

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

Sustentabilidad y Tecnología

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)**

**PROGRAMA DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍA APROPIADA PARA LA  
EDIFICACIÓN Y DISEÑO DE VIVIENDA I**



**ITESO, Universidad  
Jesuita de Guadalajara**

**PAP1K02A TECNOLOGÍA APROPIADA PARA LA GENERACIÓN DE  
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

**Reporte PAP, Tlaquepaque, Jalisco**

**PRESENTAN**

Lic. en Ingeniería Civil Ana Sofía Ortiz López

Lic. en Ingeniería Civil Héctor Javier de Anda Martín

Lic. en Ingeniería Civil Bernardo Aguilera Carrillo

Lic. en Ingeniería Civil Gabriel Alejandro Salazar Ramírez

Profesores PAP: Gutiérrez Astudillo Nayar Cuitláhuac, Hernández Cárdenas  
Christian, Olivera Bonilla Ana Rosa

Tlaquepaque, Jalisco, 02 de diciembre del 2022

## Contenido

Reporte PAP .....	2
Presentación institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional .....	2
Resumen .....	2
1. Introducción.....	3
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Justificación .....	4
1.3 Antecedentes.....	6
1.4 Contexto.....	8
2. Desarrollo .....	19
2.1. Sustento teórico y metodológico .....	19
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto .....	22
3. Resultados del trabajo profesional.....	36
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto .....	49
Aprendizajes profesionales.....	49
Aprendizajes sociales .....	52
Aprendizajes éticos.....	54
Aprendizajes en lo personal.....	56
5. Conclusiones.....	58
6. Bibliografía.....	59
Anexos .....	61

## 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

Este trabajo realizado durante el PAP de *Tecnología apropiada para la generación de sistemas constructivos* presenta los resultados de las pruebas realizadas a los distintos sistemas constructivos a base de tierra que fueron utilizados durante este periodo de otoño, probando suelos de Chiquilistlán, Sierra de Quila y Palo Alto. Además, se analiza su uso en las distintas comunidades según los recursos que se encuentren a la mano dependiendo de la región para poder ayudar en su desarrollo urbano y promover que los habitantes utilicen diferentes métodos de construcción a los que se usan convencionalmente y de igual forma se expresa en este documento ciertas problemáticas que existen actualmente en la localidad de Palo Alto y Sierra de Quila, así como las posibles soluciones que se les están presentando. Aunado a esto, se presentan. De igual forma, este documento presenta una revisión de daños estructurales en cuatro mercados diferentes de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco que se realizó con ayuda del IMEPLAN.

## 1. Introducción

### 1.1. Objetivos

1. Explorar las distintas comunidades para analizar su tipo de suelo, vegetación y contexto para poder conocer sus necesidades y así ofrecerles un sistema constructivo alternativo que sea conveniente tanto económica, social y ambientalmente. Al tener el sistema constructivo ideal definido para cada región, proceder con la difusión del conocimiento mediante manuales, planos arquitectónicos y estructurales o talleres.

2. En caso de la OPD de Sierra de Quila, el primer objetivo es el de diseñar y calcular una cubierta para cubrir un área de 11m por 9 m y el segundo es el de diseñar un módulo de baños en la zona para acampar utilizando un sistema constructivo sustentable con materiales de la región.

3. Mediante el organismo del IMEPLAN, realizar evaluaciones rápidas de daños (fichas ERD) a 7 mercados distintos dentro de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

## 1.2. Justificación

### SIERRA DE QUILA

El área natural protegida de Sierra de Quila se encuentra dentro de los municipios de Tecolotlán, Tenamaxtlán, Ameca y San Martín Hidalgo. La zona recibe turistas y visitantes todo el año y según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), SQD cuenta con 715 especies de plantas y animales de las cuales el 4% pertenecen a alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059 y además 5 son exóticas. Igualmente, Posee bosques de pinos, encinares, saltos de agua y manantiales. Dentro de la fauna se pueden encontrar especies de venados de cola blanca, pumas, jabalíes, armadillos y zorros, etc. (CONACO, 2022).

Con tanta riqueza natural, es importante cuidar en todos los aspectos posibles su conservación aun cuando sea un lugar turístico. Por tal motivo durante el PAP se buscará la manera de incentivar el uso de sistemas constructivos sustentables además que es un gran lugar para mostrar lo que estos son capaces de lograr con la presencia de tantos turistas, al mismo tiempo de estar cuidado en ambiente y el aspecto del lugar.



Figura 1. Mapa polígono del Área Protegida Sierra de Quila con indicaciones de sitios de interés. Extraído de OPD Sierra de Quila, 2022.

## IMEPLAN

En este proyecto con la colaboración del IMEPLAN, se logra una alianza para lograr abarcar la mayoría de los mercados municipales que tiene la Zona Metropolitana de Guadalajara y realizarles una evaluación rápida de daños y así poder designar cierta ayuda en remodelaciones que necesite cada mercado y priorizar cuales requieren de una intervención más inmediata, esto en base a sus daños estructurales o de instalaciones que pudieran presentar. En caso del equipo se abarcaron los mercados del grupo C:

- Mercado Miravalle No.129
- Mercado Municipal de Las Juntas No.163
- Mercado 1 de mayo No.165
- Mercado Fovissste Miravalle No.164
- Mercado José Clemente Orozco No.126
- Mercado Plaza Palenque/ Mazatepec No.148
- Mercado Loma Dorada No.153

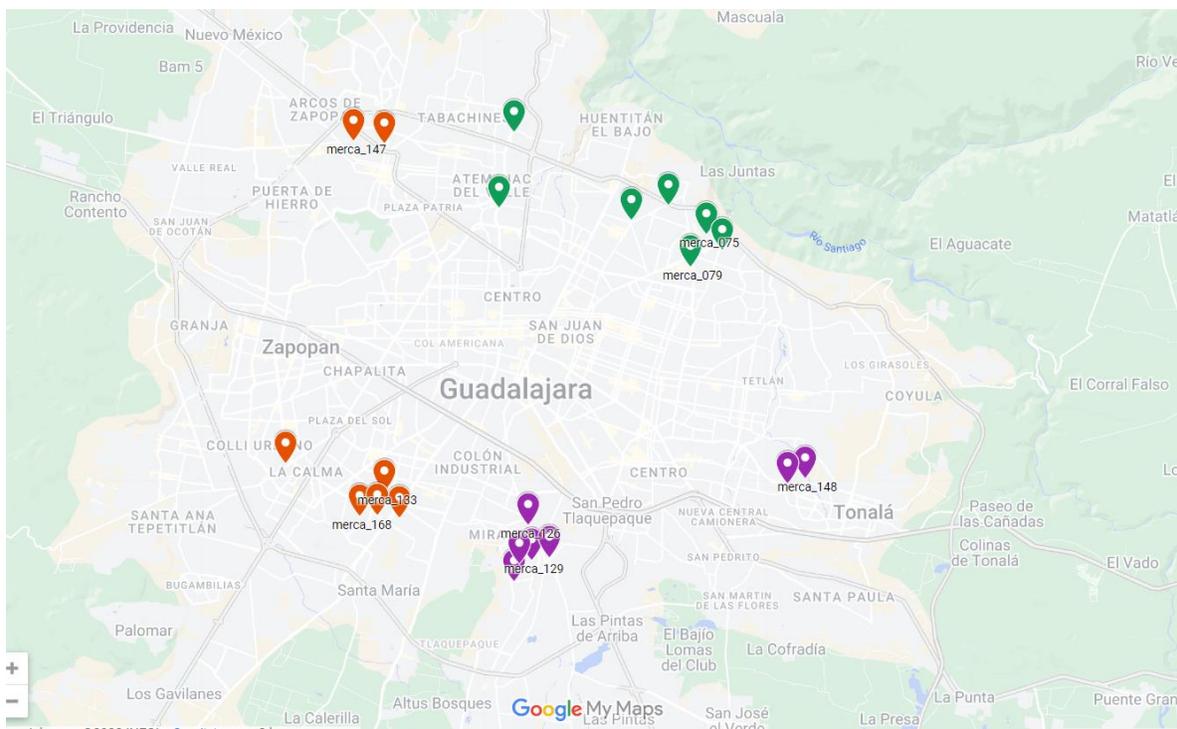


Figura 2. Localización de Mercados Grupo C (color morado). Imagen de Google Maps. Extraído de <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1ya1BZmDjJRjXkF9Gt5cDqYxwzeNiVng&ll=20.672388631107122%2C-103.32751810487505&z=12>

### 1.3 Antecedentes

#### SIERRA DE QUILA

En un primer escenario, en esta zona es muy común la destrucción o transformación del hábitat para la cría de ganado o la agricultura; esto trae como consecuencia la fragmentación del bosque, modificación de flujos de agua, pérdida de cobertura vegetal, contaminación por agroquímicos, lo que genera la disminución de biodiversidad, además de la quema de terrenos para el cambio de uso de suelo. En cuanto al manejo de aguas, se presenta la desviación de los arroyos que son utilizados para el riego en casas particulares. Ya son pocos los terrenos ejidales que tienen árboles para derribar. Debido a esto, los distintos municipios han acordado declarar esta zona como área natural protegida y así preservar, proteger y hacer que la biodiversidad siga floreciendo como debería ocurrir naturalmente. Gracias a su belleza, ha incrementado el flujo de campistas y por ende la necesidad de mayor infraestructura y así proteger la fauna de la zona, específicamente del ajolote que se encuentra en el arroyo cercano al área de acampar, especie endémica de la zona. Actualmente, existen solamente dos baños para cada género, ubicados en la primera zona de acampar, localizados a más de 300 metros de la segunda zona para acampar, de acuerdo con la declaración de uno de los integrantes del organismo, la distancia provoca que los campistas prefieran ir al río en lugar de caminar y utilizar estas instalaciones, lo que impacta en la fauna protegida y la salud de los cuerpos de agua de Sierra de Quila.

#### IMEPLAN

Actualmente más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y se estima que para el año 2030 esto aumente a dos de cada tres personas, de acuerdo con datos de la ONU. Esta acelerada migración del ámbito rural al urbano requiere de innovadores procesos para planear y gestionar los recursos comunes (IMEPLAN, 2021).

La industrialización de las ciudades trajo consigo un elevado crecimiento poblacional que impactó directamente en el ordenamiento territorial y en la planeación de las urbes.

Esa masiva migración de los poblados rurales a los conglomerados urbanos determinó el México que hoy conocemos.

Guadalajara, desde su fundación colonial, tardó 364 años en alcanzar los cien mil habitantes, después de eso fueron suficientes tan solo 68 años en pasar el millón de habitantes en 1964, 50 años después la ciudad tiene una población más de 5 veces más grande. (Tomo 2: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara, 2021). De ahí la necesidad de instituciones como el IMEPLAN que trabajen en la colaboración entre gobiernos de distintos niveles (municipal, estatal y federal) y la sociedad civil, así como en la generación y supervisión de proyectos de planeación urbana.

Los mercados son parte esencial de nuestra cultura e historia mexicana y siguen estando presentes en todo México, sin embargo, con la presencia de los supermercados los mercados tradicionales han ido perdiendo la batalla teniendo que cerrar locales y por ende las estructuras quedan descuidadas, dañadas y abandonadas, tanto por los mismos locatarios como por el municipio a cargo. Es momento de voltear a verlos y darles el respeto y la importancia que se merecen tanto como un patrimonio cultural como un sustento económico de miles de familias.

## 1.4 Contexto

### **SIERRA DE QUILA**



Sierra de Quila es un área de protección de Flora y Fauna, decretada como tal en 1982 y recategorizada en el año 2000. Se ubica en el estado de Jalisco y comprende los municipios de Tecolotlán, Tenamaxtlán y San Martín Hidalgo. Esta área protegida está bajo la administración conjunta del Gobierno del Estado de Jalisco y la CONANP.

Cuenta con una superficie total de 15,192.50 hectáreas, de acuerdo con el INEGI en ella se encuentra vegetación tipo III, indicando la presencia de bosque de coníferas, bosque de pino encino, bosque de encino pino, bosque de encino, selva baja caducifolia y pastizal. así como algunas especies endémicas y representativas de flora y fauna.

### **OPD Sierra de Quila**

El Organismo Público Descentralizado Sierra de Quila “OPD Sierra de Quila” fue establecido el 12 de febrero de 2020 y está conformado por los Municipios de; Tecolotlán, Tenamaxtlán, San Martín Hidalgo, Atengo, Cocula y Ameca en el Estado de Jalisco, teniendo como finalidad primordial;



salvaguardar los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos mediante el fortalecimiento de la gobernanza local, el desarrollo de capacidades en las comunidades y la promisión de proyectos sustentables, respetando la integridad funcional y considerando siempre los principios ecológicos fundamentales.

## **Tecolotlán**

Tecolotlán es un pueblo y municipio de la Región Sierra de Amula del estado de Jalisco. Su nombre proviene del náhuatl “Tecolotl” que significa Búho y “tlán” lugar, por lo que Tecolotlán se traduce en “lugar de tecolotes o búhos”. Se encuentra en el centro-oeste del estado a una altura de 1,285 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Ameca, San Martín Hidalgo y Cocula; al este con Atemajac de Brizuelas y al oeste con Tenamaxtlán y Atengo. Comprende una extensión territorial de 795.87 kilómetros cuadrados y tiene una población de 16,573 habitantes. Se explotan principalmente los bosques de pino y encino.

Las zonas accidentadas representan el 54% de la superficie del municipio, mientras que el 24% del territorio está representado por zonas semiplanas y el 22% por zonas planas, estas últimas ubicadas en las periferias de la cabecera municipal. Las zonas accidentadas están localizadas en el perímetro del municipio a excepción de la parte oeste de él. En el resto del municipio encontramos las zonas semiplanas.

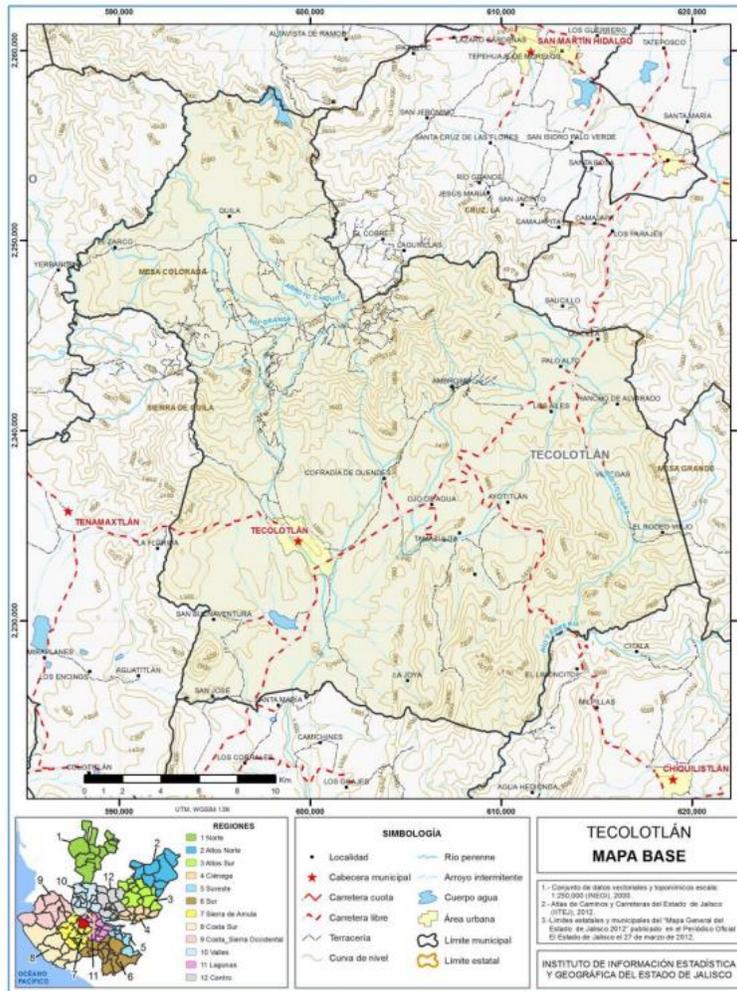


Figura 3.-Mapa Base del municipio de Tecolotlán, Extraído del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG), s.f.

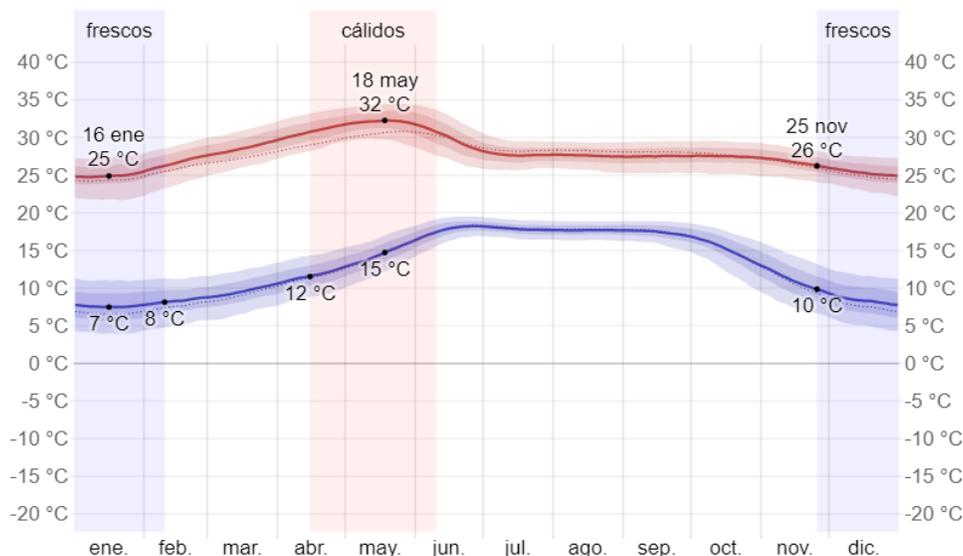
### Altitud y latitud

Tecolotlán se encuentra al centro-oeste del estado de Jalisco, en las coordenadas 20° 06' 55" a los 20° 25' 00" de latitud norte y de ellos 103° 50' 45" a los 104° 04' 05" de longitud oeste. A una altura promedio de 1,285 metros sobre el nivel del mar. (Tecolotlán I Gobierno del estado de Jalisco , 2022)

## Clima

En Tecolotlán se presenta un clima semiseco, con invierno y primavera secos y semicálidos, sin invierno definido. La temperatura media anual es de 23 °C, con una precipitación media anual de 773.1 mm, con lluvias presentes entre los meses de junio y octubre.

Cuenta con una temperatura cálida durante todo el año, con una variación anual entre 7 °C y 32 °C, siendo junio el mes más cálido, con una temperatura máxima promedio de 30 °C y mínima de 18 °C. El mes más frío es enero, con temperatura mínima promedio de 8 °C y máxima de 25 °C. (El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán, 2022)



**Gráfico 1.** Gráfico indicando las temperaturas altas y mínimas durante el año, en el municipio de Tecolotlán.

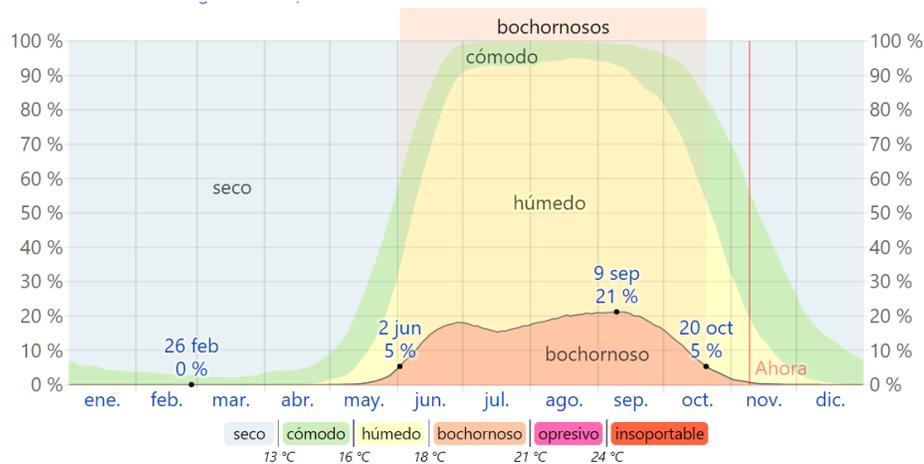
Extraído de: "El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán" de Weatherspark, 2022.

<https://es.weatherspark.com/y/3617/Clima-promedio-en-Tecolotl%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## Humedad

En Tecolotlán la humedad percibida varía levemente. La percepción de humedad se basa en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo, parámetro que influye en la percepción térmica.

El periodo más húmedo del año comienza el 2 de junio y finaliza el 20 de octubre, en estos 4.6 meses el nivel de comodidad se percibe como bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos el 5% del tiempo. Con 6.1 días bochornosos o peor, agosto es el mes más incómodo en lo que refiere a la humedad. (El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán, 2022)



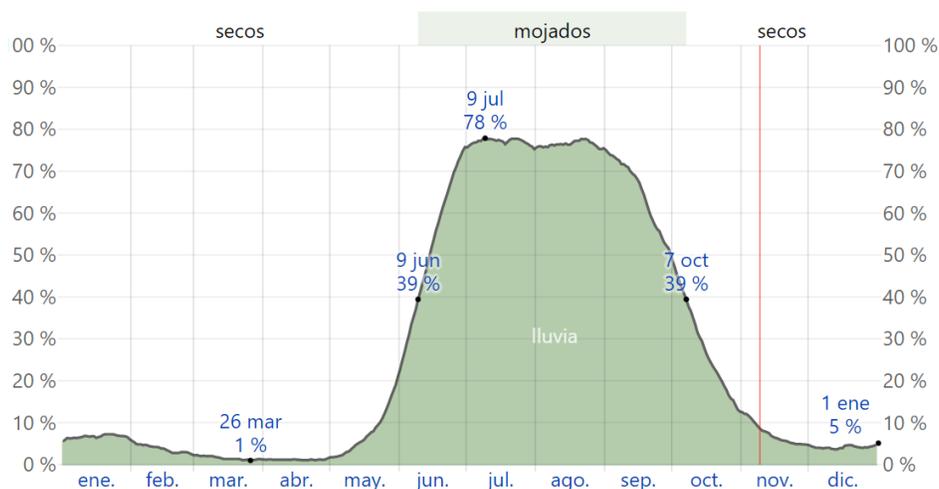
**Gráfico 2.-** Gráfico de los niveles de comodidad relacionada con la humedad en el municipio de Tecolotlán.

Extraído de: "El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán" de Weatherspark, 2022.

<https://es.weatherspark.com/y/3617/Clima-promedio-en-Tecolotlan-Mexico-durante-todo-el-año>

## Precipitación

La temporada más mojada del año en Tecolotlán consta de 4 meses, entre el 9 de junio y el 7 de octubre, en este periodo hay una probabilidad del 39% de que cierto día sea un día mojado, con una precipitación mínima de 1 mm. La temporada más seca en este municipio son los 8 meses restantes del año, siendo abril el mes más seco del año con un promedio de 0.4 días con por lo menos 1 mm de precipitación. (El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán, 2022)

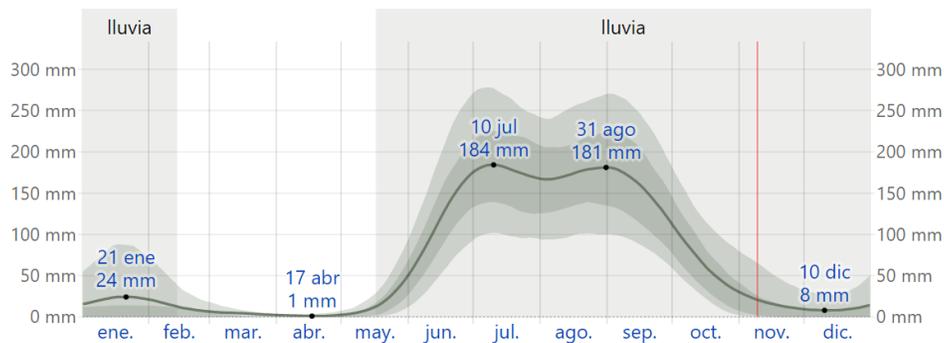


**Gráfico 3.-** Gráfico de la probabilidad diaria de precipitación del municipio de Tecolotlán. Extraído de: “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán” de Weatherspark, 2022.

<https://es.weatherspark.com/y/3617/Clima-promedio-en-Tecolotl%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## Lluvia

Tecolotlán tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación. La temporada de lluvias tiene una duración de 8.9 meses, del 16 de mayo al 14 de febrero, siendo julio el mes con más lluvia, con un promedio de 181 mm de lluvia. El periodo sin lluvia comienza el 14 de febrero y termina el 16 de mayo, siendo abril el mes con menos lluvia, con apenas un mm de lluvia en el mes. (El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán, 2022)

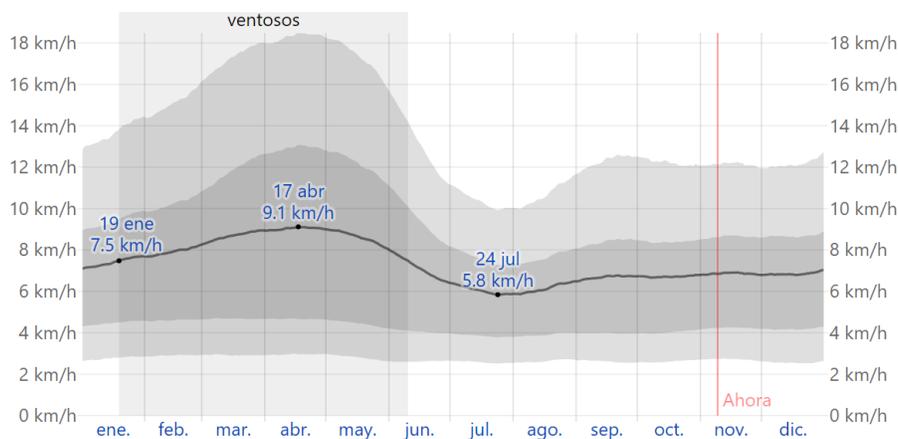


**Gráfico 4.-** Gráfico del promedio mensual de lluvia en el municipio de Tecolotlán. Extraído de: “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán” de Weatherspark, 2022.

<https://es.weatherspark.com/y/3617/Clima-promedio-en-Tecolotl%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## Viento

La velocidad promedio del viento por hora en Tecolotlán tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. El periodo más ventoso del año, entre enero y junio, dura 4.7 meses, siendo abril el mes más ventoso, con una velocidad promedio de viento de 9 km/h. Mientras que la temporada con menos viento dura 7.3 meses, siendo julio el mes más calmado, con una velocidad promedio de 6 km/h. (El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán, 2022)

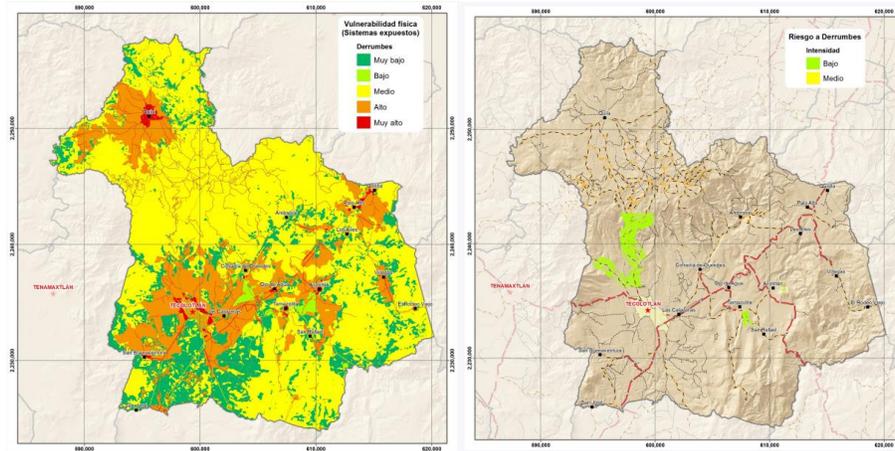


**Gráfico 5.-** Gráfico de la velocidad promedio del viento en el municipio de Tecolotlán. Extraído de: “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán” de Weatherspark, 2022.

<https://es.weatherspark.com/y/3617/Clima-promedio-en-Tecolotl%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## Riesgos

El municipio de Tecolotlán se encuentra en zona sísmica tipo “C”. Presenta peligro de deslizamiento de Landeros cercano a los poblados de Quila y Tecolotlán. Hay un nivel de vulnerabilidad alto y muy alto de derrumbes en la zona norte y central-sur del municipio, sin embargo, el riesgo de derrumbe es bajo.



**Imagen 4.-** Comparación entre la Vulnerabilidad física de derrumbes y riesgo a derrumbes. Recuperado del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG), 2022. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2019/04/Modelos-de-inundaci%C3%B3n-Atlas-de-riesgos.pdf>

## Recursos naturales

La riqueza forestal con que cuenta el municipio está representada por 30,900 hectáreas de bosque, donde predominan especies de pino y encino. Cuenta con yacimientos de mármol, caliza, barita, cuarzo, cal y cemento.

## Economía

Predominan los comercios con giro dedicados a la venta de productos de primera necesidad y los comercios mixtos que venden artículos diversos y productos lácteos. El sector al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes, así como la minería de metales y no metales, representan subsectores económicos importantes para el municipio.

Uso de suelo

La mayor parte del suelo tiene un uso pecuario. En cuanto al sector agrícola, en el municipio destacan los cultivos de maíz, garbanzo, alfalfa, durazno, aguacate, mango y pitayas. En la ganadería, hay presencia de ganado bovino de carne y leche, porcino, caprino, equino, aves de carne, postura y colmenas. En la pesca se aprovechan las especies de carpa y lobina que se encuentran en el municipio.

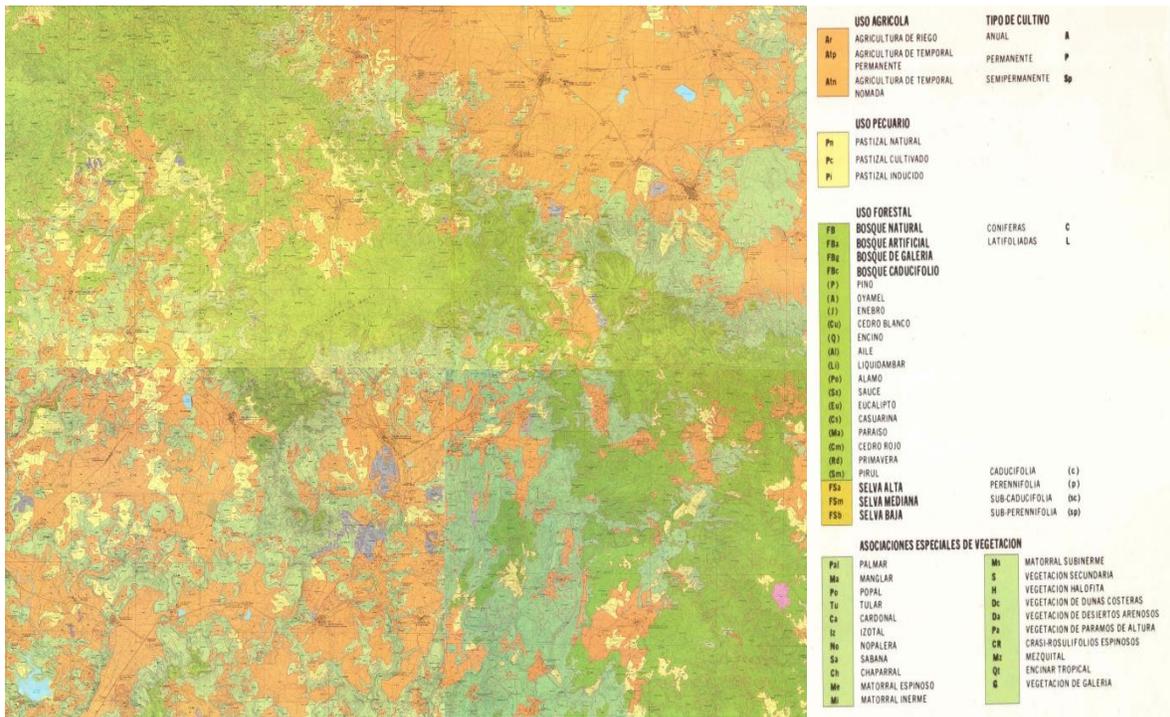


Gráfico 6.- Gráfico de la edafología en el municipio de Tecolotlán. Extraído de INEGI, 2022. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>

## **IMEPLAN**

El Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo (IMEPLAN) es un organismo Público Descentralizado encargado de priorizar el desarrollo sustentable, la planeación y coordinación metropolitana. Entre sus funciones se cuenta la consulta de acuerdos tomados dentro de las instancias de coordinación metropolitana, así como los indicadores que miden el avance de la ciudad.

Nace el 18 de febrero del 2014 a raíz de la publicación del Estatuto Orgánico de las Instancias de Coordinación Metropolitana (EOICM). Una de sus principales funciones es la de coordinar el sistema de colaboración entre los gobiernos municipales, el estatal, el federal y la ciudadanía para la toma de decisiones de políticas públicas, con el propósito de atender a los retos presentados en las mega urbes en México, reduciendo la división entre los asuntos de las entidades antes mencionadas.

En 2011 se aprobó la Ley de Coordinación Metropolitana del Estado de Jalisco, que tiene como finalidad el establecer una gobernanza efectiva entre los municipios que conforman el área metropolitana de las ciudades en el estado, específicamente la de Guadalajara. Con esta ley, el IMEPLAN funge como eje rector de la Junta de Coordinación Metropolitana (Tomo 2: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara, 2021), cuyas funciones esenciales son:

- Realizar las acciones necesarias para la eficacia de la coordinación metropolitana.
- Velar por el cumplimiento de la agenda metropolitana.
- Autorizar los instrumentos de planeación, programación y proyectos específicos.

## 2. Desarrollo

### 2.1. Sustento teórico y metodológico

#### **SIERRA DE QUILA**

##### **ADOBE**

El adobe como elemento constructivo siempre ha estado vigente en la historia del mundo, desde los albores de la civilización hasta nuestros días, el hombre aprendió a construir sus primeras moradas con tierra, en este largo pasaje se desarrollaron civilizaciones importantes donde el material tierra fue y es parte de una cultura constructiva muy inteligente. Es cierto que el adobe históricamente ha sufrido de daños y hasta colapsos en caso de sismos, sin embargo, si se sigue un correcto detallamiento constructivo este podrá ser un excelente sistema constructivo resistente al sismo. Los aspectos por considerar sería la geometría de la estructura, la cual preferiblemente debe ser lo más regular posible, el terreno de desplante, la presencia de vigas y cerramientos, contrafuertes en las esquinas, una cimentación adecuada y refuerzos horizontales y verticales. Además, es importante estudiar la tierra para caracterizarla y saber si esta debe de mejorarse debido a su expansión y contracción, falta de cohesión, etc. [Carazas, W., 2002]

##### **BAHAREQUE**

Antecedentes históricos nos demuestran que la construcción mixta estuvo presente en el desarrollo de las civilizaciones que poblaron nuestro planeta, el hombre aprendió a construir su vivienda con tierra y elementos vegetales como estructura, dando así lugar a interesantes formas de viviendas que demuestra una cultura constructiva inteligente. En la actualidad, en diferentes partes del mundo podemos apreciar este patrimonio constructivo y también podemos verificar su continuidad constructiva, a pesar de las exigencias estructurales que la naturaleza presenta, sobre todo frente a los terremotos. Esta alternativa constructiva (estructura y relleno) lleva diferentes nombres según la región, en el Perú “la Quincha”, en Cuba “El Cuje”, en El Salvador “El bahajareque”, el “pao pique” en

Brasil o tabiquería en otros países. Está demostrado que el bahareque o similar responde satisfactoriamente frente a los sismos, sus características físico-mecánicas resultan apropiadas, últimos sismos (Ejemplo: América Central) dan fe de ello, también estudios científicos realizados han confirmado la eficacia de este sistema constructivo. [Carazas, W., Rivero, A., 2002]

### MADERA

Desde el punto de vista estético o decorativo las cubiertas de madera ofrecen una calidez que puede combinar en múltiples estilos, incluidos los más modernos hasta los de edificios históricos. Las razones por las cuales la madera sigue siendo un material popular y vigente a pesar de que han pasado miles de años son las siguientes (específicamente para las cubiertas): 1. Son más ligeras y con una cubierta de este tipo, el conjunto requiere de menor cimentación. 2. La instalación es más rápida. Gran parte del trabajo se realiza en el taller, lo que implica tiempos más rápidos. Y tras la instalación no hacen falta tiempos de secado, lo que los reduce aún más. 3. Aislamiento térmico y acústico. La madera es de forma natural un aislante térmico y acústico. Si además la complementamos con materiales que mejoran estas características naturales, el resultado es realmente bueno. 4. Existen grandes posibilidades de diseño. Más que con cualquier otro material, la madera permite realizar estructuras con composiciones y/ diseños diferentes. [Maderame, 2019]

Igualmente, existen muchas presentaciones de madera que se utilizan en la construcción, por mencionar algunas están los tablonos de triplay para las cimbras, las vigas de madera maciza, vigas laminadas, panel sándwich, tableros de fibras orientadas (OSB), etc. Es necesario tener una buena asesoría para saber cuál presentación es la mas conveniente para cada tipo de proyecto.

## **IMEPLAN**

### **FICHAS ERD**

La evaluación que se realiza según los criterios que marca el IMEPLAN es una evaluación general de la edificación y de su estado actual la cual se divide en diferentes áreas la cuales hay que abordar. Esta es una evaluación cualitativa siendo un proceso que permite analizar las características y problemas de la edificación a valorar desde la perspectiva de los actores involucrados. Se realizó a través de un contacto directo y continuo en el campo de estudio, esto permite obtener una visión general de la estructura y del contexto donde se ubica.

Esta no es una evaluación formal y no sustituye a un dictamen o evaluación estructural, este es sólo un diagnóstico de las características que requiere saber el IMEPLAN para la toma de decisiones en la distribución de los recursos.

Las áreas que cubre este diagnóstico que son las fichas de Evaluación Rápida de daños (ERD) son su información general y su ubicación, así como la forma de contactar a la administración, su estado de operación, las características físicas del lugar, las características estructurales y constructivas, evaluación económica, evaluación de daños de la infraestructura, el diagnóstico final y sus respectivas observaciones.

## 2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

### **SIERRA DE QUILA**

Como parte del trabajo colaborativo del PAP Programa de Desarrollo de Tecnología Apropiada para la Edificación y Diseño de Vivienda, trabajamos con el Organismo Público Descentralizado Sierra de Quila (OPD Sierra de Quila), en la proyección de un área destinada para baños en la zona de acampar en Sierra de Quila, Jalisco.

Una de las finalidades de esta colaboración es el uso de materiales que se encuentran en la zona y aplicación de sistemas constructivos sustentables. Por nuestra parte, nos enfocamos en la propuesta de la cubierta de los baños, mismos que serán edificados con adobes de arcilla y sustrato de Ocochal localizados en Sierra de Quila.

La parte estructural de la cubierta se hará con madera de pino, se hicieron dos propuestas, un considerando una cubierta plana, la cual soportaría un tinaco para el abastecimiento de agua en los baños, con cubierta de triplay. Mientras que la segunda propuesta es una cubierta a dos aguas con inclinación del 10%, coronado con láminas de triplay y lámina corrugada R-101.

#### *Visita*

En la visita a Sierra de Quila se observó que solamente existen dos baños para cada género, ubicados en la primera zona de acampar, localizados a más de 300 metros de la segunda zona para acampar, de acuerdo con la declaración de uno de los integrantes del organismo, la distancia provoca que los campistas prefieran ir al río en lugar de caminar y utilizar estas instalaciones, lo que impacta en la fauna protegida de Sierra de Quila.



*Figura 5.- Rio de Sierra de Quila. Imagen propiedad del autor.*

Se tomaron muestras de suelo de la zona en donde se pretenden construir los baños, retirando aproximadamente 40 cm de capa vegetal y tomando dos costales para las pruebas. Además, se obtuvieron muestras de suelo encontrado a pie de un talud en derrumbe, este suelo a simple vista parece tener una mezcla de arcillas y arenas la cual es favorable para la mezcla de BTC.



*Figura 6.- Humedal de captación de desechos sanitarios. Imagen propiedad del autor.*

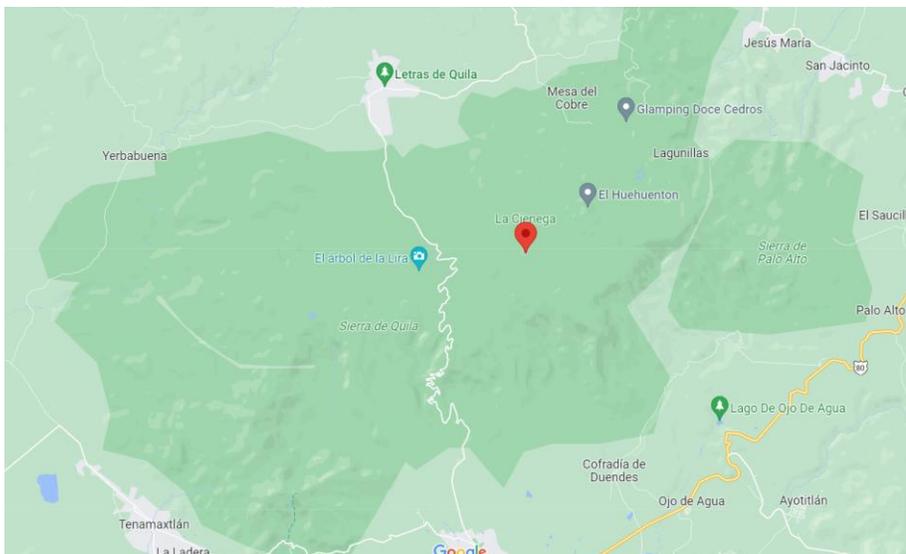
Así también, se obtuvieron medidas de la estructura donde se va a proyectar una cubierta de madera, esta cubierta estará apoyada sobre 3 armaduras de acero a los tercios del claro, y en los extremos en columnas de concreto de 40x40cm.



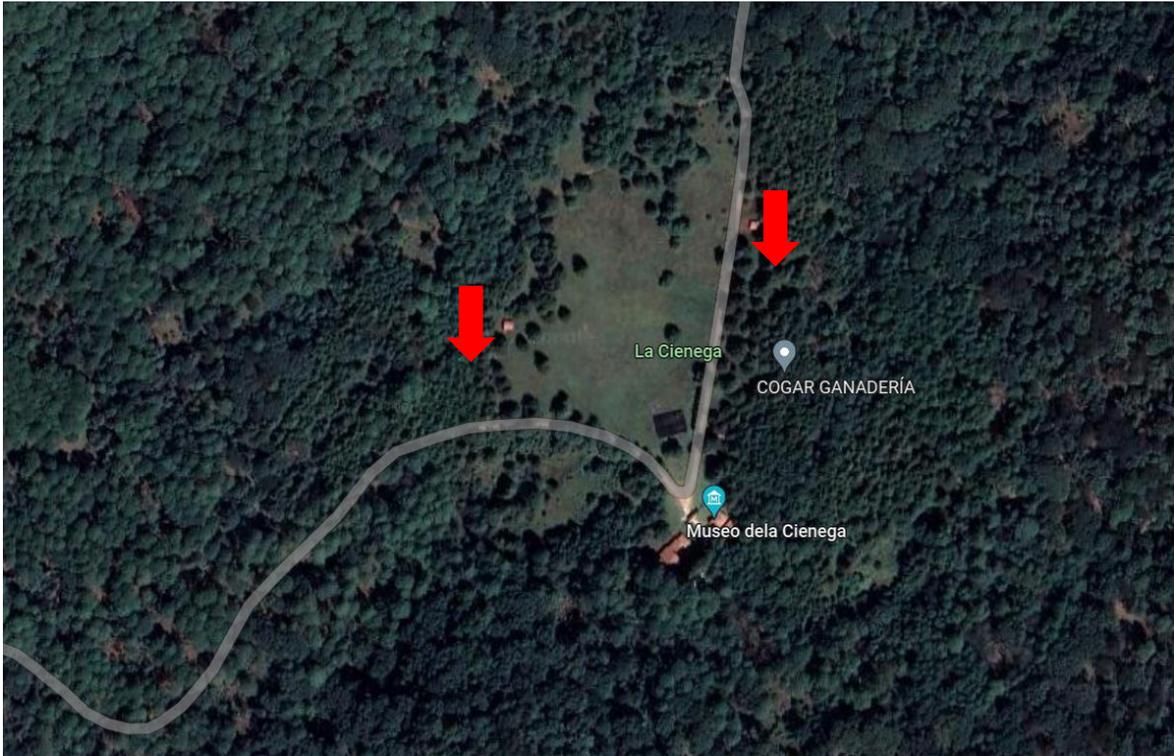
*Figura 7. Lugar de medición para cubierta de madera. Imagen propiedad del autor.*

El siguiente paso, una vez que el proyecto arquitectónico de los baños se finalizó, fue diseñar y calcular los elementos estructurales que conforman las dos propuestas de cubierta de estos. Para esto se utilizó el reglamento de Guadalajara, las especificaciones del American Wood Council y las Normas Técnicas Complementarias.

Una vez terminados los cálculos para las dos propuestas se realiza la representación gráfica de los elementos para completar el presupuesto de obra.



*Figura 8. Croquis de Sierra de Quila, pin muestra la zona de estudio de La Ciénega. Extraído de Google Maps*



**Figura 9.** Croquis de Sierra de Quila, el pin muestra las zonas de camping en La Ciénega. Extraído de Google Maps.

## IMEPLAN

Debido al desplazamiento que han sufrido los tradicionales mercados al tener que competir con supermercados y empresas trasnacionales, los locatarios de los mercados han abandonado sus locales y han cambiado de giro mercantil causando que un gran número de mercados se deterioren con el tiempo y el desuso.

Es por esta problemática que el IMEPLAN creó una base de datos en la cual se tiene la información del estado en el que se encuentra los mercados municipales de la ZMG. La función de esta base de datos es la accesibilidad a las dependencias que tienen posibilidad de realizar obras o remodelaciones que mejoren la calidad y estado en el que se encuentran los mercados.

El rol del PAP en esto es apoyar con el llenado de esta base de datos realizando fichas de diagnóstico haciendo visitas de inspección a los mercados asignados. En estas visitas se hace un levantamiento fotográfico general del lugar, así como de las diferentes observaciones que se consideran importantes atender.



*Figura 10. Grieta estructural en muro en mercado 1ro de Mayo. Imagen propiedad del autor.*



*Figura 11. Columna y trabe sin continuidad en mercado 1ro de Mayo. Imagen propiedad del autor*

En este caso, fueron asignados 7 mercados, 3 en Tonalá y 4 en Tlaquepaque, se realizó el levantamiento de todos en un mismo día. Cada visita conllevaba identificar problemas estructurales, de higiene, y de seguridad, tanto para los locatarios como para el usuario y tomar evidencia fotográfica de dichas observaciones. Así también, en cada visita se entrevistaban locatarios y a los encargados cuando se encontraban en el lugar para conocer a más detalle el mercado en cuestión y las necesidades más importantes que presentaban

Una vez terminados los levantamientos en campo, se realiza una ficha ERD con el formato proporcionado por el IMEPLAN, en esta ficha se especifica el estado de servicio en la que se encuentra el mercado con un sistema de colores de semáforo. Siendo el rojo = inseguro; amarillo= Uso restringido; verde= habitable.

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.

Interna     
  Externa     
  Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.

	Habitable
	Uso restringido
X	Inseguro

67. Recomendaciones de intervención.

X	Evaluación o dictamen estructural
X	Mantenimiento mayor
	Mantenimiento menor
	Otros (especificar)

Figura 12. Ejemplo de Diagnóstico de mercado municipal. Extraído de fuentes del IMEPLAN

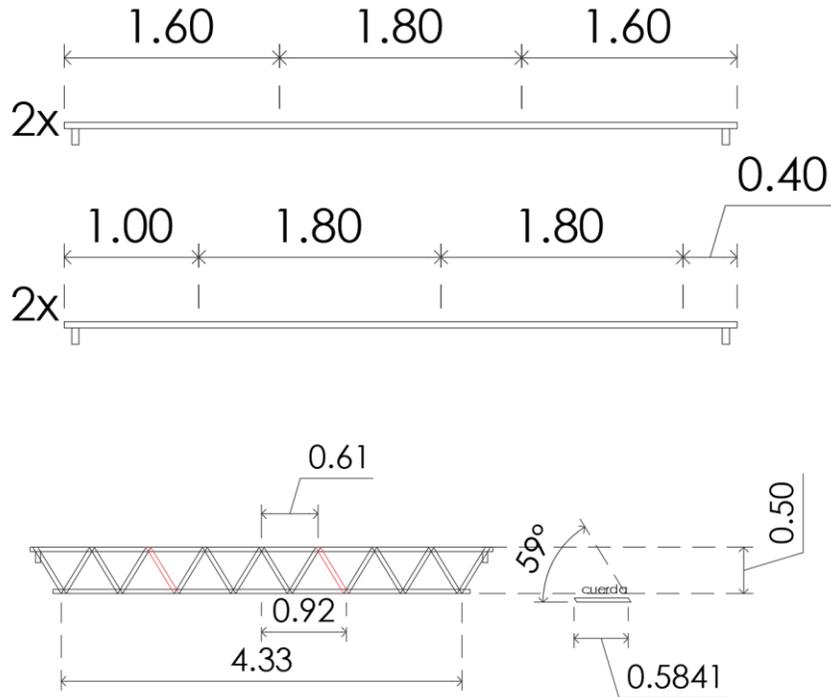
## *Madera*

### *Fabricación de joist*

Considerando el diseño inicial de una vivienda de bahareque con medidas de 4.80 x 4.80 m, se fabricó una viga joist de madera, para hacer las pruebas pertinentes, conocer su funcionamiento y su resistencia.

La cuerda superior del joist cuenta con dos piezas paralelas conectadas entre sí por las diagonales que a su vez conectan la cuerda inferior y la cuerda superior. Para su fabricación se utilizaron piezas de madera con sección de 2" x 4", las cuerdas están conformadas de dos perfiles rectangulares de 4"x4" y las diagonales siendo perfiles de 2"x4" se conectan entre los dos perfiles de las cuerdas. Para obtener mayor resistencia e integridad estructural cada una de las piezas que formaban la cara externa de las cuerdas fueron creadas uniendo dos piezas de 2"x4", y cada una de estas piezas tiene longitud distinta, esto con la finalidad de que no coincidan las uniones en ningún punto y evitar puntos débiles, de manera que la sección de cada uno de los elementos que formaban las cuerdas es de 4" x 4".

Además, los dos perfiles que conformaban cada cuerda fueron conectados entre sí por medio de pasadores, colocados en la parte central de la base de los triángulos formados por las diagonales, así como en los puntos donde existían uniones, esto para garantizar que los dos perfiles en la cuerda trabajen en conjunto. Así también, ningún pegamento fue utilizado para las conexiones de las piezas, estas fueron a base de pijas y clavos. Para finalizar la construcción del joist, se fabricaron los apoyos ubicados en la cuerda superior logrando un claro de 5m.



**Figura 13.-** Medidas de los polines de madera para realizar las cuerdas del joist. Igualmente se incluye un plano de las dimensiones entre diagonales, el peralte del joist, los apoyos y la inclinación que debía tener cada cuerda. Imagen propiedad del autor.



**Figura 14.-** Joist de madera. Imagen propiedad del autor.

Las diagonales crean un triángulo con base de 61 cm y peralte de 50 cm, la cuerda superior tiene una longitud de 5 m, mientras que la cuerda inferior mide 4.50 m. las diagonales se unen entre las dos cuerdas tanto superiores como inferiores. Esta configuración de las diagonales generando un espacio entre cada una de las cuerdas

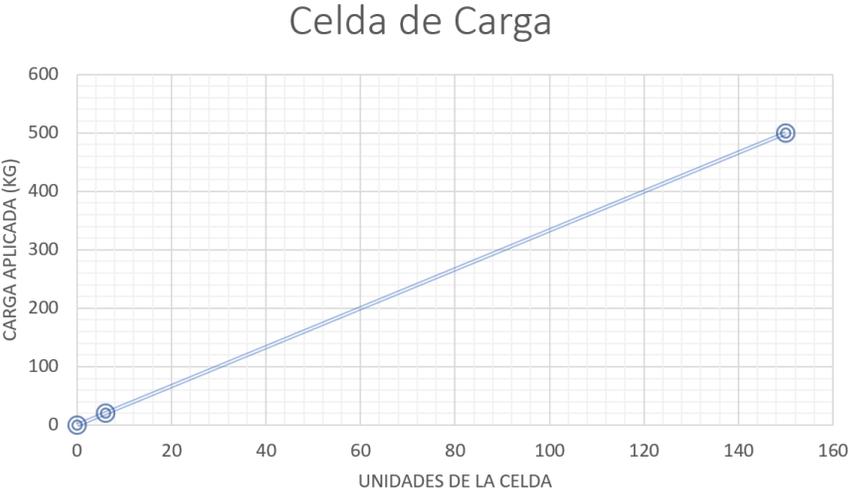
permite tener una mayor capacidad a compresión a la cuerda en compresión de la armadura y aumentar la capacidad del elemento a sufrir un efecto fuera del plano (pandeo lateral). Para conectar los miembros estructurales se utilizaron pijas rápidas de madera de 2" y 3", las de menor tamaño se utilizaron para unir las duelas individuales de madera para generar las cuerdas superiores e inferiores del elemento, las de mayor tamaño se utilizaron para conectar las cuerdas con las diagonales del elemento.



**Figura 15.-** Estructuración de elementos de madera en joist. Imagen propiedad del autor.

Para ensayar la armadura se realizó un marco de reacción en el laboratorio de estructuras mayores entre el suelo y 2 ménsulas de acero, la carga fue aplicada mediante un gato hidráulico y medida con la ayuda de una celda de carga. El joist se probó girado  $180^\circ$  sobre su eje X, esto para facilitar el uso del gato que aplica la carga, así como la colocación del joist en las ménsulas de acero. Para aplicar la carga, se colocaron dos bloques de arcilla extruidos, seguido de una placa de acero, estos dos elementos para evitar algún desplazamiento extraordinario cuando el gato estuviera aplicando la carga. Seguido de la placa se coló una celda de carga, con una función de tomar la lectura de los datos, y finalmente encima de esta se colocó el gato. Además, se optó por colocar un pedazo de

madera entre el gato y el joist para tener una mejor distribución de carga y evitar fuerzas punzantes en los elementos de madera. Para calibrar la celda de carga se colocó una cubeta de una masa de 20 kg sobre la celda y se tomó lectura una lectura de 6 unidades en el monitor de la celda. A continuación, se muestra un gráfico que muestra el comportamiento lineal del incremento de carga reportado por la celda:



**Figura 16.** correlación entre valor reportado por la celda de carga y fuerza aplicada. Tabla propiedad del autor



**Figura 17.** Configuración en la base del gato para aplicar la carga. Imagen propiedad del autor.

Durante el ensaye además se colocó una regla graduada para poder medir los desplazamientos que sufrió la armadura a través de los incrementos de carga. En la siguiente figura se muestra la carga máxima al momento de la falla reportada por la celda de carga, mediante la imagen 5 podemos entonces determinar que la carga máxima resistida fue de aproximadamente 465kg.



**Figura 18.** Carga crítica al momento de la falla. Imagen propiedad del autor.

Asimismo, se muestra el modelo analítico simplificado de la armadura y se muestra la distribución de la fuerza cortante y la distribución de momentos flectores. En la imagen 7 podemos observar que la sollicitación del cortante fue constante a lo largo de todo el claro con una magnitud de 233 kg y que el momento flector máximo se presentó en la zona

central del claro coincidiendo con el punto de aplicación de la carga, teniendo una magnitud de 581 kg\*m:

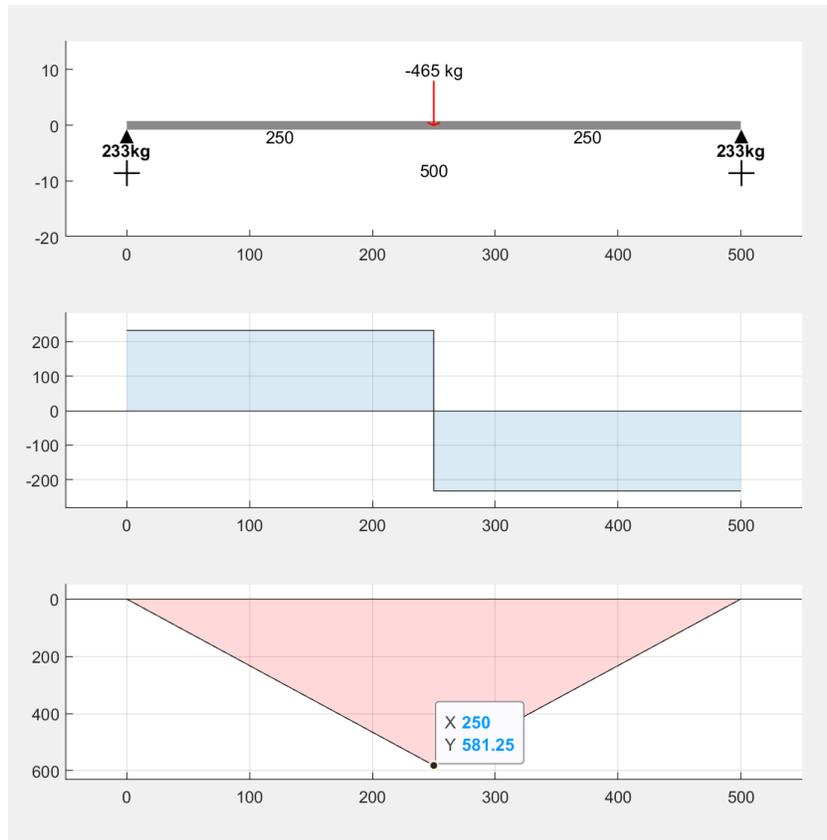


Figura 19. Solicitaciones (cortante y momento flector) al momento de la falla. Imagen propiedad del autor.

A pesar de que el momento flector incrementa a razón de  $P*L/4$ , siendo un claro considerable y competitivo para salvar espacios con claros grandes, el estado límite que rigió la capacidad de la armadura fue el cortante. Esta situación se puede aseverar dado que la falla de los miembros se dio en las diagonales cerca del apoyo izquierdo. Además, se concluyó que el sistema de conexión entre las cuerdas y las diagonales mediante pijas no es la mejor metodología debido a que esto ocasionó que las diagonales presentaran rasgaduras paralelas a la fibra el momento de la falla. Así también, las pijas sufrieron deformaciones evidenciando el esfuerzo concentrado recibido en estas. Esto causó que la carga última fuera considerablemente menor a lo esperado.



**Figura 20.** Deformación de pija ubicada en diagonales donde se presentó la falla. Imagen propiedad del autor.



**Figura 21.** Falla por aplastamiento en diagonal debido a conexión a base de pijas. Imagen propiedad del autor.



**Figura 22.** Falla en diagonal por cortante, rasgadas paralelas a fibras. Imagen propiedad del autor.

También se tomó media del desplazamiento en el centro del claro. Debido a que el micrómetro presentó fallas y no pudo ser usado de manera correcta, se optó por colocar una regla en el centro del claro y tomar un video de la prueba enfocado a la regla para obtener el desplazamiento máximo.

En el punto inicial antes de aplicar la carga, la medida marcada en la regla era de 23.8cm, al momento del fallo esta medida era de 30.1cm, por lo que se tuvo un desplazamiento máximo de 63mm. Debido a la poca precisión del método de medición utilizado, se considera un margen de error de  $\pm 5\text{mm}$ .



**Figura 23.** Joist en estado de deflexión máxima. Imagen propiedad del autor.



**Figura 24.** Configuración de lectura de desplazamiento. Imagen propiedad del autor.

### 3. Resultados del trabajo profesional

#### **SIERRA DE QUILA**

##### Propuesta 1

La planta de los baños cuenta con dimensiones de 5.56 x 5.17 m, por lo que el área designada para los baños es de 28.75 m<sup>2</sup>, mientras que la cubierta cuenta con dimensiones de 6.15 x 5.77 m, teniendo un área total de 35.50 m<sup>2</sup>. Consideramos vigas de madera con sección de 8" x 4".

En la entrada principal a los baños tenemos un vano de 2.20 m, misma que cuenta con una dala de cerramiento de 2.65 m, que soporta la viga transversal con longitud de 2.15 m, soportada en el muro de mampostería que divide los baños de hombres y mujeres.

El perímetro de los baños tiene como dala de coronación vigas de madera con la sección determinada anteriormente, con longitud de 2.65 m. Paralelo a la entrada de los baños hay 7 líneas de vigas con longitud de 2.65 m. que se soportan en las dalas de coronamiento del perímetro y en la dala de coronamiento sobre el muro divisorio, separadas entre sí por 61 cm. Se consideran contrafuertes en ambas direcciones para cada una de las esquinas del plano, así como en el centro de los muros perimetrales.

Un tinaco con capacidad de 750 L. se colocará al centro de las dos vigas, localizado en las últimas dos hileras de vigas, cercanas a la esquina inferior izquierda en el plano, sobre el área destinada para el baño de mujeres.

Montado sobre las vigas se coloca una lámina de triplay de ¾", con impermeabilizante.

Para esta propuesta consideramos una cubierta a dos aguas con, teniendo un área de 17.89 m<sup>2</sup> cada una de ellas, con un área total de lámina de triplay de ¾" de 35.78 m<sup>2</sup>, además sobre la lámina de triplay se incluye una lámina corrugada R-101.

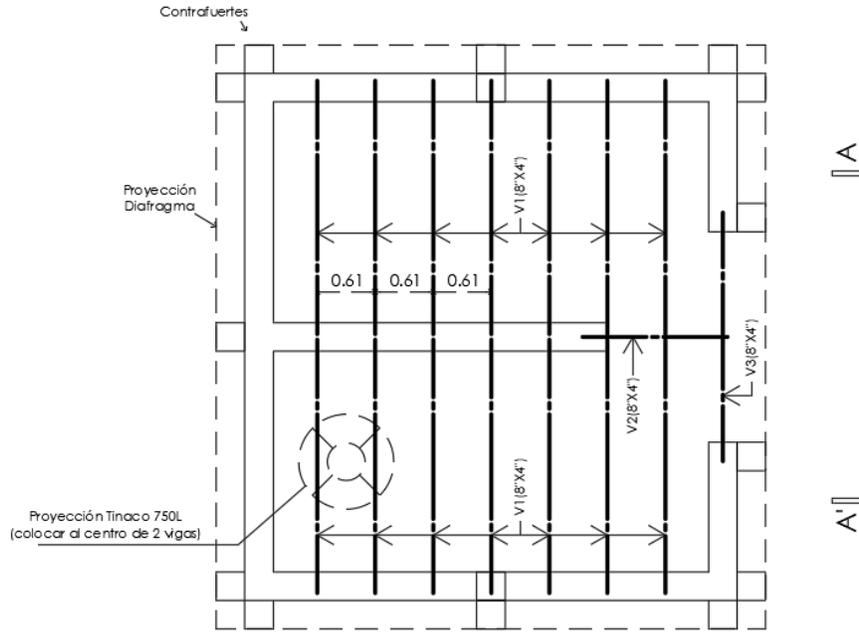


Figura 25.- Plano de la primera propuesta de cubierta para baños. Imagen propiedad del autor.

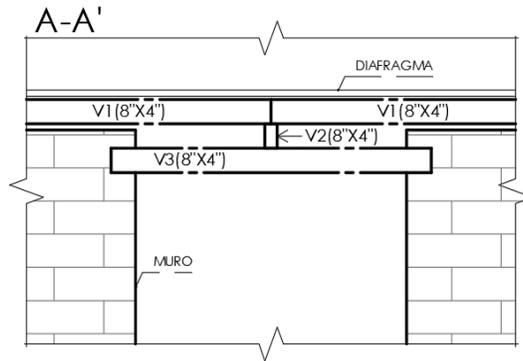


Figura 26.- Alzado lateral de la propuesta 1. Imagen propiedad del autor.

## Propuesta 2

La planta de los baños cuenta con dimensiones de 5.56 x 5.17 m, por lo que el área designada para los baños es de 28.75 m<sup>2</sup>, con una proyección del diafragma de la cubierta con dimensiones de 6.15 x 5.77 m. Consideramos vigas de madera con sección de 8" x 4".

Para esta propuesta consideramos una cubierta a dos aguas con, teniendo un área de 17.89 m<sup>2</sup> cada una de ellas, con un área total de lámina de triplay de ¾" de 35.78 m<sup>2</sup>, además sobre la lámina de triplay se incluye una lámina corrugada R-101.

En la entrada principal a los baños tenemos un vano de 2.20 m, misma que cuenta con una dala de cerramiento de 2.65 m, que soporta la viga transversal con longitud de 2.15 m, soportada en el muro de mampostería que divide los baños de hombres y mujeres. Los muros perimetrales de los baños tienen como dala de coronación vigas de madera con la sección determinada anteriormente, con longitud de 2.65 m.

Paralelo a la entrada de los baños hay 12 líneas de vigas con longitud de 2.65 m. que se soportan en las dalas de coronamiento del perímetro y en la dala de coronamiento sobre el muro divisorio, separadas entre sí por 40 cm. Colocamos contraflambeos, con sección de 4"x2", perpendiculares a las vigas que soportan la cubierta. A continuación, se presenta el detalle de la configuración de los contraflambeos:

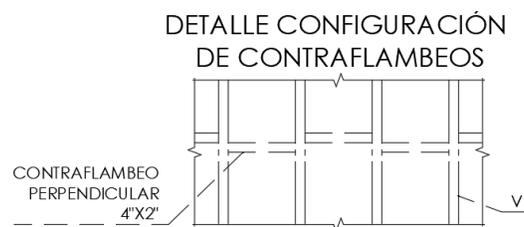


Figura 27.- Detalle de configuración de los contraflambeos. Imagen propiedad del autor.

Se consideran contrafuertes en ambas direcciones para cada una de las esquinas del plano, así como en el centro de los muros perimetrales.

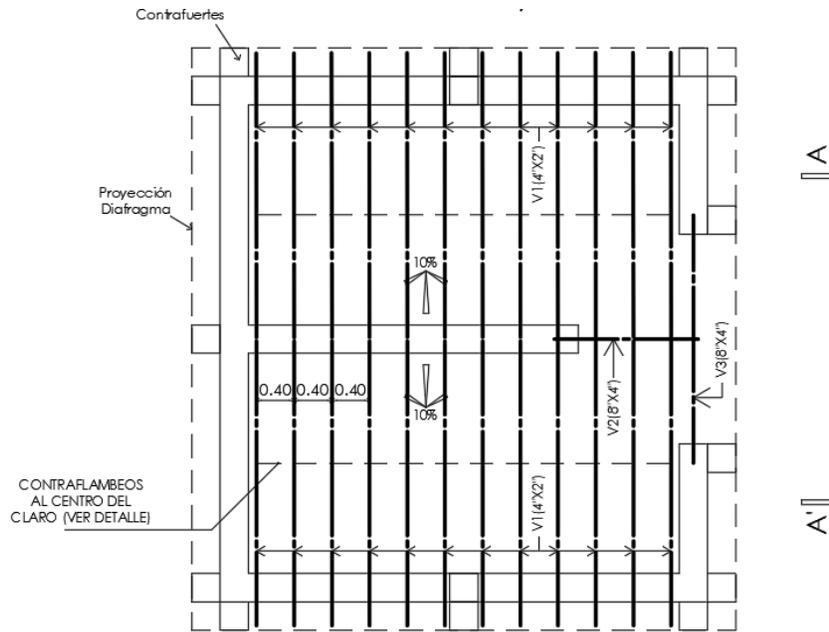


Figura 28.- Plano de la segunda propuesta de cubierta para baños. Imagen propiedad del autor.

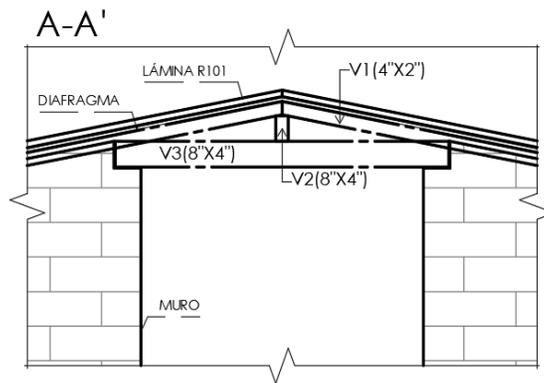


Figura 29.- Alzado lateral de la propuesta 2. Imagen propiedad del autor.

## **IMEPLAN**

Respecto a este apartado se realizó la primera visita a un mercado para tomar la capacitación por parte del personal del IMEPLAN (Martín), de igual forma se hizo el llenado de la ficha del mercado San Juan de Dios junto con su memoria fotográfica. Las próximas fichas de los 7 mercados asignados al equipo C (morado) fueron llenadas en el transcurso del semestre y fueron enviadas para su revisión, donde se recibió los comentarios pertinentes, se realizaron las correcciones necesarias, siendo enviadas de nuevo a los encargados y finalmente validadas.

A continuación, se presenta un resumen de los hallazgos en cada mercado:

## Capacitación en el Mercado San Juan de Dios



Figura 30.- Sistema prohibido en el reglamento de GDL. Imagen propiedad del autor.



Figura 31.- Presencia de humedades en la losa. Imagen propiedad del autor.

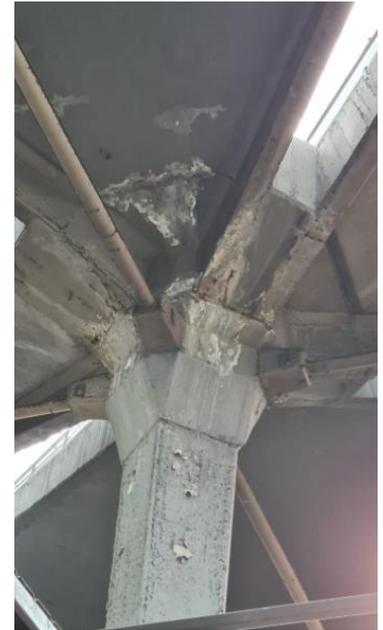


Figura 32.- Nodos del sistema estructural prohibido. Imagen propiedad del autor.

Evaluación de daños de la infraestructura				
61. Evaluación de daños estructurales			63. Inspección externa: Condiciones observadas	
	Grado de daño			
	Ninguno/menor	Moderado	Severo	
Columnas	X			Estructura funcional
Muros de carga / portantes	N/A			Colapso total
Vigas / trabes	X	N/A	N/A	Colapso parcial
Nudos (unión viga-columna)	X			Separación de cimentación
Uniones permeadas/soladas	N/A		N/A	Inclinación por asentamiento
Losas de rodamiento		X		Inclinación por daño estructural
Losas de entepiso y cubierta			X	
62. Evaluación de daños no estructurales				
	Grado de daño			
	Ninguno/menor	Moderado	Severo	
Revestimientos			X	
<b>INSTALACIONES</b>				
Eléctricas		X		
Hidrosanitarias	X			
Ventilación	X			
Escaleras de acceso		X		
Ventanería/vidrio		X		
Puertas/salidas de emergencia	X			
				SÍ
				NO

Figura 33.- Resumen fichas ERD. Imagen propiedad del autor.

# 1. Mercado Miravalle



Figura 34.- Travesaños sin continuidad. Imagen propiedad del autor.



Figura 35.- Humedades serias en paredes de los baños de los locatarios. Imagen propiedad del autor.



Figura 36.- Sistema de cubierta mixto. Imagen propiedad del autor.

61. Evaluación de daños estructurales			
	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X		
Muros estructurales	X		
Vigas o travesaños	X		
Nodos (unión viga-columna)	X		
Daños en losas / sistemas de piso	X		
Separación de la cimentación	X		
Inclinación estructural	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X		

62. Evaluación de daños no estructurales			
INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados		X	
Ventanería / vidrios		X	
Muros divisorios / tapón	X		
Cielo raso / plafones	NA		
Puertas / mobiliario fijo	X		
Instalaciones eléctricas	X		
Instalaciones de gas		X	
Instalaciones hidrosanitarias	X		
Aire acondicionado / extracción	NA		
Cubiertas	X		

Figura 37.- Resumen fichas ERD. Imagen propiedad del autor.

## 2. Mercado las Juntas



**Figura 38.-** Tapas de registros rotas. Imagen propiedad del autor.



**Figura 39.-** Acero de refuerzo expuesto en poste de luz. Imagen propiedad del autor.



**Figura 40.-** Excentricidades en apoyos. Imagen propiedad del autor.

61. Evaluación de daños estructurales			
	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X		
Muros estructurales	X		
Vigas o trabes	X		
Nodos (unión viga-columna)	X		
Daños en losas / sistemas de piso	X		
Separación de la cimentación	X		
Inclinación estructural	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X		

62. Evaluación de daños no estructurales			
INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados	X		
Ventanería / vidrios	X		
Muros divisorios / tapón	X		
Cielo raso / plafones	X		
Puertas / mobiliario fijo	X		
Instalaciones eléctricas	X		
Instalaciones de gas	X		
Instalaciones hidrosanitarias	X		
Aire acondicionado / extracción	X		
Cubiertas	X		

**Figura 41.-** Resumen fichas ERD. Imagen propiedad del autor.

### 3. Mercado 1ero de Mayo



Figura 42.- Testigos activos por asentamiento diferencial. Imagen propiedad del autor.



Figura 43.- Pandeos en cubiertas. Imagen propiedad del autor.



Figura 44.- Pérdida de sección del muro por el vano de la ventana. Imagen propiedad del autor.

61. Evaluación de daños estructurales				62. Evaluación de daños no estructurales			
	Grado de daño				Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo	INSTALACIONES	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X			Recubrimientos / acabados			X
Muros estructurales			X	Ventanería / vidrios		X	
Vigas o trabes	X			Muros divisorios / tapón	X		
Nodos (unión viga-columna)	X			Cielo raso / plafones	NA		
Daños en losas / sistemas de piso	X			Puertas / mobiliario fijo	X		
Separación de la cimentación	X			Instalaciones eléctricas		X	
Inclinación estructural	X			Instalaciones de gas	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento		X		Instalaciones hidrosanitarias	X		
				Aire acondicionado / extracción	NA		
				Cubiertas		X	

Figura 45.- Resumen fichas ERD. Imagen propiedad del autor.

#### 4. Mercado Fovissste Miravalle



**Figura 46.-** Muros ranurados. Imagen propiedad del autor.



**Figura 47.-** Muros con presencia de lama debido a humedades Imagen propiedad del autor.



**Figura 48.-** Segundo piso agregado con el tiempo. Imagen propiedad del autor.

#### 61. Evaluación de daños estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X		
Muros estructurales	X		
Vigas o trabes	X		
Nodos (unión viga-columna)	X		
Daños en losas / sistemas de piso	X		
Separación de la cimentación	X		
Inclinación estructural	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X		

#### 62. Evaluación de daños no estructurales

INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados			X
Ventanería / vidrios	NA		
Muros divisorios / tapón		X	
Cielo raso / plafones	NA		
Puertas / mobiliario fijo	X		
Instalaciones eléctricas		X	
Instalaciones de gas	X		
Instalaciones hidrosanitarias	X		
Aire acondicionado / extracción	NA		
Cubiertas		X	

## 6. Mercado Plaza Palenque



Figura 49- Jardinera rota. Imagen propiedad del autor.



Figura 50.- Herrería con corrosión. Imagen propiedad del autor.



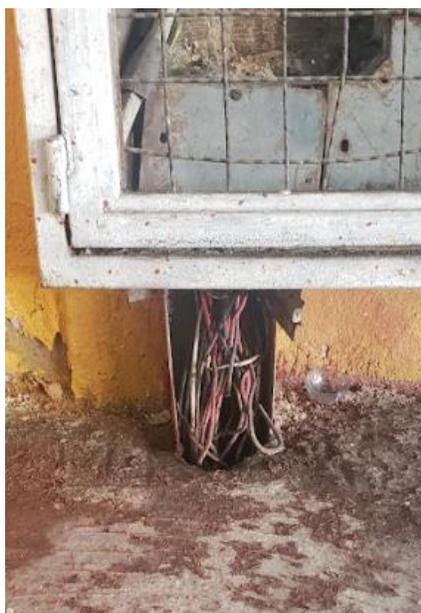
Figura 51.- Polimería de acero de las cubiertas flechadas. Imagen propiedad del autor.

61. Evaluación de daños estructurales				62. Evaluación de daños no estructurales			
	Grado de daño			INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo		Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X			Recubrimientos / acabados		X	
Muros estructurales	X			Ventanería / vidrios		X	
Vigas o trabes	X			Muros divisorios / tapón	X		
Nodos (unión viga-columna)	NA			Cielo raso / plafones	NA		
Daños en losas / sistemas de piso	X			Puertas / mobiliario fijo		X	
Separación de la cimentación	X			Instalaciones eléctricas	X		
Inclinación estructural	X			Instalaciones de gas	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X			Instalaciones hidrosanitarias	X		
				Aire acondicionado / extracción	NA		
				Cubiertas			X

## 7. Mercado Loma Dorada



**Figura 52.-** Mercado cerrado. Imagen propiedad del autor.



**Figura 53.-** Instalaciones eléctricas expuestas. Imagen propiedad del autor.



**Figura 54.-** Lavaderos sin instalaciones. Imagen propiedad del autor.

### 61. Evaluación de daños estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X		
Muros estructurales	X		
Vigas o trabes	X		
Nodos (unión viga-columna)	X		
Daños en losas / sistemas de piso	X		
Separación de la cimentación	X		
Inclinación estructural	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X		

### 62. Evaluación de daños no estructurales

INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados		X	
Ventanería / vidrios	X		
Muros divisorios / tapón	X		
Cielo raso / plafones	NA		
Puertas / mobiliario fijo	X		
Instalaciones eléctricas		X	
Instalaciones de gas	X		
Instalaciones hidrosanitarias	X		
Aire acondicionado / extracción	NA		
Cubiertas	X		

## 8. Mercado José Clemente Orozco



Figura 55.- Escalones sin mosaico y sin cinta antiderrapante. Imagen propiedad del autor.



Figura 56.- Poste con cableado peligroso. Imagen propiedad del autor.



Figura 57.- Banquetas en mal estado. Imagen propiedad del autor.

### 61. Evaluación de daños estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X		
Muros estructurales	X		
Vigas o trabes	X		
Nodos (unión viga-columna)	X		
Daños en losas / sistemas de piso	X		
Separación de la cimentación	X		
Inclinación estructural	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X		

### 62. Evaluación de daños no estructurales

INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados	X		
Ventanería / vidrios	X		
Muros divisorios / tapón	X		
Cielo raso / plafones	N/A		
Puertas / mobiliario fijo	X		
Instalaciones eléctricas	X		
Instalaciones de gas	X		
Instalaciones hidrosanitarias	X		
Aire acondicionado / extracción	N/A		
Cubiertas	X		

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

Aprendizajes profesionales

*Ana Sofía Ortiz López*

El PAP me ha ayudado a comprender, utilizar y terminar con tabúes constructivos realizados en torno a los materiales sustentables. Gracias a las investigaciones y a las prácticas de laboratorio, comprobamos que las propiedades mecánicas tanto de la madera como del bambú son excepcionales para actividades como la construcción gracias a su baja densidad y su alta resistencia a esfuerzos de compresión y tensión. Las desventajas de estos recursos naturales consisten en que son materiales anisotrópicos por lo que no se puede generalizar los datos a todos los elementos y podrían existir zonas imperfectas que se convertirían en puntos frágiles. Otro obstáculo importante son las conexiones ya que estos dos materiales pueden sufrir de esfuerzos importantes de cortante causando rompimientos a lo largo de las fibras.

En referencia al IMEPLAN, me ha encantado poder presenciar y detectar un caso de la vida real de lo que se vio en clase como es un asentamiento diferencial en una de las revisiones de un mercado y poder reportarlo a tiempo en un documento oficial para que los locatarios no sufran consecuencias fatales o económicas fuertes. En conclusión, este PAP ha servido para incentivar la utilización de materiales alternativos como es la tierra y el bambú y no tan alternativos como la madera, adecuarlos a una necesidad específica y convencer a la sociedad de lo que son capaces de realizar.

*Bernardo Aguilera Carrillo*

Con las actividades realizadas a lo largo del semestre he aprendido bastante sobre la construcción con materiales sustentables, económicos y de fácil acceso en nuestro entorno, me parece especialmente interesante ver el potencial de la madera y el bambú como elementos estructurales, ya que tenemos la concepción de que la madera solamente se

utiliza para acabados y en cabañas, pero se puede hacer mucho más ambiental y socialmente responsable con este material, como todos los materiales hay ventajas y desventajas en el uso de la madera, pero aprendí que técnicas innovadoras que reducen estas desventajas y postulan este material como una muy buena opción como elemento constructivo.

He aprendido mucho más sobre el funcionamiento de las organizaciones al estar en contacto con el IMEPLAN y el OPD Sierra de Quila, este acercamiento y las actividades que realizamos como resultado de este, me ha permitido generar habilidades de relación, misma que me parece sumamente importante para la vida profesional.

*Gabriel Salazar Ramírez*

A lo largo del PAP no solo en este semestre si no también en verano, aprendí diferentes métodos para llevar a conocer de diferentes formas a resistencias que tienen los materiales alternativos para la construcción, así como para conocer sus ventajas y desventajas. La madera es un material muy eficiente, debido a su relación entre peso resistencia, sin embargo, este material le falta un por ser más normalizado, en especial las conexiones. En la fabricación del joist nos dimos cuenta de que al no tener las conexiones entre elementos bien definidas o alguna referencia para conocer la manera correcta de hacerlas, causa que los puntos críticos sean las conexiones y no los elementos en sí, ya que en verano realizando diferentes pruebas al material nos percatamos de que la resistencia es alta, sin embargo, una mala conexión causa que el elemento falle con menos de la mitad de la fuerza esperada.

Así también el realizar pequeños módulos de diferentes sistemas constructivos alternativos como lo es el Bahareque y los adobes fueron ejercicios que aportaron bastante al conocimiento del proceso constructivo, así como los tiempos y material necesarios para su correcta ejecución. El ejecutarlos iterando con diferentes dosificaciones fue útil para conocer el comportamiento del sistema constructivo dependiendo de que material es el que predomina en las mezclas.

*Héctor Javier de Anda Martín*

Este PAP ha sido una oportunidad importante para desarrollar una competencia que pocas veces podemos visualizar como importante, sin embargo, para mi es fundamental. Esta competencia se trata de poder revisar, leer, e interpretar diferentes reglamentos de construcción ya que como ingenieros civiles estamos obligados a utilizar diferentes reglamentos y códigos de construcción para poder garantizar seguridad estructural y realizar todo tipo de diseños mediante el conocimiento actualizado y no de forma obsoleta. Recuerdo que hace tan solo 3 semestres cuando cursaba la clase de ingeniería sísmica estuvimos trabajando con concordancia de las NTC 2017, y en esta ocasión durante el PAP, tuve la oportunidad de visitar este reglamento y darme cuenta de que habían hecho algunas actualizaciones importantes. A partir de ello desarrollé una hoja de cálculo que me servirá para revisar la capacidad a cortante y compresión de muros de mampostería y concreto en el ejercicio profesional.

## Aprendizajes sociales

*Ana Sofía Ortiz López*

La sociedad está acostumbrada a utilizar los materiales convencionales como son los blocks, ladrillos, concreto y acero porque son aquellos que existen en una normativa, que se han estudiado y que comprendemos su funcionamiento. Sin embargo, gracias al PAP nos hemos percatado que materiales como son los blocks o los ladrillos que en cierto modo si están normalizados, estos no cumplen con los requerimientos mínimos de resistencia por lo que dejan una deficiencia grande tanto en la calidad de los materiales como en el alcance de los reglamentos. Además, la “costumbre” de utilizar los materiales convencionales en las practicas constructivas en México está de lo más arraigado por lo que la transición significaría un esfuerzo enorme.

*Bernardo Aguilera Carrillo*

Es muy interesante ver aplicado el propósito de los Proyectos de Aplicación Profesional, ya que nos permite identificar de mejor manera el enfoque social que tiene nuestra profesión, este semestre pude observarlo al trabajar en prácticas encaminadas a generar manuales y normas constructivas, que tienen como finalidad poner al alcance de personas que no tienen la capacidad económica para construir una vivienda con materiales y procesos convencionales, buscando una manera en la que puedan construir su patrimonio con materiales económicos que se encuentran en la zona, sin dejar de lado la integridad estructural de su vivienda.

De la misma forma, al trabajar con instituciones que brindan servicios a la comunidad como lo es el IMEPLAN y el OPD Sierra de Quila, pude sentirme satisfecho de aplicar los conocimientos adquiridos en a lo largo de la carrera en proyectos aplicados en situaciones reales que benefician socialmente.

*Gabriel Salazar Ramírez*

Es importante no perder de vista que lo aprendido a lo largo de nuestra carrera tiene un objetivo más grande que solo nosotros mismos, es nuestra responsabilidad como ingenieros poner en práctica nuestros conocimientos a la comunidad, ya que si se tiene a oportunidad de poder estudiar y obtener conocimientos a los que la gran mayoría de personas no tiene acceso en México, se deben compartir para ayudar a crecer nuestro entorno social y hacer lo posible para mejorar la calidad de vida de las personas que más lo necesitan. Esto lo hicimos posible realizando el proyecto de los baños en sierra de Quilla, ya que era una problemática a la cual nosotros atendimos en el tiempo que lo necesitaban y hecho con las mejores herramientas a nuestro alcance, terminando con un proyecto profesional de forma gratuita para las personas que lo necesitaban.

*Héctor Javier de Anda Martín*

En este periodo, uno de los momentos importantes fue cuando formamos un vínculo con la organización SDQ, fue muy interesante compartir nuestras perspectivas la primera ocasión y después tras visitar el sitio en cuestión poder asentar físicamente lo que charlamos de forma virtual. Resulta muy interesante ponernos en servicio de las personas encargadas de la organización, sabiendo que algunos de ellos son profesionales es posible que se generen vínculos interesantes donde podremos desenvolvemos con nuevas personas y trabajando para saciar necesidades que posiblemente en ocasiones parecieron ajenas a nosotros. Es necesario trabajar mediante diálogos en diferentes niveles, como lo son el nivel técnico y el nivel empírico, esto ya que las personas de diferentes clases y condiciones sociales comparten la necesidad de viviendas dignas y nosotros como profesionales de la materia debemos ser capaces de comprender sus necesidades y de compartirles nuestras perspectivas sin utilizar tecnicismos para garantizar que la información que deseamos se logre transmitir adecuadamente.

## Aprendizajes éticos

*Ana Sofía Ortiz López*

Después de haber llevado a cabo este tipo de proyectos como los son la elaboración de un refugio hecho de bahareque, adobe y de bambú, hemos encontrado una alternativa para las personas con escasos recursos ya que podrían utilizar materiales localizados en sus mismos terrenos y utilizarlos para la construcción de infraestructura y patrimonio.

La transmisión de conocimiento conlleva una responsabilidad enorme ya que existe una confianza plena de parte de las personas que no saben del tema hacia las personas expertas por lo que debemos ser muy cuidadosos y comprometidos para ofrecerles lo mejor que tenemos ya que muchas personas pueden depender de estos para poder realizar acciones concretas en su vida y que en algún punto estas podrían generarles bienes económicos hasta el punto de depender de ellas.

*Bernardo Aguilera Carrillo*

La vivienda digna es un derecho básico con el que toda persona debe contar, está en nosotros como ingenieros civiles el garantizar que las construcciones cumplan con normas para salvaguardar la vida de las personas que las habitan, es por eso que me parece un proyecto muy noble la generación de herramientas para que las personas que no pueden pagar los servicios de un ingeniero o arquitecto, recurriendo de todas formas a la autoconstrucción, puedan hacerlo de forma segura.

Es nuestro deber como integrantes de una comunidad, el aportar a la misma, al poner estas herramientas de construcción segura en las manos de otros integrantes de la comunidad menos favorecidos, podemos cumplir con el rol que nos corresponde como profesionistas.

*Gabriel Salazar Ramírez*

La ingeniería civil es una carrera que tiene un peso ético bastante importante, ya que al momento de diseñar estructuras tenemos que brindar seguridad al usuario, no es un trabajo que puede ser tomado a la ligera ya que estas actitudes pueden llegar a causar un accidente fatal. Es por eso por lo que para el proyecto de sierra de Quilla tuvimos que investigar a fondo para proponer las mejores secciones y sistema constructivo para no poner en riesgo a los usuarios de esta construcción. Así también, el construir con sistemas alternativos es una práctica ética que aporta no solo a la comunidad si no también al medio ambiente, y estos tiempos el cuidar esta parte es tan importante como los demás aspectos, el fomentar las construcciones con materiales alternativos y ecológicos ayuda a que la industria de la construcción no sea tan dañina al medio ambiente.

*Héctor Javier de Anda Martín*

Una situación que no logró saciar mi compromiso ético fue que muchas veces cuando estamos hablando de materiales y construcción alternativa nos encontramos con que este tipo de materiales suelen ser más complejos que los materiales convencionales ya que son muy diversos y no se encuentran estudiados en todas las regiones. Recuerdo y reitero que la maestra Ana en una de sus sesiones estableció que no siempre debemos construir con tierra, al final del día es un material que se puede utilizar cuando el contexto favorezca su uso y en caso de querer utilizarlo de forma caprichosa tiende a ser más económico el uso de materiales convencionales. Entonces, está en nuestras manos lograr garantizar seguridad estructural al utilizar materiales alternativos y nunca debemos poner la economía por encima de la seguridad estructural porque son las vidas de las personas que están en juego.

Aprendizajes en lo personal

*Ana Sofía Ortiz López*

La sustentabilidad ha sido una de mis principales motivaciones para estudiar esta carrera y gracias a este PAP esta motivación ha crecido por lo que ahora tengo un panorama más claro de que la sustentabilidad en la construcción es un tema que no está muy desarrollado, que aún es necesario desarrollar normativas para garantizar la seguridad de los usuarios y de las edificaciones en general. Existe un largo camino para poder traer a México un futuro donde los materiales y los sistemas constructivos sustentables sean una mayoría y las personas rompan con sus estigmas de que los materiales provenientes directamente de la naturaleza son peligrosos y no efectivos. Sin embargo, si nos enfocamos en desarrollar tecnología e investigación para poder comprender a profundidad el comportamiento de estos materiales anisotrópicos, la realidad cambiará de manera radical.

*Bernardo Aguilera Carrillo*

Tener un acercamiento a las aplicaciones reales de nuestra profesión me permitió apreciar de mejor manera el alcance que tenemos como ingenieros, haciéndolo de una manera sustentable y socialmente responsable. Me parece especialmente interesante el introducir la manera como un elemento estructural, ya que es un material muy ligero y con nuevas aplicaciones y procesos de fabricación se puede lograr mayor resistencia, como lo es la madera laminada. Aprendí mucho sobre colaboración en el ámbito de la ingeniería con las actividades realizadas con la Universidad de Surrey, ya que nos permitió desarrollar herramientas de análisis conjunto y entender los procesos que se llevan en otros países para poder colaborar de mejor manera.

*Gabriel Salazar Ramírez*

Dentro de este PAP vi un panorama claro donde se ve la oportunidad de desarrollo con materiales alternativos para la construcción, y lo considero alternativo porque me enfrente con la problemática de que aún no hay mucha información / desarrollo con ellos dentro de

México, al menos no para un trabajo estructural. El trabajo colaborativo desde un punto multidisciplinario me ayudó a ver las cosas desde diferentes perspectivas, y abordar los problemas de manera diversa, las cuales fueron claves para el resultado de nuestro producto PAP.

*Héctor Javier de Anda Martín*

Dando seguimiento con el tema de la madera de coníferas que estuve trabajando en el PAP del periodo anterior me pareció bastante interesante darme cuenta de que las conexiones mediante clavos y/o tornillos generan esfuerzos locales de tensión que propician fallas por rasgadura y aplastamiento paralelo a la fibra. Esto puede ser un objeto de estudio completo para las nuevas generaciones y seguir impulsando la madera como material estructural y aprovechar sus propiedades que en papel son bastante atractivas. Las ecuaciones de diseño parecen despreciar este esfuerzo que se genera por la entrada del elemento conector, sería interesante desarrollar la experimentación necesaria para evaluar este estado límite con mayor precisión.

## 5. Conclusiones

Una de las actividades de gran importancia que logramos dar seguimiento respecto al periodo anterior fue la construcción y el ensaye del joist de madera. Sería muy interesante, con el acompañamiento del Dr. Christian, los próximos equipos del PAP desarrollen su propia armadura mediante conectores distintos, utilizando las presas para generar empalmes machihembrados y posiblemente conexiones con pegamentos especiales y algunos otros conectores que no generen la ruptura paralela a la fibra de los miembros.

En cuanto a temas de tierra, pensaríamos que hacer un catálogo con los registros de los lugares que hemos obtenido las muestras junto con su caracterización y la dosificación correcta para la elaboración de adobes o BTC's sería una excelente herramienta para darle continuación a este PAP y expandir nuestros alcances por semestre.

Finalmente, creemos que este PAP es una simulación muy parecida a lo que será nuestra realidad laboral ya que cada equipo se especializaba en un tema en específico (tierra, bambú y madera) y al mismo tiempo, cada equipo necesitaba la información de los compañeros para poder completar el trabajo. Para esto fue necesaria la comunicación asertiva, la coordinación y la retroalimentación de todos hacia todos lo cual fue muy enriquecedor.

## 6. Bibliografía

1. Decretos, Programas de manejo CONANP, Ficha SIMEC. (20/01/2022). “Sierra de Quila”. Gobierno de México. Recuperado de: (<https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=64&reg=6>)
2. OPD Sierra de Quila. (2020). Organismo Público Descentralizado Sierra de Quila. Recuperado de :<https://sierradequila.org/>
3. IIEG. (2019). Tecolotlán Diagnóstico del Municipio. Marzo 2019. Recuperado de: <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2019/06/Tecolotl%C3%A1n.pdf>
4. Weatherspark. “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tecolotlán”. Recuperado de: <https://es.weatherspark.com/y/3617/Clima-promedio-en-Tecolotl%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>
5. Secretaría General de Gobierno. (2000). “Tecolotlán”. Gobierno del Estado de Jalisco. Recueprado de: <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/tecolotlan>
6. IIEG. (2019). “Atlas de riesgos municipales- Tecolotlán”. Recuperado de: <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2019/04/Modelos-de-inundaci%C3%B3n-Atlas-de-riesgos.pdf>
7. IMEPLAN. Sitio web. <https://www.imeplan.mx>
8. Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN). 2021. “Tomo 2: Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara”. Libro Blanco IMEPLAN (2017 - 2021). Guadalajara, Jalisco, México.).
9. Carazas Aedo, W. (2002). ADOBE: GUIA DE CONSTRUCCIÓN PARASÍSMICA. Recuperado de [https://www.misereor.org/fileadmin/user\\_upload\\_misereororg/cooperation/forms/es/construction/guia-de-construccion-parasismica-adobe.pdf](https://www.misereor.org/fileadmin/user_upload_misereororg/cooperation/forms/es/construction/guia-de-construccion-parasismica-adobe.pdf)
10. Carazas Aedo, W., Rivero Olmos, A. (2002). BAHAREQUE: GUIA DE CONSTRUCCIÓN PARASÍSMICA. Recuperado

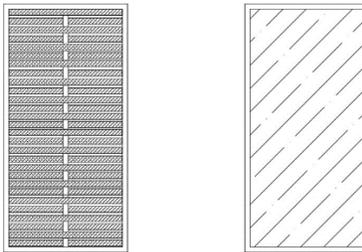
[https://www.misereor.org/fileadmin/user\\_upload\\_misereororg/cooperation/forms/es/construction/guia-de-construccion-bahareque-parasismica.pdf](https://www.misereor.org/fileadmin/user_upload_misereororg/cooperation/forms/es/construction/guia-de-construccion-bahareque-parasismica.pdf)

11. Maderame. (2019). Cubiertas en madera: Ventajas, tipos y materiales. Recuperado de <https://maderame.com/cubiertas-madera/>

## Anexos

### Práctica de bahareque

A lo largo de la historia hemos sido testigos de diversas culturas que han utilizado elementos constructivos mixtos, el bahareque es un ejemplo de esto. El bahareque es un sistema constructivo que integra materiales naturales, cuyo principio se basa en utilizar un material resistente que de estructura (ej. Madera/bambú), palos o cañas entretejidas y un recubrimiento de barro.



TRENZADO DE OTATE Y RECUBRIMIENTO DE TIERRA

Imagen 1.- Plano del trenzado de otate y recubrimiento de tierra



Imagen 2.- Panel de madera con tejido de otate.

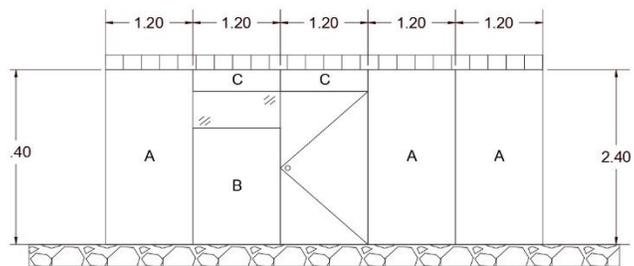
En la práctica creamos un panel de bahareque con 1.2 m de base y 60 cm de altura, el marco hecho de madera, con piezas de sección rectangular de 2" x 4", dentro del panel se tejió una red de otate y finalmente se puso el recubrimiento de barro, este último hecho con una combinación de tierra recuperada en Chiquilistlán, cal y fibras secas.



Imagen 3.- Mezcla de la tierra, la fibra y cal



Imagen 4.- Panel de bahareque con recubrimiento



MODELO CASA MODULAR DE BAHAREQUE

Imagen 5.- Composición modular de la casa de bahareque

Además del panel de bahareque, en esta práctica se hicieron 3 tapiales cúbicos con 10 cm en cada lado y con proporciones diferentes para posteriormente probarlos y conocer su comportamiento. Todos contenían tierra y arena. El primero contenía una proporción de 3 unidades de tierra por  $\frac{1}{2}$  de arena, el segundo se hizo con una proporción de 3 unidades de tierra por una de arena y se le agregó 3% de cal y al tercero, con la misma proporción que el segundo, se le agregó un 6% de cal.



Imagen 6.- Tapiales muestra para probar.

Finalmente se hizo un tapial extra utilizando el barro que se colocó como recubrimiento en el panel de bahareque, este contenía una proporción 3 de tierra por uno de arena, 6% de cal y fibras secas.

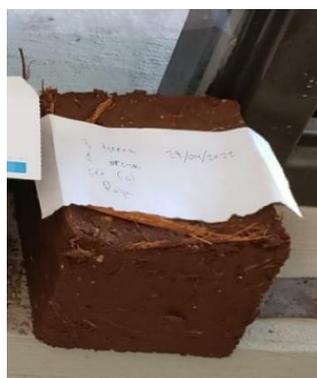
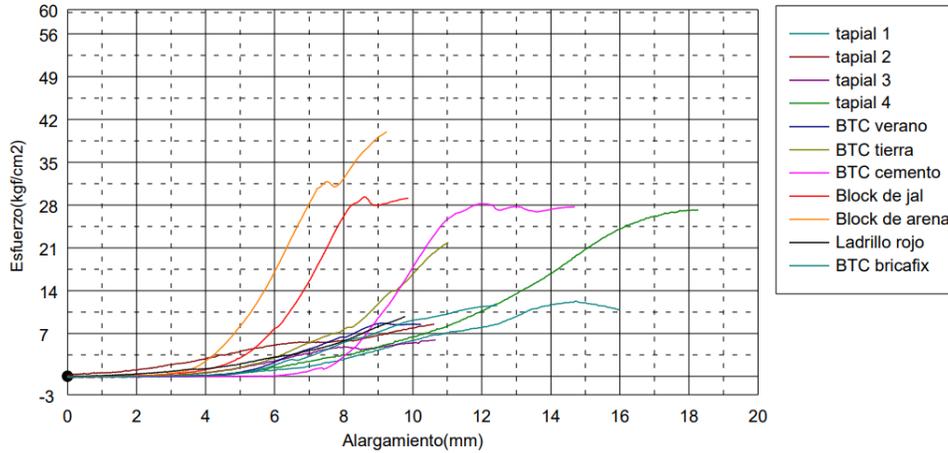


Imagen 7.- Tapial hecho con muestra del recubrimiento del panel de bahareque

Al probar los tapiales en la prensa hidráulica obtuvimos resultados muy interesantes. Debido a que 3 de las 4 probetas contenían cal, esperamos 42 días para hacer las pruebas.



Sorprendentemente el tapial 1, con proporciones únicamente de 3 de tierra por  $\frac{1}{2}$  de arena, logró un esfuerzo máximo de  $12.3 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que el esfuerzo máximo en los elementos que contenían más arena y cal fue menor: para el segundo tapial fue de  $8.5 \text{ kg/cm}^2$  y del tercero de  $6 \text{ kg/cm}^2$ , contrario a las consideraciones iniciales que al agregar cal aumentaría el esfuerzo máximo resistente.

El tapial hecho con la misma mezcla utilizada para el recubrimiento del muro de bahareque tuvo resultados impresionantes en comparación a los 3 primeros, en este caso, logro un esfuerzo máximo de  $27.3 \text{ kg/cm}^2$ .

## Práctica resistencia de madera

En esta práctica comparamos la resistencia de piezas de madera de diferentes calidades, además obtuvimos su módulo de elasticidad (E) de ambas piezas a partir de la deformación con diferentes cargas utilizando la siguiente ecuación.

$$\Delta = \frac{PL^3}{3EI} \quad \text{Despejado a} \quad E = \frac{3\Delta I}{PL^3}$$

Donde:

- P = Carga aplicada (kg)
- L = Longitud del elemento (m)
- E = Módulo elástico (kg/cm<sup>2</sup>)
- I = Inercia (cm<sup>4</sup>)

El primer espécimen era una pieza de tercera calidad con una distancia del punto de apoyo al punto en el que se aplicaron las cargas de 82 cm. Y se comportó de la siguiente manera:

- Carga = 5 kg  $\Delta_1 = 0.99$  cm
- Carga = 10 kg  $\Delta_2 = 2.22$  cm
- Carga = 15 kg  $\Delta_3 = 3.33$  cm
- Carga = 20 kg  $\Delta_4 = 4.44$  cm



Imagen 1.- Espécimen de madera en prueba

Obtuvimos un módulo elástico de 54,493 kg/cm<sup>2</sup> y una capacidad de carga última a 34.18 kg.

El segundo espécimen era una pieza de primera calidad con una distancia del punto de apoyo al punto en el que se aplicaron las cargas de 82 cm. Y se comportó de la siguiente manera:

- Carga = 5 kg  $\Delta 1 = 0.67$  cm
- Carga = 10 kg  $\Delta 2 = 1.34$  cm
- Carga = 15 kg  $\Delta 3 = 2.017$  cm
- Carga = 20 kg  $\Delta 4 = 2.69$  cm

Obtuvimos un módulo elástico de 71,172.73 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia última de carga a 73.28 kg.

Con esto pudimos observar la gran diferencia que hace en la capacidad de carga la calidad de madera, soportando más del doble de carga, teniendo las mismas características geométricas.



Imagen 2.- Falla del segundo espécimen

## Práctica de adobe

Primeramente, en un contenedor grande se debe colocar tierra y saturarla por lo menos 24hrs. Cumplido este tiempo, la tierra debería estar en un estado plástico, esta se vuelve a humedecer y mezclar hasta que alcance un estado viscoso. A su vez, se satura el ocochal mientras se mezcla con el agua.



*Suelo arcilloso después de ser saturado 24hrs*



*Suelo arcilloso listo para ser utilizado en el adobe*

Suelo arcilloso después de ser saturado 24hrs Suelo arcilloso listo para ser utilizado en el adobe Una vez estén los dos materiales saturados, se agregaron dos lotes de ocochal (cada lote siendo alrededor del ocochal que cabe en dos manos extendidas. Una vez los dos materiales estén mezclados con suficiente agua, se prepara una base de plástico en el suelo, para encima colocar el molde con el que se dará forma a la geometría del bloque de adobe. El molde tiene que ser humedecido antes de colocar la mezcla para que esta no quede pegada.

Se procede a colocar material en el molde y después de 3min, se retiran las 4 caras al mismo tiempo, jalándolas hacia arriba. Las imperfecciones visibles en el bloque de adobe deben de ser arreglada con la mano para que quede o amas liso y regular posible.



*Mezcla siendo colocada en el molde*



*Adobe fresco con molde retirado*



*Adobe fresco siendo resanado de imperfecciones*

Mezcla siendo colocada en el molde Adobe fresco con molde retirado Adobe fresco siendo resanado de imperfecciones Este proceso se repitió 3 veces más, un boque agregando el doble de ocochal después otra mezcla con de nuevo el doble y finalmente una mezcla con ocochal y cal agregadas. Los bloques se dejan secando en el pleno sol, encima del plástico donde fueron realizados, estos deben de ser volteados alrededor de los 5 días después de su fabricación.

Una vez terminado este proceso, se obtuvieron 4 bloques de adobe, uno con dos lotes de ocochal, uno con 4 lotes, otro con 8 lotes y finalmente uno con 8 lotes de ocochal y alrededor de 7% de cal. Estos bloques se dejaron secando en el lugar de fabricación y fueron volteado de lado a los 5 días. Estos serán probados en la prensa de laboratorio 14 días después de su fabricación, esto para obtener su resistencia a la compresión y poder comparar que mezcla es la más eficiente para ser considerada en el proyecto de los baños en Sierra de Quilla.