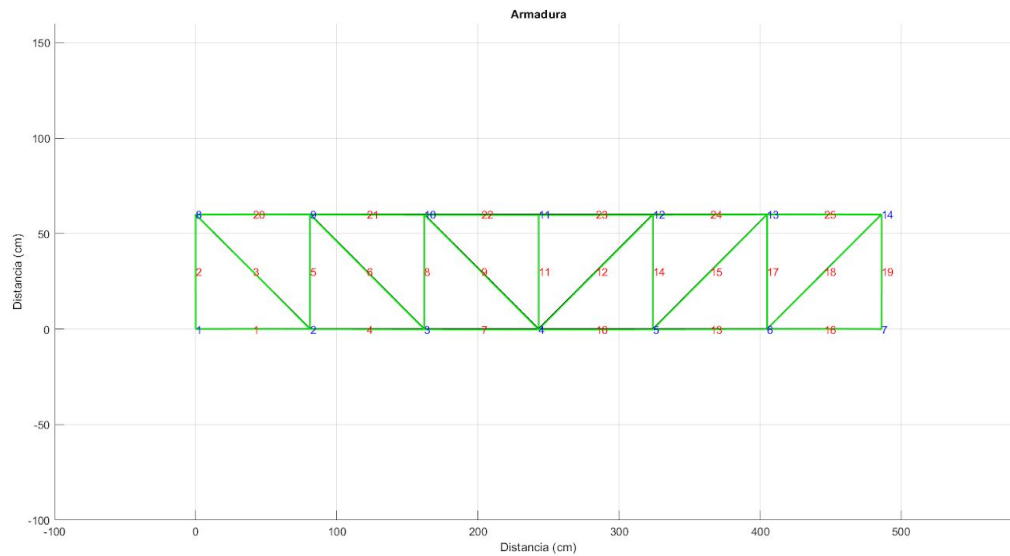


Ilustración: Deformación real de la armadura

Como se puede apreciar la deformación de la armadura es mínima porque tiene un peralte considerable haciendo que no se pueda flechar demasiado, también la secciones de los elementos están ayudando a que comporte mucho mejor.

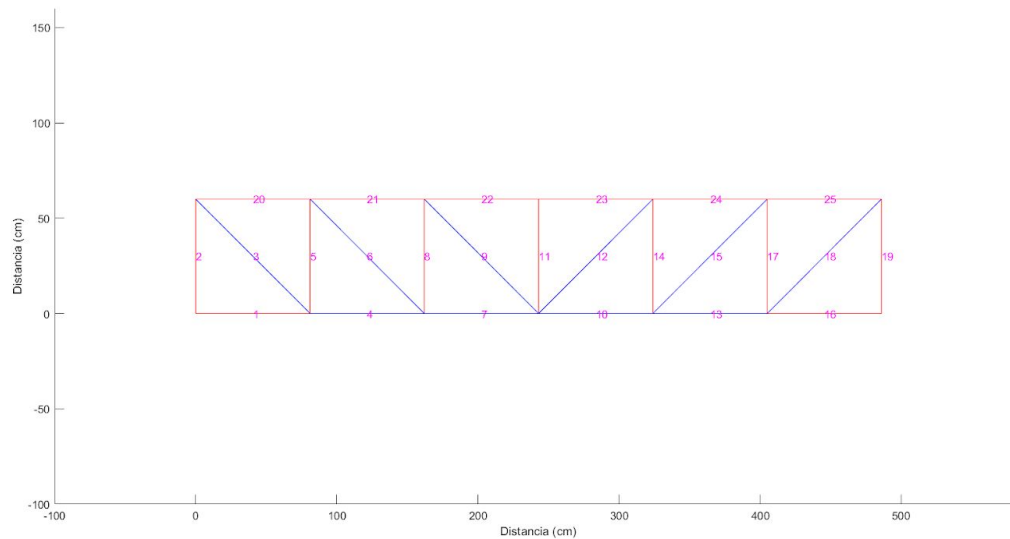


Ilustración: Esfuerzo en barras

Como se aprecia en la ilustración anterior las barras en azul están trabajando a tensión lo cual hace que las diagonales puedan tener una sección más esbelta que las montantes y las cuerdas. Esto no se pudo hacer porque podría generar tener secciones muy diferentes en

todas las barras complicando la autoconstrucción, por eso se separó en dos grupos las montantes y diagonales y en otro grupo las cuerdas. Las barras que están en rojo son las que trabajan a compresión y estas por su parte necesitan una mayor sección por el efecto de pandeo.

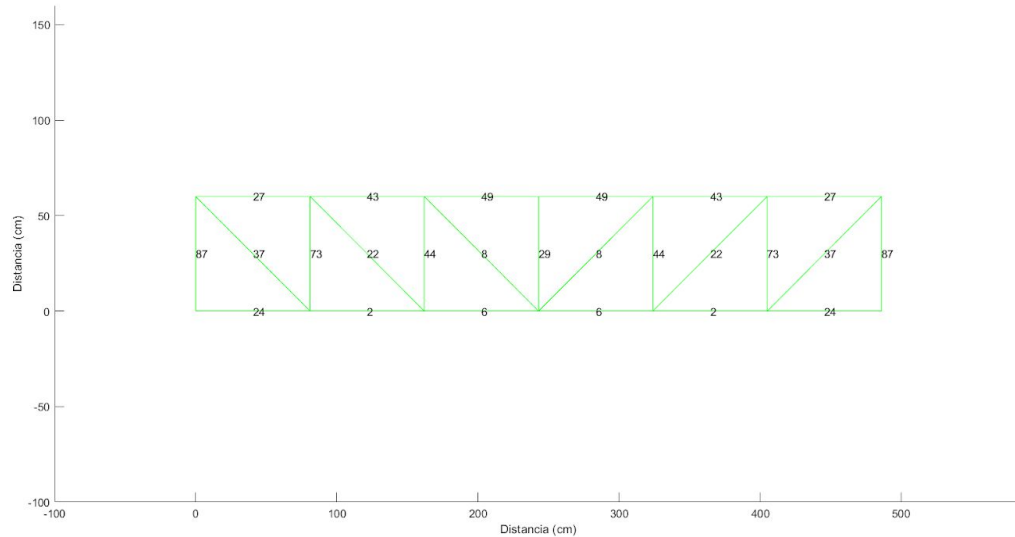


Ilustración: Porcentaje de trabajo de todas las barras

Como se mencionaba todas las barras a tensión tienen un porcentaje de trabajo menor al 40%, mientras que las de compresión hay algunas que llegan hasta el 87%. Por lo tanto lo que se puede mejorar en el diseño es reducir las secciones de las diagonales aunque estéticamente no sería lo más correcto y también puede ser que las diagonales empiecen a trabajar a compresión por las fuerzas sísmicas que en este caso no se revisaron.

Planos Proyecto Casa Otila, San Andrés Cohamiata, Jalisco

